



Учебник

# Медицинская информатика

Под общей редакцией  
Т.В. Зарубиной, Б.А. Кобринского



ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА  
«ГЗОТАР-Медиа»

# Медицинская информатика

---

Учебник

Под общей редакцией  
Т.В. Зарубиной, Б.А. Кобринского

Министерство образования и науки РФ

Рекомендовано ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия  
последипломного образования» Минздрава России в качестве учебника  
для образовательных учреждений, реализующих образовательные  
программы ВПО по медицинской информатике

Регистрационный номер рецензии 345 от 19 июня 2015 года  
ФГАУ «Федеральный институт развития образования»



Москва  
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА  
«ГЭОТАР-Медиа»  
2018

46106

УДК [61:004](075.8)

ББК 5с51я73-1

М42

01-УЧБ-1911

**Рецензенты:**

*В.Г. Кудрина* — д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой медицинской статистики и информатики ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России;

*С.И. Карась* — д-р мед. наук, профессор, декан медико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

**М42 Медицинская информатика : учебник / Т. В. Зарубина [и др.] ; под общ. ред. Т. В. Зарубиной, Б. А. Кобринского. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2018. — 512 с. : ил.**

ISBN 978-5-9704-4573-0

Применение информационно-коммуникационных технологий — неотъемлемая часть профессиональной деятельности врача любого профиля. Умение свободно пользоваться стандартными приложениями и статистическими программами, использовать в практической работе медицинские информационные системы, в том числе электронные медицинские карты, и применять средства поддержки принятия решений при непосредственном ведении пациента — это то, чему необходимо учиться уже сегодня.

Предлагаемый учебник включает как устоявшиеся представления по медицинской информатике, так и видение перспективы ее развития, приложения для информатизации здравоохранения. Учебник ориентирован на теоретические и прикладные аспекты медицинской информатики.

Предназначен студентам медицинских вузов. Может быть полезен ординаторам, практикующим врачам, начавшим работать с медицинскими информационными системами, а также аспирантам и научным сотрудникам, занимающимся исследовательской деятельностью во всех сферах медицины.

УДК [61:004](075.8)

ББК 5с51я73-1

*Права на данное издание принадлежат ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа». Воспроизведение и распространение в каком бы то ни было виде части или целого издания не могут быть осуществлены без письменного разрешения ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа».*

© Коллектив авторов, 2016

© ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2018

© ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа»,  
оформление, 2018

ISBN 978-5-9704-4573-0

**Авторы** — сотрудники кафедры медицинской кибернетики и информатики ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России:

**Зарубина Татьяна Васильевна** — д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой;

**Кобринский Борис Аркадьевич** — д-р мед. наук, профессор кафедры, руководитель медицинского центра новых информационных технологий ОСП «НИКИ педиатрии» РНИМУ им. Н.И. Пирогова;

**Белоносов Сергей Сергеевич** — канд. мед. наук, доцент кафедры;

**Липкин Юрий Германович** — канд. мед. наук, доцент кафедры;

**Муравьева Елена Степановна** — канд. биол. наук, доцент кафедры;

**Николаиди Елена Николаевна** — канд. мед. наук, доцент кафедры;

**Потапова Ирина Игоревна** — старший преподаватель;

**Раузина Светлана Евгеньевна** — канд. мед. наук, доцент кафедры;

**Швырёв Сергей Леонидович** — канд. мед. наук, зав. лабораторией информационных технологий в здравоохранении РНИМУ им. Н.И. Пирогова.

# СОДЕРЖАНИЕ

Список аббревиатур . . . . .	12
Предисловие . . . . .	15
Введение. . . . .	17
<b>РАЗДЕЛ 1. Основные элементы информатики . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>Глава 1. Теоретические основы информатики . . . . .</b>	<b>19</b>
1.1. Информация и данные . . . . .	19
1.2. Основы формальной логики . . . . .	25
1.3. Основы алгоритмизации. . . . .	28
1.4. Арифметические основы ЭВМ . . . . .	30
<b>Глава 2. Прикладные программные средства . . . . .</b>	<b>36</b>
2.1. Текстовые редакторы . . . . .	36
2.2. Электронные таблицы. . . . .	57
2.3. Система компьютерных презентаций . . . . .	77
2.3.1. Основные инструменты создания презентации. . . . .	77
2.3.2. Основные приемы в оформлении слайдов . . . . .	85
2.3.3. Разработка слайд-фильма . . . . .	91
Контрольные вопросы и задания к разделу 1. . . . .	94
<b>РАЗДЕЛ 2. Подходы к анализу информации в медицине и здравоохранении . . . . .</b>	<b>96</b>
<b>Глава 3. Анализ медицинских данных с помощью методов математической статистики . . . . .</b>	<b>96</b>
3.1. Основные понятия математической статистики . . . . .	97
3.2. Общие сведения о пакете прикладных программ SPSS . . . . .	100
3.3. Статистическая обработка медицинских данных средствами пакета SPSS. . . . .	104
3.3.1. Описание количественных данных . . . . .	104
3.3.2. Сравнение двух выборок в случае нормально распределенных исходных данных. . . . .	109
3.3.3. Сравнения двух выборок в случае ненормально распределенных исходных данных. . . . .	111

3.3.4. Определение наличия и степени взаимосвязи между количественными показателями . . . . .	112
3.3.5. Определение характера взаимосвязи между количественными показателями . . . . .	114
<b>Глава 4. Интеллектуальный анализ данных и технология Data Mining . . . . .</b>	<b>117</b>
4.1. Основы интеллектуального анализа . . . . .	117
4.2. Технология Data Mining . . . . .	121
<b>Глава 5. Медицина, основанная на доказательствах . . . . .</b>	<b>126</b>
5.1. Эпидемиологические показатели в исследовании неинфекционных заболеваний. . . . .	126
5.2. Эпидемиологические характеристики риска заболеваний . . . . .	127
Контрольные вопросы и задания к разделу 2. . . . .	133
<b>РАЗДЕЛ 3. Телекоммуникационные технологии и интернет-ресурсы в медицине . . . . .</b>	<b>134</b>
<b>Глава 6. Технологии передачи данных в информационных системах . . . . .</b>	<b>134</b>
6.1. Понятие о сетях передачи данных. . . . .	134
6.2. Основные виды сетей передачи данных. . . . .	135
6.2.1. Кабельные сети передачи данных . . . . .	135
6.2.2. Беспроводные сети передачи данных . . . . .	137
<b>Глава 7. Безопасность информационных систем . . . . .</b>	<b>142</b>
7.1. Управление доступом к информационным ресурсам . . . . .	144
7.2. Криптографический метод защиты информации . . . . .	144
7.3. Обеспечение целостности и предотвращение уничтожения данных. . . . .	145
7.3.1. Резервное копирование . . . . .	145
7.3.2. Архивирование . . . . .	146
7.4. Средства защиты от вирусов . . . . .	146
7.4.1. Требования к антивирусному программному обеспечению. . . . .	146
7.4.2. Политика антивирусной безопасности . . . . .	147
<b>Глава 8. Интернет-ресурсы в медицине . . . . .</b>	<b>149</b>
8.1. Обзор современных поисковых систем: архитектура, инструменты поиска . . . . .	149
8.2. Поисковые системы . . . . .	150
8.3. Поисковые каталоги . . . . .	151

8.4. Метапоисковые системы . . . . .	151
8.5. Правила составления запросов . . . . .	153
8.6. Медицинские ресурсы Интернета . . . . .	155
<b>Глава 9. Телемедицина . . . . .</b>	<b>159</b>
9.1. Основные понятия. . . . .	160
9.2. Этапы становления российской телемедицины. . . . .	161
9.3. Телеконсультирование, теленаблюдение и телепомощь. . . . .	162
9.4. Деонтология в телемедицине. . . . .	173
9.5. Телемедицина в чрезвычайных ситуациях . . . . .	174
9.6. Дистанционное обучение . . . . .	175
Контрольные вопросы и задания к разделу 3. . . . .	177
<b>РАЗДЕЛ 4. Введение в медицинскую информатику . . . . .</b>	<b>179</b>
<b>Глава 10. Основные понятия медицинской информатики . . . . .</b>	<b>179</b>
10.1. Основные вехи в становлении кибернетики и информатики . . . . .	179
10.2. Основные понятия медицинской кибернетики и информатики . . . . .	185
10.3. Объект и предмет медицинской информатики . . . . .	194
<b>Глава 11. Математическое моделирование в биологии и медицине. . . . .</b>	<b>197</b>
11.1. Основные понятия математического моделирования в медицине . . . . .	197
11.2. Примеры математических моделей в медицине. . . . .	205
11.2.1. Камерные модели фармакокинетики . . . . .	205
11.2.2. Моделирование динамики популяций . . . . .	211
11.2.3. Модель динамики иммунной реакции . . . . .	219
<b>Глава 12. Медицинские информационные системы . . . . .</b>	<b>226</b>
12.1. Подходы к классификации информационных медицинских систем в историческом аспекте . . . . .	226
12.2. Современная классификация медицинских информационных систем . . . . .	229
12.3. Автоматизированные системы для клинического уровня здравоохранения . . . . .	231
12.4. Автоматизированные системы управленческого уровня . . . . .	242
<b>Глава 13. Значение стандартов в обеспечении взаимодействия медицинских информационных систем. . . . .</b>	<b>249</b>
13.1. Об использовании стандартов в здравоохранении. . . . .	250

13.2. Организации для разработки стандартов по информатизации здравоохранения .....	252
13.3. Стандарты Health Level Seven .....	256
13.3.1. HL7 версии 2.x .....	258
13.3.2. HL7 версии 3 .....	258
13.4. Международные номенклатуры и стандарты .....	260
13.4.1. SNOMED CT .....	260
13.4.2. LOINC .....	265
13.4.3. DICOM .....	267
Контрольные вопросы и задания к разделу 4. ....	267
<b>РАЗДЕЛ 5. Информатизация клинической практики .....</b>	<b>270</b>
<b>Глава 14. Медико-технологические системы обработки сигналов и изображений .....</b>	<b>270</b>
14.1. Медико-технологические системы и их назначение .....	270
14.2. Возможности и принципы работы автоматизированных систем для обработки медицинских сигналов и изображений ...	271
14.2.1. Принцип аналого-цифрового преобразования медицинских сигналов .....	274
14.2.2. Принцип аналого-цифрового преобразования изображений. ....	275
14.2.3. Принципы обработки медицинских сигналов и интерпретации полученной информации .....	277
14.2.4. Принципы обработки и анализа медицинских изображений. ....	280
<b>Глава 15. Информационная поддержка лечебно-диагностического процесса .....</b>	<b>284</b>
15.1. Элементы деятельности врача как объекты информатизации .....	284
15.2. Формализация и структуризация медицинской информации. ....	288
15.2.1. Формализация клинических данных .....	290
15.2.2. Формализация диагностических заключений .....	292
<b>Глава 16. Алгоритмы анализа информации .....</b>	<b>297</b>
16.1. Вычислительные алгоритмы анализа медицинской информации. ....	297
16.1.1. Основные этапы работы вычислительного алгоритма диагностики .....	300
16.1.2. Основные подходы к распознаванию образов .....	303

16.1.3. Основные недостатки вычислительных алгоритмов диагностики . . . . .	305
16.2. Анализ медицинской информации, основанный на знаниях, и искусственный интеллект. . . . .	306
16.2.1. Знания и особенности их приобретения. . . . .	306
16.2.2. Модели представления знаний. . . . .	309
16.2.3. Системы продукций . . . . .	309
16.2.4. Фреймовая модель . . . . .	312
16.2.5. Семантические сети . . . . .	314
16.3. Структура и функции интеллектуальных/экспертных систем . . . . .	315
16.4. Клинические и обучающие интеллектуальные системы. . . . .	324
<b>Глава 17. Автоматизированное рабочее место врача . . . . .</b>	<b>334</b>
17.1. Элементы в составе типового АРМ врача . . . . .	337
<b>Глава 18. Информационно-технологические системы отделений медицинских организаций . . . . .</b>	<b>342</b>
18.1. Лабораторные информационные системы . . . . .	342
18.1.1. Назначение лабораторных информационных систем и основные требования к ним . . . . .	342
18.1.2. Порядок работы лабораторной информационной системы . . . . .	345
18.1.3. Обеспечение качества лабораторной диагностики . . . . .	347
18.1.4. Эффекты от внедрения ЛИС. . . . .	350
18.1.5. Интеграция ЛИС с информационными системами медицинских организаций. . . . .	351
18.1.6. Общие принципы построения ЛИС и проблемы взаимодействия с лабораторным оборудованием . . . . .	352
18.1.7. Расширение возможностей ЛИС . . . . .	354
18.1.8. Типовые решения и перспективы использования ЛИС . . . . .	355
18.2. Системы архивирования, хранения и управления изображениями. . . . .	356
18.2.1. Системы PACS, их назначение и общие принципы построения . . . . .	356
18.2.2. Преимущества использования PACS. . . . .	359
18.2.3. Системы отделений лучевой диагностики . . . . .	360
18.2.4. Перспективы использования PACS/RIS. . . . .	362
18.3. Медицинские информационные системы в отделениях реанимации и интенсивной терапии. . . . .	364

18.3.1. Системы мониторинга физиологических параметров реанимационных больных . . . . .	364
18.3.2. Автоматизированные рабочие места для врачей-реаниматологов . . . . .	369
18.3.3. Интегральные информационные системы отделения реанимации и интенсивной терапии . . . . .	374
<b>Глава 19. Электронная история болезни . . . . .</b>	<b>375</b>
19.1. Национальный стандарт Электронной истории болезни . . . . .	376
19.2. ЭМК — основной инструмент формирования и ведения медицинской документации . . . . .	379
19.3. Идентификация автора Электронной персональной медицинской записи . . . . .	381
19.4. Роль Электронной истории болезни в организации и управлении лечебно-диагностическим процессом . . . . .	382
Контрольные вопросы и задания к разделу 5. . . . .	384
<b>РАЗДЕЛ 6. Информатизация управления здравоохранением . . . . .</b>	<b>387</b>
<b>Глава 20. Автоматизация деятельности медицинских организаций. . . . .</b>	<b>387</b>
20.1. Уровни информатизации современных медицинских организаций. . . . .	387
20.2. Схема построения автоматизированной информационной системы МО. . . . .	390
20.3. Защита информации в МИС МО . . . . .	392
20.4. Функциональное назначение и общие принципы организации МИС МО . . . . .	393
20.5. Информационная поддержка подразделений МО. . . . .	400
20.6. Информационная поддержка задач управления МО . . . . .	403
20.7. Критерии оценки качества деятельности МО. . . . .	406
20.8. Проблемы внедрения АИС медицинской организации . . . . .	407
20.9. Технологические решения МИС МО. . . . .	408
20.10. Технология «облачных» вычислений при автоматизации деятельности МО . . . . .	409
20.11. Опыт зарубежных стран . . . . .	410
<b>Глава 21. Автоматизированные информационные системы муниципального, территориального и федерального уровней. . . . .</b>	<b>413</b>
21.1. Информационные системы муниципального и территориального уровней . . . . .	416
21.2. Информационные системы федерального уровня. . . . .	421

21.3. Основные виды проблемно-ориентированных информационных систем в здравоохранении . . . . .	426
21.3.1. Информационные системы сбора и обработки данных о состоянии здоровья населения . . . . .	426
21.3.2. МИС обязательного медицинского страхования . . . . .	428
21.3.3. МИС в сфере льготного лекарственного обеспечения . . . . .	433
21.3.4. МИС для управления высокотехнологичной медицинской помощью . . . . .	436
21.3.5. МИС для учета материально-технического оснащения лечебных учреждений («Паспорт МО») . . . . .	439
21.3.6. МИС «Регистр медицинских и фармацевтических работников» . . . . .	442
21.4. Способы представления и обработки данных в территориальных и федеральных МИС . . . . .	443
21.5. Организационное и правовое обеспечение МИС . . . . .	448
21.5.1. Организационное обеспечение. . . . .	448
21.5.2. Правовое обеспечение . . . . .	451
<b>Глава 22. Регистры . . . . .</b>	<b>453</b>
22.1. Мониторинг групп населения и функции регистров . . . . .	453
22.2. Принцип построения регистра . . . . .	456
22.3. Направления применения регистров . . . . .	457
22.3.1. Регистры для мониторинга смертности в детском возрасте . . . . .	458
22.3.2. Регистр для мониторинга наследственных заболеваний . . . . .	459
22.3.3. Регистры для эпидемиологического мониторинга ВПР . . . . .	463
22.3.4. Особенности регистра больных сахарным диабетом . . . . .	465
22.3.5. Раковый регистр . . . . .	466
22.3.6. Регистры редких заболеваний. . . . .	466
22.3.7. Комбинированный медико-экологический регистр. . . . .	467
22.4. Основные требования к медицинским регистрам и технология построения. . . . .	468
Контрольные вопросы и задания к разделу 6. . . . .	469

---

<b>РАЗДЕЛ 7. Перспективы информатизации здравоохранения России</b> . . . . .	471
<b>Глава 23. Электронное здравоохранение</b> . . . . .	471
23.1. Концепция электронного здравоохранения . . . . .	471
23.2. Концепция создания единой государственной информационной системы в здравоохранении . . . . .	474
23.3. «Облачные» вычисления в здравоохранении . . . . .	481
23.4. Актуальное состояние дел по информатизации здравоохранения в России . . . . .	483
23.5. Перспективная схема информатизации здравоохранения России. . . . .	485
Контрольные вопросы к разделу 7 . . . . .	487
Заключение . . . . .	488
Терминологический словарь . . . . .	490
Литература . . . . .	500
Предметный указатель. . . . .	502

## СПИСОК АББРЕВИАТУР

- АИС — автоматизированная информационная система
- АРМ — автоматизированное рабочее место
- АС — автоматизированная система
- АТС — автоматическая телефонная станция
- АЦП — аналого-цифровой преобразователь
- БД — база данных
- БЗ — база знаний
- БИМС — банк информации медицинских служб
- БЭСМ — большая электронная счетная машина
- ВМП — высокотехнологичная медицинская помощь
- ГИС — географическая информационная (геоинформационная) система
- ЕГИСЗ — Единая государственная информационная система здравоохранения
- ЕС ЭВМ — единая система электронно-вычислительных машин
- ЖКТ — желудочно-кишечный тракт
- ИАД — интеллектуальный анализ данных
- ИВК — изоклины вертикальных касательных
- ИГК — изоклины горизонтальных касательных
- ИМС — информационная медицинская система
- ИС — информационная система
- ИТС — информационно-технологическая система
- ИЭМК — интегрированная электронная медицинская карта
- КДЦ — консультативно-диагностический центр
- КПЭ (KPI) — ключевые показатели эффективности (Key Performance Indicators)
- ЛВС (LAN) — локальная вычислительная сеть (Local Area Network)
- ЛДП — лечебно-диагностический процесс
- ЛИС — лабораторная информационная система
- ЛЛО — льготное лекарственное обеспечение
- ЛПР — лицо, принимающее решение

- МИАЦ — медицинский информационно-аналитический центр  
МИС (ИМС) — медицинская информационная (информационная медицинская) система  
МКБ — Международная классификация болезней, травм и причин смерти  
МКС — мониторно-компьютерная система  
МО — медицинская организация  
МТС — медико-технологическая система  
МЭСМ — малая электронная счетная машина  
НИМС — научно-исследовательская информационная медицинская система  
ОМС — обязательное медицинское страхование  
ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии  
ОС — операционная система  
ПДн — персональные данные  
ПМЗ — персональная медицинская запись  
РИС — радиологическая информационная система  
СЗИ — средства защиты информации  
СИМС — статистическая информационная медицинская система  
СМО — страховая медицинская организация  
СУБД — система управления базами данных  
ТЗ — техническое задание  
ТИМС — технологическая информационная медицинская система  
УЗИ — ультразвуковое исследование  
ФВД — функция внешнего дыхания  
ЦАМИ — Центральный архив медицинских изображений  
ЦГД — центральная гемодинамика  
ЦОД — центр обработки данных  
ЦСУИ — централизованная служба архивирования, визуализации и управления изображениями  
ЭАК — электронная амбулаторная карта  
ЭВМ — электронно-вычислительная машина  
ЭИБ — электронная история болезни  
ЭМК — электронная медицинская карта  
ЭПМЗ — электронная персональная медицинская запись  
ЭС — экспертная система  
ЭП — электронная подпись  
САД — Computer Added Diagnostic

- CDA — архитектура клинических документов HL7 версии 3 (Clinical Document Architecture)
- CPOE — компьютерная система записи состояния здоровья (Computerized Physician Order Entry)
- CT Terms — систематизированная номенклатура медицинских/клинических терминов
- DICOM — стандарт создания, визуализации, хранения и передачи растровых медицинских изображений (Digital Imaging and Communications in Medicine)
- DSS — система поддержки принятия решений (Decision Support System)
- ePLOS — european patients Smart Open Services
- HL7 — организация, регламентирующая разработку международных стандартов в области медицинской информатики и интероперабельности (Health Level Seven)
- ISO (ИСО) — Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization)
- LOINC — классификатор лабораторных и клинических идентификаторов исследований (Logical Observation Identifier Names and Codes)
- mHealth — мобильное здравоохранение
- OLAP-технология — On-Line Analytical Processing
- PACS — система архивации и передачи изображений (Picture Archiving and Communication System)
- SNOMED CT — Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms
- TCP/IP — протокол управления передачей данных/протокол Интернет (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Медицинская информатика» была включена в учебные планы всех специальностей высших медицинских учебных заведений в 2000 г. Тогда же в Российском государственном медицинском университете (ныне — Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова) была создана первая Программа по медицинской информатике для студентов медицинских вузов, утвержденная Министерством здравоохранения РФ.

За прошедшие годы накоплен большой опыт преподавания дисциплины. На базе РНИМУ им. Н.И. Пирогова были проведены две всероссийские учебно-методические конференции по преподаванию медицинской информатики в образовательных учреждениях высшего и дополнительного профессионального образования (2005 и 2009 гг.). Становление как самой дисциплины, так и ее преподавания в Российской Федерации продолжается.

В 2010 г. были утверждены Федеральные государственные образовательные стандарты 3-го поколения, созданы новые учебные планы. Написание учебника по медицинской информатике, соответствующего ФГОС-3, для будущих врачей стало актуальной и важной задачей.

Материал учебника написан сотрудниками кафедры медицинской кибернетики и информатики РНИМУ им. Н.И. Пирогова — разработчиками медицинских информационных систем и учеными, преподающими курс с момента включения его в учебные планы. В нем представлены воззрения отечественных специалистов, учтен зарубежный опыт преподавания информатики и медицинской информатики.

Данный учебник является развитием вышедших в разные годы учебных пособий по медицинской информатике (*Кудрина В.Г.* Медицинская информатика, 1999; *Гельман В.Я.* Медицинская информатика: практикум, 2001; *Чернов В.И.* и соавт. Медицинская информатика, 2004 и др.), отличается от них упором на широкий диапазон вопросов именно медицинской информатики, а не на компьютерную грамотность и приложение в области общественного здоровья и здравоохранения.

Учебник предназначен студентам медицинских высших учебных заведений, изучающим медицинскую информатику. Может быть полезен ординаторам, практикующим врачам, начавшим работать с медицинскими информационными системами, а также аспирантам и научным сотрудникам, занимающимся исследовательской деятельностью во всех сферах медицины.

## ВВЕДЕНИЕ

Медицинская информатика как самостоятельная наука и практическое направление в медицине и здравоохранении стала развиваться в конце XX в. на основе медицинской кибернетики, начавшей формироваться на четверть века раньше. Практическими задачами, ставшими «вызовами» для медицинской информатики, послужили разработка электронных медицинских карт, в том числе электронной истории болезни, и множество аналитических и управленческих задач, связанных с организацией деятельности медицинских организаций и служб.

Медицинская информатика относится к бурно развивающимся дисциплинам. И хотя проблем на пути ее развития чрезвычайно много, перспектива построения единого информационного пространства как медицинских данных, так и здравоохранения в целом уже не кажется утопией. Все чаще как о парадигме здравоохранения XXI в. говорят об электронном здравоохранении (e-Health), обеспечивающем доступность лечащему врачу к любым данным пациента, где бы он раньше ни лечился. Электронное здравоохранение, в свою очередь, должно стать «вызовом» для модернизации всей отрасли здравоохранения.

Информационно-коммуникационные технологии стали неотъемлемой частью профессиональной деятельности врача любого профиля, и он должен успешно использовать их при решении задач медицинской практики и науки.

Умение свободно пользоваться стандартными приложениями и статистическими программами, работать «в среде» медицинских информационных систем при заполнении электронной медицинской карты и применять средства поддержки принятия решений при непосредственном ведении пациента — это то, чему необходимо учиться уже сегодня.

Предлагаемый учебник включает в себя как устоявшиеся представления по медицинской информатике, так и видение перспективы ее развития, приложения для информатизации здравоохранения. Учебник ориентирован в основном на теоретические и прикладные аспекты медицинской информатики.

46106

В силу того что по ФГОС-3 в дисциплину «Медицинская информатика» включены основные элементы информатики, учебник начинается с такого раздела. В нем отражены теоретические основы информатики, представлены прикладные программные средства, однако и в этой части учебника упор сделан на их применение в ходе врачебной деятельности.

В книге значительное место уделено современным подходам к анализу данных в медицине и здравоохранении, включая анализ результатов медицинских исследований с помощью методов математической статистики и подходы к интеллектуальному анализу данных. В главе, посвященной применению статистических методов, авторы попытались совместить теоретические основы анализа с практическим использованием одного из современных статистических пакетов.

Отдельный раздел учебника посвящен телекоммуникационным технологиям и интернет-ресурсам в медицине, он включает в себя описание технологий передачи данных в информационных системах, базовые сведения об информационной безопасности таких систем, основные понятия телемедицины.

Особое внимание в учебнике (разделы 4–7) уделено вопросам информатизации клинической практики в привязке к информационной модели лечебно-диагностического процесса и управления здравоохранением. Большое место в учебнике посвящено медицинским информационным системам. Приведены самые современные сведения об их классификации, стандартах для обеспечения их взаимодействия, системах обработки медицинских сигналов и изображений, консультативных системах. Одна из глав содержит материалы о переходе к электронной медицинской карте, о современных системах отделений медицинских организаций — лабораторных, радиологических, реанимации и интенсивной терапии.

Отдельные главы посвящены системам медицинских организаций, информатизация которых является существенной составляющей современного здравоохранения; автоматизированным информационным системам для муниципального, территориального и федерального уровней здравоохранения; регистрам по разным направлениям медицины. Заканчивается учебник главой об электронном здравоохранении, включающей перспективную схему информатизации здравоохранения России, и терминологическим словарем.

Авторы будут благодарны за замечания по содержанию учебника и предложения по его совершенствованию.

# РАЗДЕЛ 1

# ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

# ИНФОРМАТИКИ

## Глава 1

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

## ИНФОРМАТИКИ

### 1.1. ИНФОРМАЦИЯ И ДАННЫЕ

Термин «информация» происходит от латинского слова *informatio*, что означает — сведения, разъяснения, изложение. Информация — это широкое и глубокое понятие. В это слово вкладывается различный смысл в медицине, технике, науке. В обиходе информацией называют любые данные или сведения. Например, сообщение о каких-либо событиях, о чьей-либо деятельности и т.п., о состоянии здоровья. «Информировать» в этом смысле означает — сообщить нечто, неизвестное раньше, или уточнить, дополнить.

**Информация** — сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые воспринимаются информационными системами (живые организмы, управляющие машины и др.) в процессе жизнедеятельности и работы.

Одно и то же информационное сообщение (статья в газете, объявление, радиопередача, рассказ, чертеж, письмо, телеграмма, справка, выписка из истории болезни и т.п.) может содержать разное количество информации для разных людей — в зависимости от их предшествующих знаний, от уровня понимания этого сообщения, его значения и интереса к нему. Так, сообщение, составленное на японском языке, не несет никакой новой информации человеку, не знающему этого языка, но может быть высокоинформативным для человека, владеющего японским. Никакой новой информации не содержит и сообщение, из-

ложенное на знакомом языке, если его содержание непонятно или уже известно.

Информация есть характеристика не сообщения, а соотношения между сообщением и его потребителем.

В случаях, когда говорят об автоматизированной работе с информацией посредством каких-либо технических устройств, обычно в первую очередь интересуются не содержанием сообщения, а тем, сколько символов это сообщение содержит.

Применительно к компьютерной обработке данных под информацией понимают некоторую последовательность символических обозначений (букв, цифр, закодированных графических образов и звуков и т.п.), несущую смысловую нагрузку и представленную в понятном компьютеру виде. Каждый новый символ в такой последовательности символов увеличивает информационный объем сообщения.

Информация может существовать в самых разнообразных формах — в виде текстов, рисунков, фотографий, световых или звуковых сигналов, электрических и нервных импульсов, магнитных записей и т.д.

Передача информации осуществляется в виде сообщений от некоторого источника информации к ее приемнику посредством канала связи между ними. Источник посылает передаваемое сообщение, которое кодируется в передаваемый сигнал. Этот сигнал посылается по каналу связи. В результате в приемнике появляется принимаемый сигнал, который декодируется и становится принимаемым сообщением. Например, сообщение, содержащее информацию о прогнозе погоды, передается приемнику (телезрителю) от источника — специалиста-метеоролога посредством канала связи — телевизионной передающей аппаратуры и телевизора. Живое существо своими органами чувств воспринимает информацию из внешнего мира, перерабатывает ее в определенную последовательность нервных импульсов, передает импульсы по нервным волокнам, хранит в памяти в виде состояния нейронных структур мозга, воспроизводит в виде звуковых сигналов, движений и т.п., использует в процессе своей жизнедеятельности. Передача информации по каналам связи часто сопровождается воздействием помех, вызывающих искажение и (или) потерю информации.

Можно ли объективно измерить количество информации? Какое количество информации содержится, к примеру, во фресках Рафаэля? Ответа на этот вопрос нет, хотя важнейшим результатом теории информации является вывод: в определенных, весьма широких условиях можно пренебречь качественными особенностями информации, выра-

зять ее количество числом, а также сравнить количество информации, содержащейся в различных группах данных.

Получили распространение подходы к определению понятия «количество информации», основанные на том, что информацию, содержащуюся в сообщении, можно нестрого трактовать в смысле уменьшения неопределенности наших знаний об объекте. Так, американский инженер Р. Хартли (1928) процесс получения информации рассматривал как выбор одного сообщения из конечного, заранее заданного множества из  $N$  равновероятных сообщений, а количество информации  $I$ , содержащееся в выбранном сообщении, определял как двоичный логарифм  $N(I) = \log_2(N)$ .

Допустим, нужно угадать одно число из набора чисел от единицы до ста. По формуле Хартли можно вычислить, какое количество информации для этого требуется:  $I = \log_2(100)$ , т.е. сообщение о верно угаданном числе содержит количество информации, приблизительно равное 6,644 единицы информации. Примеры равновероятных сообщений — бросание монеты («выпала решка», «выпал орел»), на странице книги — «количество букв четное», «количество букв нечетное». Определим теперь, являются ли равновероятными сообщения «Первой выйдет из дверей здания женщина» и «Первым выйдет из дверей здания мужчина». Однозначно ответить на этот вопрос нельзя. Все зависит от того, о каком именно здании идет речь. Если это, например, станция метро, то вероятность выйти из дверей первым одинакова и для мужчины, и для женщины, а если это военная казарма, то для мужчины эта вероятность значительно выше, чем для женщины.

Для задач такого рода американский ученый Клод Шеннон предложил в 1948 г. другую формулу определения количества информации, учитывающую возможную неодинаковую вероятность сообщений в наборе:

$$I = -(P_1 \log_2 P_1 + P_2 \log_2 P_2 + \dots + P_N \log_2 P_N),$$

где  $P_i$  — вероятность того, что именно  $i$ -е сообщение выделено в наборе из  $N$  сообщений.

Легко заметить, что если вероятности  $P_1 - \dots - P_N$  равны, то каждая из них равна  $1/N$ , и формула Шеннона превращается в формулу Хартли.

Помимо двух рассмотренных подходов к определению количества информации, существуют и другие, однако необходимо учесть, что любые теоретические результаты применимы лишь к определенному кругу случаев, очерченному первоначальными допущениями.

Решая различные задачи, человек вынужден использовать информацию об окружающем нас мире. И чем более полно и подробно человеком изучены те или иные явления, тем подчас проще найти ответ на поставленный вопрос. Так, например, знание законов физики позволяет создавать сложные приборы, а для того чтобы перевести текст на иностранный язык, нужно знать грамматические правила и помнить много слов.

Часто приходится слышать, что то или иное сообщение несет мало информации или, наоборот, содержит исчерпывающую информацию. При этом разные люди, получившие одно и то же сообщение (например, прочитав статью в газете), по-разному оценивают количество информации, содержащейся в нем. Это происходит оттого, что знания людей об этих событиях (явлениях) до получения сообщения были различными. Поэтому те, кто знал об этом мало, сочтут, что получили много информации, те же, кто знал больше, чем написано в статье, скажут, что информации не получили вовсе. Количество информации в сообщении, таким образом, зависит от того, насколько ново это сообщение для получателя. Однако иногда возникает ситуация, когда людям сообщают много новых для них сведений, а информацию при этом они практически не воспринимают. Происходит это от того, что сама тема в данный момент слушателям не представляется интересной.

Итак, количество информации зависит от новизны сведений об интересном для получателя информации явлении. Иными словами, неопределенность (т.е. неполнота знания) по интересующему нас вопросу с получением информации уменьшается. Если в результате получения сообщения будет достигнута полная ясность в данном вопросе (т.е. неопределенность исчезнет), говорят, что была получена *исчерпывающая информация*. Это означает, что необходимости в получении дополнительной информации на эту тему нет. Напротив, если после получения сообщения неопределенность осталась прежней (сообщаемые сведения или уже были известны, или не относятся к делу), значит, информации получено не было (*нулевая информация*).

Если подбросить монету и проследить, какой стороной она упадет, то будет получена определенная информация. Обе стороны монеты «равноправны», поэтому одинаково вероятно, что выпадет как одна, так и другая сторона. В таких случаях говорят, что событие несет информацию в 1 бит. Если положить в мешок два шарика разного цвета, то, вытащив вслепую один шарик, мы также получим информацию о цвете шарика в 1 бит.

Один бит (от англ. *bit* — *binary*, *digit* — двоичная цифра) условились принять за единицу информации. **Бит** — количество информации, достаточное для различия двух равновероятных сообщений, а в вычислительной технике битом называют наименьший объем памяти, необходимый для хранения одного из двух знаков «0» или «1», используемых для внутримашинного представления данных и команд. Бит — мелкая единица измерения. На практике чаще применяется более крупная единица — байт, равная восьми битам. Широко используются также еще более крупные производные единицы информации: 1 Килобайт (Кбайт) = 1024 байт =  $2^{10}$  байт; 1 Мегабайт (Мбайт) = 1024 Кбайт =  $2^{20}$  байт; 1 Гигабайт (Гбайт) = 1024 Мбайт =  $2^{30}$  байт.

В последнее время в связи с увеличением объемов обрабатываемой информации входят в употребление такие производные единицы, как: 1 Терабайт (Тбайт) = 1024 Гбайт =  $2^{40}$  байт; 1 Петабайт (Пбайт) = 1024 Тбайт =  $2^{50}$  байт.

Информацию можно создавать, передавать, воспринимать, использовать, запоминать, принимать, копировать, делить на части, упрощать, собирать, хранить, искать, измерять, разрушать и др. При этом информация может обладать следующими свойствами — достоверностью, полнотой, ценностью, понятностью, доступностью, точностью и др.

Информация достоверна, если она отражает истинное положение дел. Недостоверная или неточная информация может привести к неправильному пониманию или принятию неправильных решений. Достоверная информация со временем может стать недостоверной, так как она обладает свойством устаревать, т.е. перестает отражать истинное положение дел.

Информация полна, если ее достаточно для понимания явлений и принятия решений. Как неполная, так и избыточная информация сдерживает принятие решений или может вызвать ошибки. Точность информации определяется степенью ее близости к реальному состоянию объекта, процесса или явления.

Ценность информации зависит от того, насколько она важна для решения задачи, а также от того, какое в дальнейшем она найдет применение в каких-либо видах деятельности человека. Только своевременно полученная информация может принести ожидаемую пользу. Одинаково нежелательны как преждевременная подача информации (когда она еще не может быть усвоена), так и ее задержка. Если ценная и своевременная информация выражена непонятным образом, она бесполезна.

Информация понятна, если она выражена языком, на котором говорят те, кому предназначена эта информация.

Информация должна преподноситься в доступной (по уровню восприятия) форме. Поэтому одни и те же вопросы по-разному излагаются в школьных учебниках и научных изданиях.

Информацию по одному и тому же вопросу можно изложить нечетко (невнятное описание, без определенных деталей).

Обработка информации — получение одних информационных объектов из других информационных объектов путем выполнения некоторых алгоритмов. Обработка — одна из основных операций, выполняемых над информацией, и может быть средством увеличения объема и разнообразия информации.

Средства обработки информации — это всевозможные устройства и системы, созданные человеком, например это компьютер — универсальная машина для обработки информации. Компьютеры обрабатывают информацию путем выполнения некоторых алгоритмов. Живые организмы и растения обрабатывают информацию с помощью своих органов и систем.

Информационные ресурсы — это совокупность данных, организованных для эффективного получения достоверной информации. Это книги, статьи, патенты, научно-исследовательская и опытно-конструкторская документация, технические переводы, медицинские данные и др.

Информационная технология — это совокупность методов и устройств, используемых людьми для обработки информации. Человечество занималось обработкой информации тысячи лет. Первые информационные технологии основывались на использовании различных счетов (для выполнения расчетов) и письменности (для представления и передачи данных). Более пятидесяти лет назад началось быстрое развитие этих технологий, что связано с появлением ЭВМ.

В настоящее время термин «информационная технология» употребляется в связи с использованием компьютеров для обработки информации.

Информационные технологии охватывают всю вычислительную технику и средства связи. Они находят широкое применение в промышленности, торговле, управлении, банковской системе, образовании, здравоохранении, медицине, т.е. практически во всех сферах деятельности современного человека.

## 1.2. ОСНОВЫ ФОРМАЛЬНОЙ ЛОГИКИ

Появление математической логики относится еще ко временам Древнего Рима и связано с именем Лукулла. Позже Аристотель написал труд, посвященный вопросам умозрительных логических заключений, послуживший основой для дальнейшего ее развития. В более поздние времена Лейбниц (1646–1716) внес некоторый прогресс в эту область, но наиболее интенсивно математическая логика стала развиваться во второй половине XIX в. и в начале XX в. Наибольший вклад в эту науку внесли Дж. Буль (1815–1864), Г. Фреге (1848–1925), Давид Гильберт (1862–1943) и др.

Математическая логика возникла в результате изучения умозаключений, используемых в построениях математических доказательств. Особенно это относится к открытию великим русским математиком Н.И. Лобачевским возможности построить непротиворечивым образом геометрию, исходя из систем аксиом, отличной от евклидовой. В дальнейшем, на основании изучения рассуждений в математике и попытке их описания с помощью введенной системы символов, была создана математическая логика. Особая роль здесь принадлежит Дж. Булю, который ввел в математическую логику символику и раздел переключательных функций; данная часть математической логики нашла широкое практическое применение в вычислительной технике для описания различных логических функций, а также в программировании при создании современных информационных систем.

В современном компьютере для преобразования информации используется двоичная система счисления, т.е. различаются только два состояния. Эти состояния принимаются за символы двоичного алфавита «0» и «1». Их физические аналоги — это низкий и высокий потенциал, наличие или отсутствие импульса, наличие или отсутствие намагниченности. Действия над ними внутри компьютера осуществляются с помощью типовых элементов, соединенных между собой определенным образом. Следовательно, задача построения любого устройства персонального компьютера заключается, прежде всего, в выборе необходимых элементов, а затем — в отыскании способов такого их соединения между собой, которое обеспечивало бы выполнение устройством заданного преобразования. Эту задачу решает математическая логика, которая, отвлекаясь от физической природы изучаемых явлений или событий, анализирует высказывания о них лишь с позиций истинности или ложности.

Высказывание в математической логике — это утверждение, которое может быть либо истинным, либо ложным. Различают простые и сложные высказывания. Высказывание, значение истинности которого не зависит от значений истинности других высказываний, называется *простым*. Высказывание, значение истинности которого зависит от других высказываний, называется *сложным*. Сложные высказывания образуются из простых с помощью так называемых связок. Для простоты и удобства ложное высказывание обозначается цифрой «0», а истинное — «1».

Сложные высказывания являются логическими функциями простых и тоже могут принимать значения «0» или «1». В этом случае простые высказывания называются *двоичными переменными* (аргументами), а функции двоичных аргументов называются *переключательными*, или булевыми. Итак, переключательными функциями называют сложные высказывания, которые являются логическими функциями простых высказываний и могут принимать значения «0» или «1».

Характерным для этих функций по сравнению с алгебраическими функциями является ограниченность их значений. Поэтому их значения можно задавать в табличной форме. Табличная запись логической функции в зависимости от значений двоичных аргументов называется *таблицей состояний*, или *таблицей истинности*.

В таблице истинности значения аргументов представлены всевозможными комбинациями нулей и единиц. Если число двоичных элементов, от которых зависит функция, равно  $k$ , то максимально возможное число различных наборов равно  $2^k$ .

Будем обозначать булеву функцию символом  $F_i$ , где  $i$  — это число, соответствующее двоичному набору функций, читаемых сверху вниз (если она задана в виде таблицы состояний), записанное в десятичной системе.

Рассмотрим четыре булевы функции одного аргумента (табл. 1.1). Общее число наборов 2, а число возможных значений функций —  $2^2 = 4$ .

**Таблица 1.1.** Переключательные функции одного аргумента

X	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1

Особенности этих функций:  $F_1$  и  $F_4$  не зависят от значения переменной  $X$ , при этом  $F_1$  — константа 0, а  $F_4$  — константа 1,  $F_2 = X$ ,  $F_3 =$  отрицание  $X$ .

Если рассматривать два аргумента, то возможное число наборов значений, на которых может быть определена функция, равно 4, а число самих функций равно 16. Все существующие функции представлены в табл. 1.2. Переключательные функции двух аргументов имеют особый смысл для логики переключательных функций, так как с их помощью вводятся все основные понятия для функций большего количества аргументов.

Таблица 1.2. Переключательные функции двух аргументов

$X_1$	$X_2$	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	$F_5$	$F_6$	$F_7$	$F_8$	$F_9$	$F_{10}$	$F_{11}$	$F_{12}$	$F_{13}$	$F_{14}$	$F_{15}$	$F_{16}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Шесть функций нам известны по аналогии с функцией одного аргумента:  $F_1$  — константа 0,  $F_{16}$  — константа 1,  $F_4 = X_1$ ,  $F_6 = X_2$ ,  $F_{13} =$  отрицание  $X_1$ ,  $F_{11} =$  отрицание  $X_2$ . Оставшиеся функции имеют самостоятельное значение.

$F_2$  носит название *конъюнкции*, или *логического произведения*. Она равна 1, когда оба аргумента равны 1. Эти значения совпадают с произведением одноразрядных двоичных чисел. Для обозначения конъюнкции используют символы « $\wedge$ » или «\*». Часто ее называют операцией логического «И».

$F_3$  называют *запретом по  $X_2$* . Эта функция равна 1 только в одном случае — при равенстве первого аргумента «1», а второго «0». Если аргументы поменять местами, то можно найти еще одну функцию запрета —  $F_5$  (запрет по  $X_1$ ).

Функция  $F_7$  носит название *неравнозначности*. Иногда ее называют «сложение по модулю 2», так как значения этой функции представляют собой поразрядную сумму аргументов  $X_1$  и  $X_2$ .  $F_7$  принимает значение «1» тогда и только тогда, когда оба аргумента отличны друг от друга.

Функцию  $F_8$  называют *дизъюнкцией*, или *логическим сложением*, и обозначают символом «+» или « $\vee$ ». Она равна «1», если хотя бы один из аргументов равен «1». Данную функцию часто называют операцией «ИЛИ».

Функция  $F_9$  называется *функцией Даггера*, или *стрелкой Пирса*. Она равняется единице только в одном случае — при равенстве обоих аргументов нулю. Поэтому функцию Даггера часто называют операцией «ИЛИ-НЕ».

Функцию  $F_{10}$  называют *равнозначностью*, так как она принимает значение, равное «1», только при условии равенства обоих аргументов. Обозначают эту функцию символом « $\sim$ ».

Две функции —  $F_{12}$  и  $F_{14}$  — носят название *импликации и обратной импликации*. Эти функции обозначаются горизонтальной стрелкой и равны нулю только в одном случае — если первый аргумент равен нулю, а второй — единице, и наоборот.

Функция  $F_{15}$  называется *функцией Шеффера* и обозначается вертикальной чертой. Эта функция равна нулю только в одном случае — при равенстве единице обоих аргументов. Функцию Шеффера часто называют операцией «И–НЕ».

Из табл. 1.2 можно видеть, что все существующие функции из двух аргументов попарно связаны между собой с помощью инверсии. Сравнивая значения функций различных столбцов, видим, что можно выразить ряд одних функций через другие. Возникает вопрос, сколько и каких функций необходимо для представления любой функции двух аргументов. Такие наборы называют *функционально полными*. Оказывается, что таких наборов функций может быть несколько. Наибольшее распространение получил набор функций «И», «ИЛИ», «НЕ».

Строго говоря, набор «И», «ИЛИ», «НЕ» может быть сокращен до двух функций с помощью преобразования де Моргана, которое заключается в том, что конъюнкция представляется через дизъюнкцию, и наоборот. Однако такое сокращение не является особо выгодным. Указанное соотношение часто называют *законом инверсии* и используют при преобразовании логических выражений.

Интересно, что одна единственная функция Шеффера может составить функционально полный набор, т.е. с ее помощью можно построить любую переключательную функцию. Таким же замечательным свойством обладает стрелка Пирса.

Рассмотренные свойства 16 функций двух аргументов позволяют описывать функции большего, чем 2, числа аргументов, так как любую функцию можно представить как функцию двух аргументов.

### 1.3. ОСНОВЫ АЛГОРИТМИЗАЦИИ

Алгоритм — это конечная последовательность операторов из ограниченного набора, выполнение которой позволяет получить из конкретных исходных данных за конечное число шагов конкретный результат. При этом алгоритм должен обладать следующими свойствами:

- детерминированность (определенность), которая заключается в том, что каждому оператору соответствует однозначно определенное действие;
- результативность, т.е. получение во всех случаях конкретного конечного результата за конечное число шагов;
- массовость, т.е. возможность использования для большого набора исходных данных.

Существуют различные способы представления и записи алгоритмов: словесное описание, графическое в виде структурной схемы, на языке программирования. Словесное описание используется в основном для целей обучения, для введения основных понятий. Схемы алгоритмов используются при проектировании программ. Языки программирования — при записи алгоритма для последующего ввода в ЭВМ.

При записи алгоритмов используется пять основных алгоритмических операторов.

*Оператор присваивания* записывается в следующей форме: <ПЕРЕМЕННАЯ> := <ВЫРАЖЕНИЕ>, где «:=» — знак присваивания, <выражение> — переменные или константы, соединенные знаками операций (например,  $a := 2$ ). Действие оператора присваивания означает, что значение переменной, стоящей слева от знака «:=», заменяется на значение переменной, либо константы, либо выражения, стоящего справа от знака «:=».

*Оператор перехода* (безусловный переход) в словесной форме записывается в виде: <ПЕРЕЙТИ К ШАГУ №>. Действие оператора изменяет естественную последовательность выполнения операторов (в порядке номеров).

*Оператор ветвления* (условия). В словесной форме записывается в виде:

ЕСЛИ <ОТНОШЕНИЕ>, ТО {<1-й оператор> или <2-й оператор>},

где <ОТНОШЕНИЕ> — это переменная или константа, соединенная знаком отношения: <, >, = и др.

При выполнении отношения могут получиться логические значения: «ИСТИНА» или «ЛОЖЬ», которые можно обозначить 1 или 0. Фигурные скобки обозначают, что выполняется один из перечисленных операторов (1-й или 2-й).

Действие оператора вызывает альтернативное изменение естественной последовательности либо выполнение дополнительного

действия (например, оператор присваивания) в зависимости от условий выполнения <ОТНОШЕНИЕ>. В результате выполнения всегда существует две альтернативы: либо выполнение алгоритма обычным последовательным ходом, т.е. выполнение 1-го оператора, если значение <ОТНОШЕНИЕ> истинно, либо выполнение 2-го оператора, если значение <ОТНОШЕНИЕ> ложно.

*Оператор ввода* в словесной форме записывается в виде:

**ВВОД (<СПИСОК ПЕРЕМЕННЫХ>),**

где список переменных — перечень переменных через запятую, например ВВОД (X, Y). Действие оператора — задание конкретных значений переменным списка. В программировании соответствует передаче в память ЭВМ конкретных значений переменных.

*Оператор вывода* в словесной форме можно представить так:

**ПЕЧАТЬ (<СПИСОК ПЕРЕМЕННЫХ>),**

где список переменных — перечень переменных через запятую, например Печать (X, Y). Действие оператора — выдача конкретных значений переменных списка (например, на устройство печати для представления результатов). Необходимо отметить, что в списке переменных могут встречаться не только переменные, но и константы, в частности символьные константы. Символьные константы — это текст, заключенный в кавычки, например: «ЗНАЧЕНИЕ ПЕРЕМЕННОЙ X=». Тогда на печать вместе со значением переменной можно выдать пояснительный текст.

При записи алгоритмов используют также пустые операторы, которые в словесном виде записываются как НАЧАЛО и КОНЕЦ. Данные операторы служат для указания начала алгоритма и его окончания.

## 1.4. АРИФМЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭВМ

В ЭВМ арифметические действия производятся над числами, представленными в виде специальных машинных кодов в принятой для данной машины системе счисления.

Под системой счисления понимается способ наименования и изображения чисел с помощью символов, имеющих определенное количественное значение. Используемые для изображения чисел символы называются цифрами.

Существуют позиционные и непозиционные системы счисления. *Позиционной системой счисления* называется такая, в которой количественное значение каждой цифры зависит от ее места (позиции) в числе, например арабская система счисления, которой мы широко пользуемся.

В *непозиционной системе счисления* цифры не меняют своего количественного значения при изменении положения в записи числа, например римская система счисления. Здесь число выражается совокупностью цифр, значение которой определяется конфигурацией символов.

Римская система счисления относится к аддитивным непозиционным системам, в которых значения числа получаются суммированием значений цифр, а соседние цифры получаются сложением или вычитанием. Существуют еще *мультипликативные системы счисления*, которые используют операцию умножения для получения соседних цифр.

Одна из наиболее древних систем счисления — египетская иероглифическая, которая возникла 2500—3000 лет до н.э. Эта система является аддитивной непозиционной десятичной. Числа в ней получаются в виде сумм рядом стоящих цифр.

Более совершенными были алфавитные системы — ионийская, еврейская, славянская, арабская, грузинская, армянская. Наиболее ранняя из них — ионийская, V век до н.э. В алфавитных системах числа от 1 до 9, десятки и сотни обозначались буквами алфавита с отличительной чертой. Арифметические операции в этих системах выполняются значительно легче, чем в аддитивных непозиционных.

Наиболее ранней из позиционных систем счисления была вавилонская, возникшая за 2000 лет до н.э. Позиционной с основанием 20 была система, которой пользовалось индейское племя майя в Центральной Америке. Ее возникновение относится к середине I тысячелетия н.э.

Современная десятичная система счисления возникла в Индии не позднее V в. н.э. До этого времени в Индии применялись аддитивные и мультипликативные системы. Вскоре после возникновения десятичная система была заимствована другими народами, в том числе и арабами. Появление ее в Европе связано с переводом арабских рукописей. В России замена алфавитной системы на десятичную позиционную произошла в начале XVIII в.

Достоинство позиционной системы — компактность записи, недостаток — наличие переносов при выполнении арифметических операций с числами.

В позиционных системах счисления различают однородные и неоднородные (смешанные) системы. *Однородная* — это система, в которой количество допустимых символов всех разрядов одинаково. *Неоднородная* система — это система, в которой количество допустимых цифр для разных разрядов различно. Например, система измерения времени: в разряде часов 24 символа, в разрядах минут и секунд — 60.

В вычислительной технике нашли применение в основном однородные позиционные системы счисления со значением основания  $n = 1$  (унитарная), 2, 3, 8, 10, 16. Наиболее широко используется двоичная система. Есть машины с троичным представлением чисел. Используется также смешанная однородная двоично-десятичная система.

Вернемся к однородной позиционной системе счисления. Запись числа в такой системе можно представить следующим образом:

$$A = a_{m-1}a_{m-2} \dots a_k \dots a_1a_0, a_{-1} \dots a_{-k},$$

т.е. в виде последовательности цифр. Позиции с индексом  $k$  называются разрядами числа.

Число получается в виде суммы:

$$A = [a_{m-1}N^{m-1} + a_{m-2}N^{m-2} + \dots + a_1N + a_0 + a_{-1}N^{-1} + \dots + a_{-l}N^{-l}],$$

где  $N$  — основание системы,  $m$  — позиция.

Основание системы счисления определяет и ее название: десятичная, двоичная и др.

В ЭВМ наиболее просто реализуются процессы выполнения арифметических и логических действий над числами в двоичной системе, так как:

- в ЭВМ используются логические элементы с двумя устойчивыми состояниями;
- для реализации двоичных чисел требуется меньшее количество элементов по сравнению, например, с десятичной (наиболее экономная в этом смысле троичная система);
- в двоичной системе просто реализовать арифметические и логические операции над числами.

Обычно при арифметических операциях числа имеют одинаковое количество разрядов. Однако для увеличения точности в машинах может предусматриваться увеличение разрядов в 2 раза. Наибольший интерес представляет выполнение операций умножения и деления.

В запоминающем устройстве ЭВМ числа хранятся в прямом коде, где старший разряд определяет знак числа — 0 для положительных и

1 для отрицательных чисел соответственно. Операции алгебраического сложения или вычитания осуществляются с учетом знаков, при этом одно из чисел представляется в обратном (дополнение двоичного числа в прямом коде до максимально возможного в данном количестве разрядов) или дополнительном коде (обратный код + 1). При отсылке результатов в запоминающее устройство производится преобразование обратного и дополнительного кодов в прямой.

При умножении цифровая часть числа и знаковая разделяются в операции. Знак анализируется отдельно, а цифровые части рассматриваются как абсолютные числа.

Процесс перемножения цифровых частей сомножителей заключается в поразрядном умножении цифровой части множимого на каждую цифру множителя. При этом умножение может производиться со сдвигом множимого или сумм частных произведений как влево, так и вправо. Сдвиги влево происходят в случае, если умножение осуществляется с младшего разряда множителя, вправо — если оно начинается со старшего.

Процесс деления в машинах состоит из последовательности операций вычитания и сдвигов, во многом аналогичен делению вручную. В то же время процесс машинного деления имеет специфические особенности. Одна из них — представление делителя в дополнительном или обратном коде при вычитании его из делимого или остатков.

Другая особенность заключается в том, что перед каждым очередным вычитанием обычно сдвигается на разряд влево остаток, получаемый на предыдущем шаге деления, а не делитель вправо, как это делается вручную. Существует два метода деления: с восстановлением остатка и без восстановления остатка. Если при делении с восстановлением остатка очередной остаток отрицательный, то для получения следующего разряда частного восстанавливается предыдущий положительный остаток путем прибавления делителя к отрицательному остатку. Восстановленный остаток сдвигается на один разряд влево, и теперь уже из него вычитается делитель.

При втором методе деления отрицательный остаток не восстанавливается. Для определения очередного разряда частного отрицательный остаток сдвигается на один разряд влево, и к нему прибавляется делитель. Поскольку сдвиг двоичного остатка на один разряд влево соответствует в этом случае умножению его на  $10_2$ , то прибавление к сдвинутому отрицательному остатку делителя равносильно вычитанию делителя для предварительно восстановленного и сдвинутого остатка,

следовательно, при таком способе продолжения деления восстановление остатка происходит автоматически.

Знак определяется аналогично умножению и добавляется после.

Арифметические операции над числами с плавающей запятой отличаются от предыдущих тем, что здесь вводятся операции над порядками — как с целью определения порядка результата, так и для подготовки мантисс, например к сложению и вычитанию.

При выполнении операции сложения коды чисел при выборе из запоминающего устройства разделяются на порядки и мантиссы, затем они поступают в различные схемы арифметико-логического устройства. В схемах, оперирующих с порядками, они сравниваются. Наиболее просто это осуществляется, если вместо истинных порядков используются характеристики. Если порядки слагаемых неодинаковы, то осуществляется выравнивание порядков путем сдвига вправо мантиссы числа с меньшим порядком и, соответственно, увеличением последнего. Поскольку мантиссы представляются меньшими единицы, то чтобы не получить мантиссы больше единицы, порядки следует выравнивать в сторону большего порядка.

Таким образом, сложение чисел с разными порядками состоит из трех этапов:

- выравнивания порядков слагаемых;
- сложения мантисс;
- нормализации результата (значение мантиссы принимает значение от 0,1 до 1).

Мантиссы слагаемых с выровненными порядками складываются аналогично сложению чисел с фиксированной запятой. Для представления отрицательных мантисс используют дополнительный и обратный коды.

Результат алгебраического сложения может превысить максимально возможное число, которое может быть представлено в машине. В этом случае возникает сигнал прерывания или аварийный останов.

При вычитании в машине производится вычитание чисел с разными порядками или алгебраическое сложение чисел с разными знаками.

Это производится аналогично сложению в три этапа:

- выравнивание порядка;
- вычитание мантисс;
- нормализация результата.

Перед выравниванием порядка анализируется знак вычитаемого и меняется на обратный. Далее все делается, как при сложении.

При операции умножения перемножение мантисс чисел, представленных в форме с плавающей запятой, выполняется аналогично умножению чисел, представленных в естественной форме с фиксированной запятой. Порядок произведения определяется путем суммирования порядков сомножителей.

В общем случае процесс умножения состоит из следующих этапов:

- определение знака произведения путем сложения знаковых разрядов мантисс сомножителей;
- определение порядка произведения;
- перемножение мантисс;
- нормализация результата.

При делении чисел, представленных в полулогарифмическом масштабе, мантисса частного определяется путем деления мантисс делимого на мантиссу делителя, а порядок частного — вычитанием порядка делителя из порядка делимого. Деление мантисс выполняется точно так же, как и деление чисел с фиксированной запятой, выраженных в виде правильных дробей.

В общем случае процесс деления в машинах с плавающей запятой состоит из следующих этапов:

- определение знака частного;
- определение порядка частного;
- деление мантисс;
- нормализация результата.

# ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА

## 2.1. ТЕКСТОВЫЕ РЕДАКТОРЫ

### Введение

Общее название программных средств, предназначенных для создания, редактирования и форматирования простых и комплексных текстовых документов — текстовые процессоры. В настоящее время наибольшее распространение имеет текстовый процессор Microsoft Word (MS Word). Это связано прежде всего с тем, что разработчики предусмотрели локализацию программы в России путем включения в нее средств поддержки работы с документами, выполненными на русском языке.

### Возможности MS Word

В основном текстовый процессор предназначен для работы с текстом, но это не исключает работу с графикой. Под графикой подразумеваются рисованные картинки, фотографии, а также фигуры, создаваемые вручную. Встроенный редактор формул позволяет строить самые сложные математические и химические формулы.

Кроме всего перечисленного в MS Word имеется множество дополнительных функций, ускоряющих и облегчающих работу с текстом:

- расстановка переносов;
- изменение масштаба просмотра документа;
- автоматическая нумерация страниц;
- создание границ вокруг текста и страниц;
- обтекание текстом изображений;
- разработка своего стиля и использование его в дальнейшем для быстрого форматирования текста;
- поддержка нескольких словарей для проверки правописания;
- работа с макросами;
- поддержка нескольких окон;

- удобная справочная система;
- проверка орфографии, грамматики и синтаксиса;
- настройка панелей инструментов (добавление и удаление кнопок и команд);
- возможность предварительного просмотра перед печатью;
- настройка параметров страницы и поддержка нестандартных форматов бумаги;
- вставка специальных символов.

### Основные объекты и приемы работы с MS Word

Любой текст, набранный в MS Word, называется *документом*. Каждый документ получает свое собственное имя.

*Окно* — прямоугольная область, в которой располагается активный документ.

При работе с компьютером наиболее часто используется манипулятор «мышь». Выражение «Щелчок» означает одинарное нажатие кнопки мыши. «Двойной щелчок» — соответственно два поочередных быстрых нажатия кнопки.

В большинстве случаев используют левую кнопку мыши; правую кнопку применяют в основном для вызова контекстного меню с дополнительными функциями.

Все перемещения по столу мыши на экране повторяет так называемый *указатель*. Основная (но не единственная) его форма — стрелка.

Ввод текста с клавиатуры называется *набором*, а вывод на принтер — *печатью*.

### Запуск MS Word

Существует несколько способов запуска MS Word, как и любого другого приложения, работающего под управлением операционной системы Windows. Запустить MS Word можно одним из перечисленных ниже способов.

1. Выбрать соответствующую команду в стартовом меню (Пуск → Программы → Microsoft Word).
2. С помощью ярлыка MS Word, расположенного на рабочем столе.
3. С помощью кнопки MS Word, расположенной на одной из панелей быстрого запуска Панели задач.

Если необходимо не только запустить MS Word, но и открыть документ, можно использовать программу Проводник:

- 1) запустить Проводник любым известным способом;

2) открыть папку, содержащую требуемый файл MS Word, и дважды щелкнуть по его значку левой клавишей мыши.

Можно использовать меню **Пуск**→**Документы**. В появившемся на экране списке содержатся наименования документов, с которыми пользователь работал в последнее время. Щелкнуть мышью по наименованию требуемого документа.

### Структура окна MS Word

Главное окно MS Word, содержащее пустой документ, показано на рис. 2.1.

Главное окно можно разделить на пять основных областей:

- 1) строка заголовка;
- 2) строка меню;
- 3) панели управления;
- 4) рабочая область;
- 5) строка состояния.

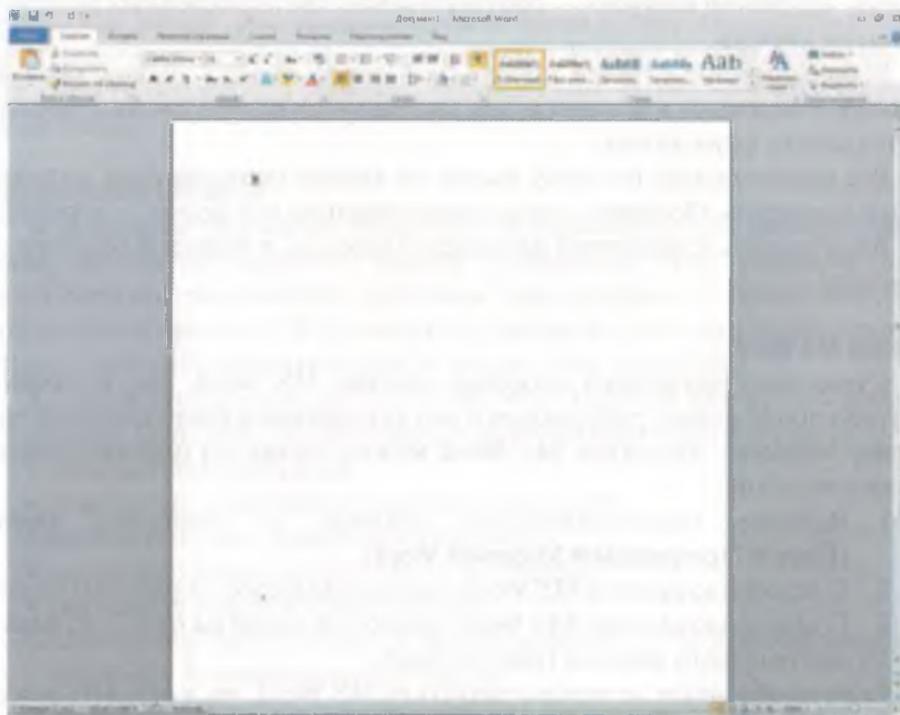


Рис. 2.1. Главное окно редактора MS Word

### Строка заголовка

Строка заголовка, помимо заголовка приложения, содержит кнопку системного меню и кнопки управления окном. Команды системного меню в основном дублируют кнопки управления (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Кнопки управления размером окна

Кнопка	Назначение
	Свернуть окно в Панель задач
	Полноэкранный режим представления окна
	Отображение окна в нормальном виде
	Закрытие окна

### Строка меню

Строка меню содержит команды основного меню. Все команды являются иерархическими. Это означает, что при выборе одной из таких команд на экране появляется меню следующего уровня. Для ускорения выполнения многих операций существует контекстное меню, оно позволяет выполнить многие операции, не обращаясь к строке меню. Для вызова контекстного меню необходимо нажать правой кнопкой мыши на объекте в документе, с которым нужно выполнить действие. Содержание меню зависит от того, что вы имеете право выполнить с выделенным объектом в настоящий момент.

### Панели инструментов

Панели инструментов предоставляют в распоряжение удобное средство для быстрого выполнения команд и процедур. Для того чтобы выполнить команду или процедуру, представленную на панели инструментов соответствующей кнопкой, достаточно установить курсор мыши на эту кнопку и нажать левую клавишу мыши.

### Строка состояния

Строка состояния расположена в нижней части окна. В левой части строки состояния отображается информация о текущем документе.

Кроме того, строка состояния содержит индикаторы режима работы, которые информируют, в каком из режимов редактор работает в настоящий момент. Черный цвет индикаторов соответствует включенному состоянию режима, серый — выключенному.

## Контекстное меню

Контекстное меню позволяет выполнять многие из команд, не обращаясь к строке меню. Это средство позволяет ускорить выполнение многих операций. Для вызова контекстного меню необходимо нажать правой кнопкой мыши на том объекте, с которым необходимо произвести действие, или Shift+F10 на клавиатуре. Содержание меню определяется тем, что пользователь делает в данный момент, и включает только самые необходимые команды.

## Выход из MS Word

После завершения текущего сеанса работы необходимо выйти из MS Word. Для этого можно воспользоваться одним из следующих способов.

- Выбрать меню **Файл** → **Выход**.
- Выбрать пункт **Закреть** в системном меню главного окна MS Word.
- Установить указатель мыши на значок системного меню в главном окне MS Word и дважды щелкнуть левой кнопкой мыши.
- Нажать кнопку **Закреть** в строке заголовка главного окна.
- Нажать Alt+F4 на клавиатуре.

Если в каком-либо из открытых окон содержится несохраненная информация, то MS Word предложит сохранить или не сохранить изменения в документе.

## Справочная система MS Word

Подобно большинству наиболее популярных программ, MS Word имеет контекстно-зависимую справочную систему. Это означает, что можно получить справку по использованию средства, с которым идет работа в настоящий момент.

Для получения справочной информации достаточно нажать клавишу F1 в любой момент сеанса работы с MS Word.

## Создание и сохранение документов в MS Word

Работа в текстовом процессоре MS Word начинается с создания документа и выполнения следующих операций.

- Ввод текста.
- Редактирование текста.
- Форматирование символов.
- Форматирование абзацев.
- Вставка иллюстраций.

- Вставка сносок.
- Вставка колонтитулов.
- Форматирование страниц.

В текстовом процессоре MS Word принято использовать два метода создания нового документа: на основе готового шаблона или на основе существующего документа. Второй метод проще, но первый более корректен.

Мои документы — традиционная папка для хранения авторских документов в операционных системах Windows.

Избранное — особая логическая папка пользователя, предназначенная для хранения ярлыков Web-страниц.

Web-папки — особые папки, хранящиеся в Web-структурах, например в WorldWideWeb или в корпоративной сети Intranet. В общем случае при использовании Web-папок сохранение документа происходит не на локальном компьютере, а на удаленном Web-сервере.

При необходимости сохранить документ в произвольную папку, не представленную в данном списке, следует выполнить навигацию по файловой структуре с использованием раскрывающей кнопки на правом краю поля Папка.

### Специальные средства ввода текста

Текст вводится с помощью алфавитно-цифровых клавиш. Для ввода прописных букв используется клавиша Shift. Если нужно ввести длинный ряд (поток) прописных символов, клавиатуру можно переключить с помощью клавиши Caps Lock.

При вводе текста необходимо соблюдать следующие правила.

- Во всех современных текстовых редакторах переход на новую строку в процессе набора текста происходит автоматически, не требуя ввода специального символа.
- Окончание абзаца определяется нажатием клавиши Enter, что позволяет перейти на новую строку.
- Пробел обязателен после знака препинания; перед знаком препинания пробел не ставится.
- Специальные знаки препинания устанавливаются с помощью комбинаций клавиш (табл. 2.2).

Место документа, в которое происходит ввод текста (точка ввода), отмечается на экране вертикальной чертой, которую называют *курсором*. Не следует путать курсор с указателем мыши, это два разных понятия.

Таблица 2.2. Клавиши установки специальных знаков препинания

Знаки	Клавиша или комбинация клавиш
Дефис	<->
Неразрывный дефис	<Ctrl>+<Shift>+<дефис>
Тире	<Ctrl>+<серый минус>
Неразрывный пробел	<Ctrl>+<Shift>+<пробел>

тия: указатель — активный элемент управления, а курсор — это только маркер, не выходящий за пределы документа.

Все операции ввода, редактирования и форматирования текста протоколируются текстовым процессором, и поэтому некоторое количество последних действий можно отменить. Последние действия отменяют комбинацией клавиш CTRL+Z или кнопкой Undo (оборотная стрелка в верхнем меню).

После отмены действия существует возможность вернуться к состоянию, предшествовавшему отмене. Для этого служит кнопка в верхнем меню, следующая за Undo.

После открытия программы MS Word можно сразу начать вводить текст. До тех пор пока файл не сохранен, документ временно находится в оперативной памяти. Для его сохранения необходимо записать его на жесткий диск, воспользовавшись командой **Файл→Сохранить**.

При первом сохранении документа необходимо указать в окне диалога **Сохранить как** имя файла, в котором будет храниться документ. В последующих сеансах работы файл можно оставить под тем же именем (**Файл→Сохранить**) или под другим именем (**Файл→Сохранить как**), в том числе на другом внешнем устройстве. Кроме того, для сохранения файла можно воспользоваться кнопкой **Сохранить** на стандартной панели инструментов или комбинацией клавиш Shift+F12.

## Создание документа

При создании нового документа MS Word строит его на основе одного из шаблонов. Шаблон определяет совокупность параметров, с помощью которых будет осуществляться форматирование документа. К этим параметрам можно отнести начертание шрифта, величину полей, установки табуляторов и т.д.

По умолчанию для создания документа используется шаблон «Обычный». Этот шаблон полезен в тех случаях, когда нужен пустой

документ и при этом к документу не предъявляется каких-либо специальных требований по оформлению или форматированию.

Основным средством открытия существующего документа MS Word является команда **Файл→Открыть**.

По умолчанию окно диалога Открытие документа содержит список документов папки «Мои документы». Необходимо найти нужный документ в соответствующей папке и нажать в окне кнопку Открыть или дважды щелкнуть мышкой по значку документа.

MS Word запоминает место расположения определенного количества последних документов, с которыми работал пользователь. Обычно они внесены в список меню **Файл→Последние**.

Для открытия недавно закрытого файла нужно открыть меню **Файл→Последние** и выбрать имя файла из представленного списка.

MS Word позволяет открывать файлы, созданные в других форматах, например, MS Word Perfect, MS Word для DOS, MS Word Star, Works и др. Для этого используется обычный путь: **Файл→Открыть**, но в строке «Тип файла» нужно выбрать соответствующий тип или указать «Все файлы», тогда в основном окне появится список всех файлов, из которых нужно выбрать нужный.

Иногда возникает необходимость работать с несколькими документами одновременно. Это удобно как при просмотре версий одного документа, когда можно легко скопировать или переместить текст или рисунок, редактировать их, так и при работе с разными документами.

В процессе работы можно открывать уже существующие документы или создавать новые, вывести их на экран одновременно в виде окон или показывать по мере необходимости, используя меню **Вид**.

Для того, чтобы разделить экран на две части, надо выбрать команду **Вид→Разделить**, установить указатель мыши на разделительной линии и, передвинув его в нужном направлении, отпустить кнопку мыши. Если нужно увидеть одновременно все открытые документы, выбрать команду **Вид→Упорядочить все**.

В список меню **Окно** MS Word вносит все открытые в настоящее время файлы. Кроме того, все открытые документы представлены на Панели задач внизу экрана.

Для сохранения документа необходимо выбрать пункт меню **Файл→Сохранить** или нажать клавишу F12.

Документ, в который вносятся какие-то изменения, надо также периодически сохранять. Все изменения во время работы находятся в оперативной памяти и не гарантированы от случайностей, одна из ко-

торых — сбой питания в электрической сети — в одно мгновение может уничтожить труд, на который потрачено значительное время. Процедура сохранения заключается в следующем: надо установить указатель мыши на кнопку с изображением дискеты и щелкнуть левой кнопкой мыши. Только после этого изменения в документе будут записаны на жесткий диск.

В MS Word предусмотрена возможность автоматического сохранения документа с определенным временным интервалом. При автоматическом сохранении документ будет временно сохранен в специальном, созданном для этого системой рабочем файле. Однако в конце сеанса работы необходимо сохранить файл, как обычно, используя команду **Файл**→**Сохранить** или **Файл**→**Сохранить как**. Таким образом, использование автоматического сохранения не освобождает от сохранения в процессе и в конце работы, зато страхует от потери информации.

После того как работа с документом окончена и файл сохранен, документ можно закрыть. Если открыто сразу несколько документов, необходимо закрыть каждый документ в отдельности.

## Редактирование документа

Под редактированием подразумевается внесение каких-либо изменений в существующий документ. Работа с документом в MS Word может осуществляться в одном из следующих режимов.

- Обычный режим.
- Режим разметки страницы.
- Режим схемы документа.
- Режим предварительного просмотра.
- Полноэкранный режим.
- Режим структуры документа.
- Режим главного документа.
- Режим Web-документа.

При редактировании документа используют первые три режима.

*Обычный режим* обеспечивает наиболее высокую скорость работы с документом. Однако часть элементов оформления в этом режиме оказывается недоступна.

*Режим разметки страницы* позволяет получить представление о странице документа.

*Режим структуры документа* предоставляет удобные средства для работы со структурой.

*Режим главного документа* основан на режиме структуры. Он полезен при работе с большими документами и позволяет оптимизировать некоторые процедуры.

*Режим схемы документа* специально предназначен для чтения документа с экрана. Это режим MS Word, предлагаемый для применения в Internet. При этом страница делится на две части: схему документа и текст, который представлен более крупными буквами; длина строки изменяется, чтобы помещаться в окне целиком. Схема документа очень удобна для быстрого поиска нужного раздела в большом документе.

*Режим Web-документа* применяется в Internet.

Все режимы можно сочетать для удобства пользователя, а также применять независимо друг от друга.

Режим *предварительного просмотра* и *полноэкранный режим*, как правило, не используются для редактирования документа.

### **Основные приемы редактирования**

Самые простые операции редактирования сводятся к вставке или удалению символа. Вставка символа осуществляется его непосредственным вводом с клавиатуры. Для удаления символа используются клавиши Delete и Backspace в зависимости от того, требуется удалить символ справа или слева от курсора. Более сложные операции предполагают работу с фрагментами документа, которые могут содержать рисунки, таблицы и другие объекты. В MS Word можно перемещать, копировать и удалять фрагменты документа. Однако прежде чем приступить к операциям с фрагментами, необходимо выделить фрагмент в документе. Для выделения текста можно использовать мышь или клавиатуру.

Мышь удобна при выделении небольших фрагментов текста. С помощью нее можно выделить фрагмент произвольного размера (табл. 2.3).

Выделенный фрагмент текста изменяет свою окраску на инверсную. Для отмены выделения нужно щелкнуть мышью в произвольном месте документа.

Для выделения больших фрагментов, когда осуществляется прокрутка выделяемого текста в окне, такой способ неудобен. В этом случае целесообразно использовать клавиатуру или комбинировать мышь с клавиатурой, что дает более удобные средства выделения. Ниже приведены клавишные команды для выделения текста (табл. 2.4).

Дополнительные средства выделения предоставляет клавиша F8. Каждое нажатие этой клавиши расширяет фрагмент выделения текста (табл. 2.5).

Таблица 2.3. Выделение фрагментов текста с помощью манипулятора «мышь»

Для выделения...	Выполнить действие
Слова	Двойной щелчок мышью по требуемому слову
Строки	Установить указатель мыши напротив выделяемой строки слева от документа, вне его пределов. Указатель изменит вид на наклонную стрелку, указывающую на нужную строку. Нажать кнопку мыши
Абзаца	Установить указатель мыши у выделяемого абзаца слева от документа, вне его пределов. Дважды нажать кнопку мыши
Фрагмента произвольного размера	Установить указатель мыши в начале фрагмента. Нажать кнопку мыши и, не отпуская ее, переместить указатель в конец фрагмента. Для завершения выделения отпустите кнопку мыши

Таблица 2.4. Выделение текста с помощью клавиатуры

Для выделения...	Нажать
Слова	Shift+Ctrl + -> (или <-)
Текста до начала строки	Shift+Home
Текста до конца строки	Shift+End
Расширить (или сузить) выделение фрагмента на одну строку	Shift+«стрелка вверх» или «стрелка вниз»
Фрагмента до начала документа	Shift+Ctrl+Home
Фрагмента до конца документа	Shift+Ctrl+End

Таблица 2.5. Выделение текста с помощью клавиши F8

Для выделения...	Нажать F8
Слова	2 раза
Предложения	3 раза
Абзаца	4 раза
Главы	5 раз
Всего документа	6 раз

Для отмены режима выделения необходимо нажать клавишу Esc.

Довольно часто при редактировании документа приходится удалять фрагмент документа. В MS Word эта процедура выполняется достаточно просто. Ниже приведены клавиши, предназначенные для удаления отдельного слова или символа (табл. 2.6).

**Таблица 2.6.** Способы удаления слова или символа

Для удаления...	Нажать клавиши
Символа справа от курсора	Delete
Символа слева от курсора	Backspace
Следующего слова	Ctrl+Delete
Предыдущего слова	Ctrl+Backspace

Для удаления фрагмента документа необходимо выделить его, воспользовавшись любым из известных способов, а затем нажать клавишу Delete или Backspace.

### **Перемещение и копирование фрагмента документа**

Наиболее простой способ перемещения и копирования фрагмента документа, содержащего текст и другие объекты, — способ, называемый Перенести–и–оставить. Этот способ предполагает выполнение следующей последовательности действий.

1. Выделить требуемый фрагмент.
2. Установить указатель мыши в пределах выделенного фрагмента.
3. Нажать кнопку мыши и, удерживая ее в нажатом состоянии, переместить фрагмент в требуемое место. При нажатии кнопки мыши указатель принимает вид наклонной стрелки, на нижнем конце которой расположен пунктирный прямоугольник; в процессе перемещения в документе отображается пунктирная вертикальная черта, указывающая то место, которое займет фрагмент, если в этот момент будет отпущена кнопка мыши.
4. Для завершения перемещения отпустить кнопку мыши.

Копирование фрагмента осуществляется аналогичным образом, но перед нажатием мышью выделенного фрагмента необходимо нажать клавишу Ctrl и удерживать ее до тех пор, пока фрагмент не будет скопирован.

Для переноса фрагмента на большое расстояние этот способ становится неудобным. Необходимо поступить следующим образом.

1. Выделить требуемый фрагмент.
2. Нажать клавишу F2.

3. Установить указатель мыши в то место, куда нужно переместить фрагмент.
4. Нажать Enter.

Копирование фрагмента отличается тем, что вместо клавиши F2 следует нажать Shift+F2.

Для копирования и перемещения текста можно воспользоваться буфером обмена.

Буфер обмена представляет собой область временного хранения информации. Это средство MS Office. С помощью буфера обмена можно:

- вырезать фрагмент документа, содержащий текст и другие объекты, из одного места и вставить в другое место;
- перенести целый документ или его часть в другой документ;
- скопировать фрагмент в буфер, не удаляя его из документа, что позволяет многократно использовать его в различных местах документа и в других документах.

### Специальные средства редактирования

Помимо простейших средств, описанных выше, в процессе редактирования можно использовать инструмент поиска и замены, который позволяет найти в документе нужное место или формат, а также осуществить контекстную замену всех вхождений указанных символов.

Немаловажный вопрос редактирования — проверка орфографии, грамматики и стиля.

На заключительном этапе редактирования возможно выполнение переноса слов, позволяющего более компактно расположить текст в документе.

С помощью инструмента поиска—замены можно найти и заменить не только фрагменты текста, стили оформления или абзацы. Этот инструмент полезен и в тех случаях, когда в документе использовались иностранные слова, термины, команды и фразы, которые необходимо заменить русскими словами.

Проверка правописания облегчает работу над документом, но ни одно средство проверки правописания не избавляет от внимательной проверки документа на заключительном этапе работы.

Перенос слов целесообразно выполнять на завершающей стадии редактирования. Разделение слов для переноса в документе может осуществляться автоматически или вручную. В режиме автоматического переноса в новом документе MS Word разделяет слова в тексте по мере ввода, без участия пользователя. Недостаток автоматического переноса — отсутствие контроля при переносе слов. Принудительный перенос

позволяет осуществить контроль, предлагая варианты для переноса и предоставляя возможность решить, где именно он будет выполнен.

### **Форматирование символов**

Форматирование символов включает в себя установку различных параметров шрифта, интервалов между символами и смещений. С помощью этих средств можно выделить в документе наиболее важные места (например, заголовки). Кроме того, существуют дополнительные средства, позволяющие устанавливать отображение символов малыми прописными буквами, в виде верхних и нижних индексов. Помимо этих средств форматирования, при работе над документом могут быть использованы специальные символы шрифтов, которые позволяют внести разнообразие в оформление документа.

В понятие шрифта входят параметры: тип и размер шрифта, начертание, цвет, специальные эффекты.

Существует множество разнообразных шрифтов, предназначенных для различных целей. Для каждого конкретного случая принято использовать шрифты определенного размера: для основного текста обычно выбирают размер 10–12 пт, для заголовков — более крупные размеры (14 пт и выше), для сносок и примечаний — 8 пт.

При работе с текстом пользователь неизбежно сталкивается с понятием абзаца. Абзац — это фрагмент текста или графики, ограниченный символом абзаца. Знак абзаца (или маркер абзаца) — непечатаемый символ, который содержит все параметры форматирования соответствующего абзаца. Таким образом, абзац также является объектом форматирования.

При форматировании абзаца оперируют следующими понятиями.

Отступ — устанавливает расстояние текста абзаца (или только первой строки) от поля страницы.

Выравнивание текста — распределение текста на строке.

Табуляция — применяется для создания фиксированного отступа в начале первой строки каждого абзаца, а также позволяет оформить текст в несколько выровненных колонок.

Междустрочный интервал — позволяет установить расстояние между строками абзаца.

Кроме междустрочного интервала, можно установить расстояние перед абзацем и после него.

Границы, заливка и узор — предназначены для создания дизайна абзаца.

При создании новых абзацев на них распространяются все установленные параметры форматирования абзаца для данного стиля. Это происходит при каждом нажатии клавиши Enter.

Символы абзаца можно вывести на экран или спрятать в зависимости от действий, выполняемых в настоящий момент. При редактировании текста целесообразно установить режим, при котором символы абзаца будут отображаться на экране.

Для выполнения этой процедуры можно воспользоваться стандартной панелью управления или клавиатурой:

- нажать кнопку Отобразить все знаки  на панели инструментов;
- нажать комбинацию клавиш Ctrl+Shift+\*.

Оба эти способа являются переключателями, повторное нажатие комбинации клавиш или кнопки на стандартной панели инструментов приведет к исчезновению с экрана всех непечатаемых символов.

Правила оформления различных документов иногда требуют наличия в документах списков. Принято выделять три типа списков.

- Маркированные списки (или списки-бюллетени) используются при перечислении или выделении отдельных фрагментов текста. В качестве примера можно указать на данный фрагмент текста, оформленный с помощью средств маркированного списка.
- Нумерованные списки полезны в тех случаях, когда нужно определить порядок изложения.
- Многоуровневые (или иерархические) списки, т.е. имеющие несколько уровней. В таких списках допустимы как нумерованные элементы, так и символы маркера.

### Использование стилей для форматирования документа

Стиль — это совокупность параметров форматирования, имеющая свое название.

Для того чтобы текст был удобен для чтения, его необходимо отформатировать следующим образом: выделить заголовки, оформить подзаголовки в соответствии с их уровнем, выполнить подписи к рисункам и таблицам, выделить новые термины, примечания, установить колонтитулы и т.д. Форматировать каждый из элементов вручную долго и неэффективно. С помощью же стилей можно установить несколько параметров форматирования за один шаг. При этом для каждого из элементов оформления можно установить собственный стиль, который будет иметь уникальное наименование. Достаточно установить

требуемые стили, а затем каждый раз просто выбирать из списка необходимый. Использование стилей позволяет повысить эффективность и ускорить выполнение работы.

В MS Word стиль может быть применен как к целому абзацу, так и к нескольким символам.

В качестве основного стиля, установленного по умолчанию, используется стиль «Обычный». Этот стиль применяется для основного текста любого документа и служит основой для создания других стилей. Параметры форматирования можно узнать из описания стиля, содержащегося в окнах диалога Стиль, Изменение стиля, Создание стиля, Организатор. Все перечисленные выше окна диалога содержат раздел Описание, в котором представлены все параметры формата.

## Оглавление

Оглавление можно создать с помощью встроенных стилей форматирования, предлагаемых MS Word. Создание оглавления сводится к сбору тех заголовков, которым назначены стили Заголовок 1–Заголовок 9. Поэтому перед составлением оглавления следует убедиться, что заголовкам разделов, глав и параграфов назначены именно эти стили.

В набор заголовков документа редко включают заголовки всех уровней. Оглавление, содержащее названия всех частей документа, может выглядеть слишком громоздким. С другой стороны, оглавление, содержащее только заголовки верхнего уровня, дает слишком мало информации о содержании документа.

## Автоформат

Автоформат может форматировать документ без участия пользователя. MS Word производит анализ документа, идентифицирует отдельные элементы, а затем форматирует текст, применяя стили подключенного шаблона.

Автоформатирование можно производить как по мере ввода текста, так и после его ввода. При этом пользователь оставляет за собой право принять или отвергнуть форматирование, произведенное с помощью автоформата. Кроме того, можно частично принять внесенные изменения, а от части их отказаться.

Автоформатирование в процессе ввода — одно из наиболее удачных средств, облегчающих создание документа.

При автоматическом форматировании документа MS Word производит следующие изменения:

- к каждому абзацу применяется стиль;
- удаляются лишние маркеры абзацев;
- отступы, сделанные с помощью клавиши Tab, заменяются на отступы абзацев;
- вместо звездочек (\*), дефисов (-) или аналогичных символов, используемых для обозначения маркированных списков, вставляются символы бюллетеня;
- символы (с), (г) и (тм) заменяются на символы из установленного шрифта: символ авторского права, символ зарегистрированного товарного знака и символ товарного знака ©, ® и ™.

С помощью кнопки Автоформат можно быстро отформатировать текст и, если результат неудовлетворителен, можно отменить автоформатирование нажатием кнопки Отменить.

### Форматирование страниц документа

В документе или печатном издании страница оформляется по определенным правилам. Обычно на странице имеются поля: боковые, верхнее и нижнее. Боковые поля могут использоваться под переплет или для заметок. Верхнее или нижнее поля обычно содержат колонтитул. В колонтитуле можно поместить номер страницы, дату создания, название главы, документа и т.д.

Средства разметки страницы предоставляют следующие возможности:

- установка конца раздела;
- установка конца страницы или абзаца;
- установка ширины полей;
- изменение размеров листа;
- создание верхних и нижних колонтитулов;
- нумерация страниц;
- вертикальное выравнивание на странице;
- разбивка текста на колонки.

Для того чтобы эти средства форматирования могли применяться к фрагменту документа, предусмотрена разбивка на разделы. Разбив документ на разделы, их можно по-разному оформить (например, установить различные размеры полей в разделах, использовать для таблиц альбомную ориентацию страницы, в некоторых разделах разбить текст на колонки).

### **Колонтитулы**

Колонтитул — обычный элемент оформления документа, расположенный в верхнем поле страницы (верхний колонтитул), либо в нижнем (нижний колонтитул).

В колонтитул могут быть вынесены название документа, название главы, нумерация страниц, имя автора, дата создания, сноски и т.п. Колонтитул также может содержать графику (например, логотип фирмы).

### **Нумерация страниц**

Любым документом удобнее пользоваться, если в нем пронумерованы страницы. В MS Word можно вставить номера страниц, которые будут оформлены в виде верхних или нижних колонтитулов. При работе с номерами страниц можно пользоваться всеми средствами, предназначенными для работы с колонтитулами.

### **Создание колонок**

В MS Word можно создавать различные варианты колонок: одинаковой ширины, разной ширины, одинаковой длины, разной длины, с разделителем, со встроенными рисунками.

Во всех случаях речь идет о колонках газетного типа, т.е. таких, в которых текст по завершении одной колонки переходит в другую.

В обычном режиме просмотра колонки не видны, их можно увидеть только в режиме разметки страницы и режиме предварительного просмотра.

Документ может быть разбит на колонки полностью или частично. На странице можно расположить столько колонок, на сколько хватит места.

### **Работа с таблицами**

В работе с текстовыми редакторами достаточно часто приходится сталкиваться с упорядоченной информацией. Наилучший способ хранения такой информации в документах — таблицы. Таблицами можно пользоваться для представления разнообразных списков, перечней, лабораторных анализов, финансовой информации и решения большого количества других задач. Таблицы могут даже включать в себя иллюстрации для улучшения восприятия информации, содержащейся в таблице.

Для создания таблицы можно воспользоваться командой **Вставка**→**Таблица** на стандартной панели инструментов.

Команда **Нарисовать таблицу** предоставляет в распоряжение альтернативное средство, с помощью которого можно создать таблицу более сложной конфигурации (например, с ячейками разной высоты или различным количеством столбцов на строку). При использовании этой команды можно просто рисовать требуемую таблицу с помощью мыши, как карандашом на бумаге.

Если информация, которую требуется поместить в таблицу, уже присутствует в документе в виде текста, можно преобразовать текст в таблицу. Если таблица содержит числовые значения, можно выполнять вычисления над строками, столбцами или отдельными ячейками таблицы.

Ввод данных (текст или цифры) в таблицу производится с помощью клавиатуры. Если введено больше символов, чем может поместиться в одной строке, MS Word автоматически перенесет символы, которые не поместились в текущей строке, на следующую строку в той же ячейке.

Наиболее простой способ перемещения по ячейкам таблицы заключается в использовании мыши. Для того чтобы перейти в требуемую ячейку, достаточно установить на нее указатель мыши и нажать левую кнопку. Ниже приведены клавиши, позволяющие перемещаться по таблице (табл. 2.7).

**Таблица 2.7.** Комбинации клавиш для перемещения по таблице

Комбинация клавиш	Назначение
Tab	Перемещает курсор вправо на одну ячейку. Добавляет новую строку, если курсор расположен в последней ячейке
Shift+Tab	Перемещает курсор влево на одну ячейку
«стрелка вверх» и «стрелка вниз»	Перемещает курсор в последующую или предыдущую строку соответственно
<-- и -->	Перемещает курсор на один символ в пределах ячейки. Нажатие этих клавиш соответственно в начале и конце ячейки приведет к перемещению в предыдущую или последующую ячейку
Alt+Home и Alt+End	Перемещает курсор в первую или последнюю ячейку строки соответственно
Alt+PgUp и Alt+PgDn	Перемещает курсор в первую или последнюю строку столбца соответственно

MS Word предоставляет средство, с помощью которого можно автоматически изменить ширину столбцов и высоту строк. Для этого

предназначена команда **Автоподбор**, которая позволяет для выбранных строк или столбцов:

- выровнять высоту строк;
- выровнять ширину столбцов;
- выровнять ширину столбцов по содержимому, по ширине окна;
- подобрать фиксированную ширину столбцов.

MS Word позволяет преобразовать содержимое таблицы в абзацы обычного текста, разделенные запятыми, знаками табуляции, маркерами абзацев или другими символами-разделителями. Для этого необходимо выделить строки, которые предполагается преобразовать в текст, или всю таблицу, затем выбрать команду **Преобразовать в текст**.

При преобразовании текста в таблицу можно использовать текст, уже содержащий символы-разделители (запятые, знаки табуляции или маркеры абзаца), или добавить их перед выделением текста, который требуется преобразовать.

На основании выбранного текста MS Word предлагает создать таблицу с указанным количеством столбцов и строк, а также автоматически устанавливает ширину столбцов и символ-разделитель, который используется при преобразовании выделенного текста в таблицу путем разделения текста на столбцы. Можно признать предлагаемые установки или изменить их по своему усмотрению.

## Создание и редактирование графических изображений

В составных документах MS Word часто используется различного вида графика:

- клипы — рисунки из коллекции, созданной производителями программного обеспечения;
- графические объекты, хранящиеся в файлах и созданные специализированными средствами машинной графики;
- графические объекты, созданные с помощью панели инструментов Рисование.

Вставка графических объектов из файлов осуществляется по технологии OLE (англ. Object Linking and Embedding):

- внедрение графических объектов;
- связь с графическим объектом (файлом).

Импорт графических изображений осуществляется в двух вариантах:

- в виде целого графического файла;
- в виде части графического изображения, сохраненного как фрагмент в другом файле.

Редактирование рисунка осуществляется после его выделения. Рисунки векторного типа допускают поэлементное редактирование, для этого выделяют определенные элементы рисунка нажатием левой кнопки мыши и выполняют их графическую настройку (цвет, линия, размер, местоположение). Возможно добавление новых графических элементов, сдвиг всего рисунка за первоначально заданный контур, изменение размеров контура.

### **Предварительный просмотр и печать документов**

Печать документов была и остается одной из важных функций текстовых редакторов.

MS Word позволяет напечатать требуемый документ одним нажатием кнопки на панели быстрого запуска. Однако возможности MS Word, предоставляемые при печати документов, гораздо шире. С его помощью можно:

- осуществить предварительный просмотр одной или нескольких страниц документа;
- напечатать более одной копии документа;
- напечатать отдельные страницы документа;
- напечатать черновую копию без графики (для ускорения печати);
- вывести документ в файл, который впоследствии может быть напечатан без MS Word.

Перед выводом документа на печать целесообразно просмотреть, как он будет выглядеть на бумаге. Это экономит время и расходные материалы.

Для просмотра документа можно пользоваться любым из четырех режимов: обычным, разметки страницы, структуры документа и предварительного просмотра перед печатью.

В режиме предварительного просмотра можно выполнить следующие действия.

- Печатать документ в соответствии с опциями, установленными в окне диалога Печать.
- Осуществлять переключение между режимами увеличение/уменьшение (курсор мыши имеет форму увеличительного стекла) и редактирование (стандартная форма курсора).
- Осуществлять просмотр одиночных страниц документа.
- Осуществлять просмотр нескольких страниц документа одновременно.
- Изменить масштаб отображения документа на экране.

- Отобразить/спрятать горизонтальную и вертикальную линейки.
- Сжать документ. Целесообразно использовать в том случае, если последняя страница содержит небольшой объем текста.
- Максимально увеличить область, предназначенную для просмотра документа, за счет удаления с экрана панелей и других элементов.
- Осуществить выход из режима предварительного просмотра.

Находясь в режиме предварительного просмотра, можно осуществить печать документа. Для этого надо нажать кнопку Печать.

Для завершения работы в окне предварительного просмотра нажать кнопку Esc.

## 2.2. ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАБЛИЦЫ

### Введение

Microsoft Excel (MS Excel) входит в состав системы автоматизации офисной деятельности Microsoft Office (MS Office). Он хорошо взаимодействует с другими программными приложениями, входящими в MS Office. Прежде всего это касается возможности создавать собственные программы, работающие в среде MS Excel. Принципиальное свойство процесса создания таких программных надстроек — использование среды программирования Visual Basic for Applications (VBA), что в конечном счете открывает широкие возможности для решения различных задач.

Особенность электронных таблиц MS Excel — то, что в них структурирование информации начинается непосредственно на этапе ввода данных: с самого начала данные привязываются к структурным единицам таблиц — ячейкам.

Основное назначение MS Excel — обработка таблично организованной информации (данных, представленных в виде строк и столбцов), проведение расчетов и обеспечение визуального представления данных и результатов их обработки (в виде графиков, диаграмм и т.п.).

Важнейшая особенность электронных таблиц — их способность обеспечивать автоматический пересчет и обновление связей при вводе или изменении данных. Как только вводятся новые данные, электронная таблица мгновенно проводит перерасчет по ранее заданным формулам, и информация сразу же обновляется.

## Понятие электронной таблицы

Документ приложения MS Excel называется рабочей книгой, или просто книгой MS Excel. Такая книга состоит из листов, которые представляют собой большие таблицы из ячеек с числами и текстовой информацией. Таблицы MS Excel похожи на базы данных, но предназначены не столько для хранения информации, сколько для проведения математических и статистических расчетов.

## Книга MS Excel

После запуска программы MS Excel в окне сразу откроется новая рабочая книга (рис. 2.2).

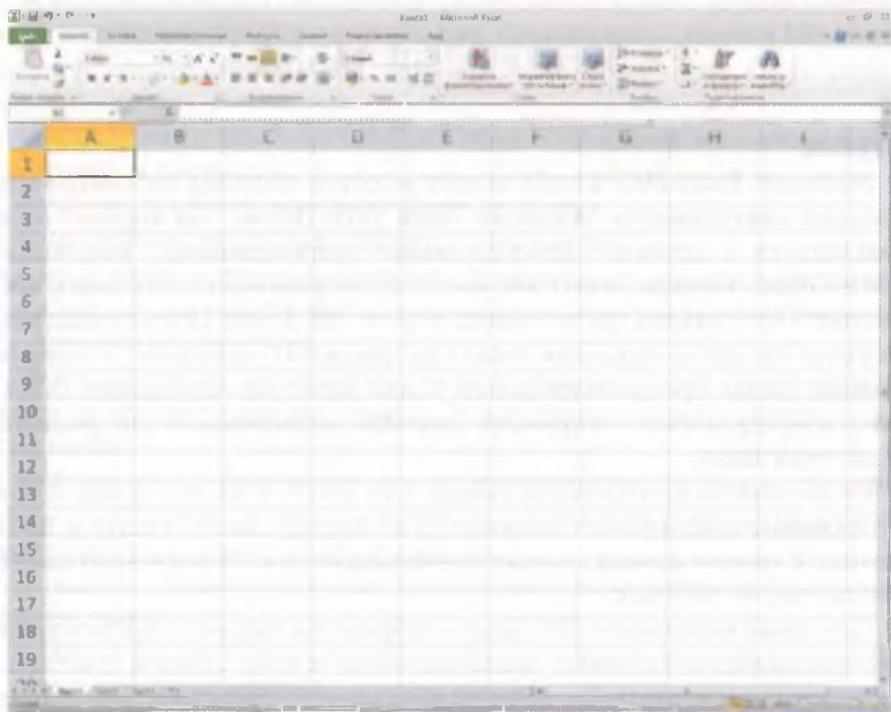


Рис. 2.2. Лист Excel

По умолчанию книга имеет три листа со стандартными именами. Трех листов может не хватить для всех данных, а стандартные названия листов (Лист 1, Лист 2, Лист 3) никак не раскрывают их назначение. Для изменения названия листов необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши по корешку Лист 1, выбрать в контекстном меню команду **Пере-**

**именовать** и ввести новое имя (например, Пациенты), а для добавления нового листа — выбрать команду **Вставить**→**Лист**.

Чтобы сохранить созданную книгу, необходимо выполнить команду **Файл**→**Сохранить**. Откроется окно сохранения. В поле **Имя файла** ввести имя, например «Курсовая работа», и щелкнуть на кнопке **Сохранить**.

## Ввод данных

Электронные таблицы обрабатывают числовые данные, которые размещаются в ячейках листа MS Excel. Столбцы и строки таблицы могут иметь текстовые названия. На листе MS Excel могут также располагаться заголовки, подписи и дополнительные ячейки данных с пояснительным текстом. Ввод информации — это один из первых шагов в построении электронной таблицы.

Откройте созданный файл. Щелкните по ячейке В3 (рис. 2.3) и введите в нее текст, например Январь.

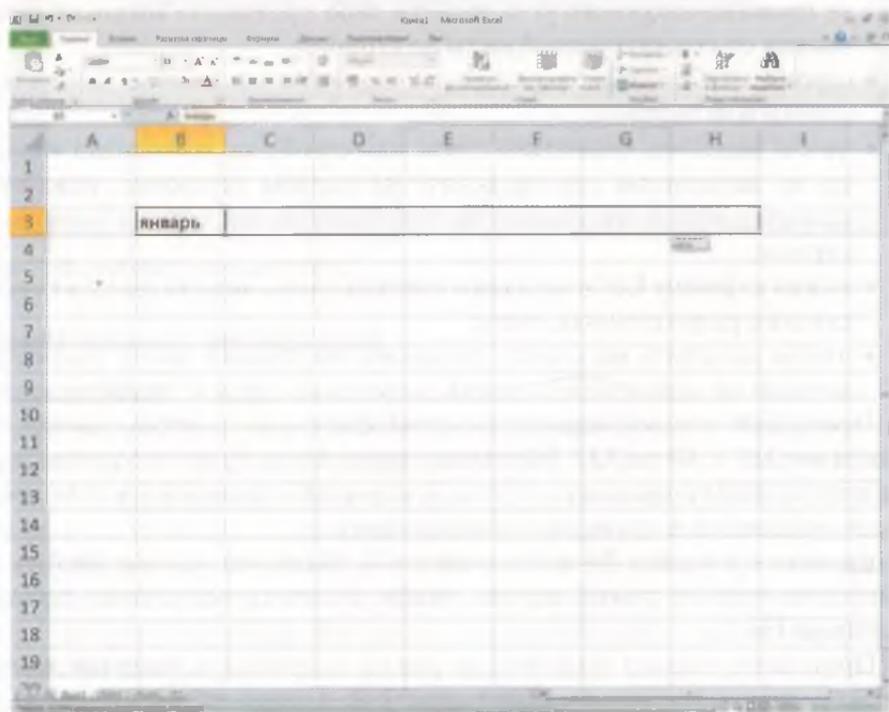


Рис. 2.3. Заполнение ячеек последовательными значениями

MS Excel позволяет автоматически заполнять ячейки листа последовательными, логически связанными значениями.

Поместите указатель на квадратный маркер в правом нижнем углу активной ячейки. Нажмите кнопку мыши и протащите указатель вправо, чтобы рамка охватила ячейки с В3 по Н3 (см. рис. 2.3), и отпустите кнопку мыши. Семь ячеек строки заполнятся последовательными названиями месяцев года.

Введите в ячейку А4 число 2002, а в ячейку А5 число 2005. Щелкните на клетке А4.

Нажмите клавишу Shift и щелкните на ячейке А5, чтобы выделить сразу две ячейки.

Для выделения ячеек листа Excel можно пользоваться следующими приемами:

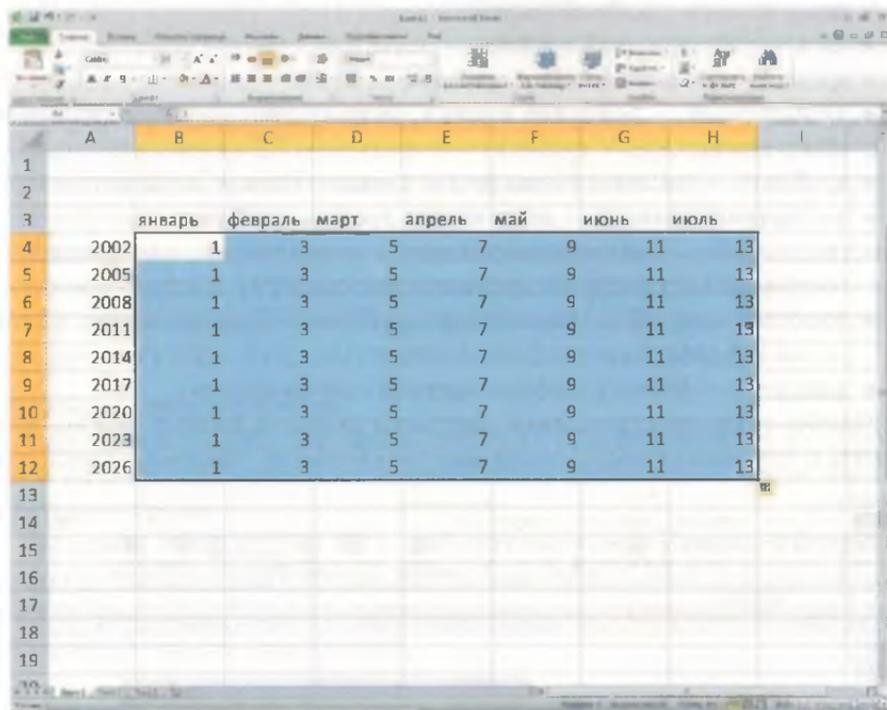
- щелчок по ячейке выделяет ее;
- чтобы выделить прямоугольную область, щелкните на ее угловой клетке, нажмите клавишу Shift и, удерживая ее, щелкните на клетке противоположного угла области либо протащите мышью по диагонали от первого угла области до второго;
- строка или столбец выделяются щелчком на кнопке заголовка строки или столбца;
- чтобы выделить несколько строк или столбцов, протащите мышью по их заголовкам или щелкните на первом заголовке, нажмите клавишу Shift и, удерживая ее, щелкните на последнем заголовке группы;
- нажав клавишу Ctrl и щелкая в клетках листа, можно выделить несколько разрозненных ячеек;
- чтобы выделить весь лист, щелкните по кнопке листа, расположенной на пересечении линеек заголовков строк и столбцов.

Протащите угловой маркер рамки выделения вниз, чтобы рамка охватила ячейки с А4 по А12. Указанная серия ячеек будет заполнена последовательными числами с шагом 3, который определяется разницей чисел, введенных в две первые ячейки серии.

Введите 1 в ячейку В4 и 3 в ячейку С4. Выделите эти две ячейки и протащите маркер рамки вправо, чтобы охватить все клетки строки вплоть до Н4.

Протащите маркер полученной рамки шириной в 7 клеток вниз, чтобы охватить все строки вплоть до 12-й. Теперь таблица будет выглядеть так, как показано на рис. 2.4. С помощью подобных приемов

таблица быстро заполняется исходными значениями, которые позже можно корректировать по мере надобности.



	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль
2002	1	3	5	7	9	11	13
2005	1	3	5	7	9	11	13
2008	1	3	5	7	9	11	13
2011	1	3	5	7	9	11	13
2014	1	3	5	7	9	11	13
2017	1	3	5	7	9	11	13
2020	1	3	5	7	9	11	13
2023	1	3	5	7	9	11	13
2026	1	3	5	7	9	11	13

Рис. 2.4. Автозаполнение ячеек

## Форматирование листа MS Excel

### Формат чисел

Поскольку программа MS Excel предназначена для обработки чисел, важную роль играет правильный выбор их формата. Для человека число 10 — это просто единица и ноль. С точки зрения MS Excel эти две цифры могут нести совершенно разную информацию в зависимости от того, обозначают ли они количество пациентов, денежную величину, процентную часть целого или фрагмент заголовка «10 пациентов». Во всех четырех ситуациях это число должно отображаться и обрабатываться по-разному.

MS Excel поддерживает следующие форматы данных:

- общий — текст и числовые значения произвольного типа;
- числовой — наиболее общий способ представления чисел;

- денежный — денежные величины;
- финансовый — денежные величины с выравниванием по разделителю целой и дробной частей;
- дата — дата или дата и время;
- время — время или дата и время;
- процентный — значение ячейки, умноженное на 100 с символом «%» в конце;
- дробный — рациональные дроби с числителем и знаменателем;
- экспоненциальный — десятичные дробные числа;
- текстовый — данные отображаются точно так же, как вводятся и обрабатываются строки, вне зависимости от их содержимого;
- дополнительный — форматы для работы с базами данных и списками адресов;
- заказной — формат, настраиваемый пользователем.

Наиболее распространенные варианты формата данных можно установить с помощью панели инструментов «Ячейки», «Формат» (рис. 2.5).

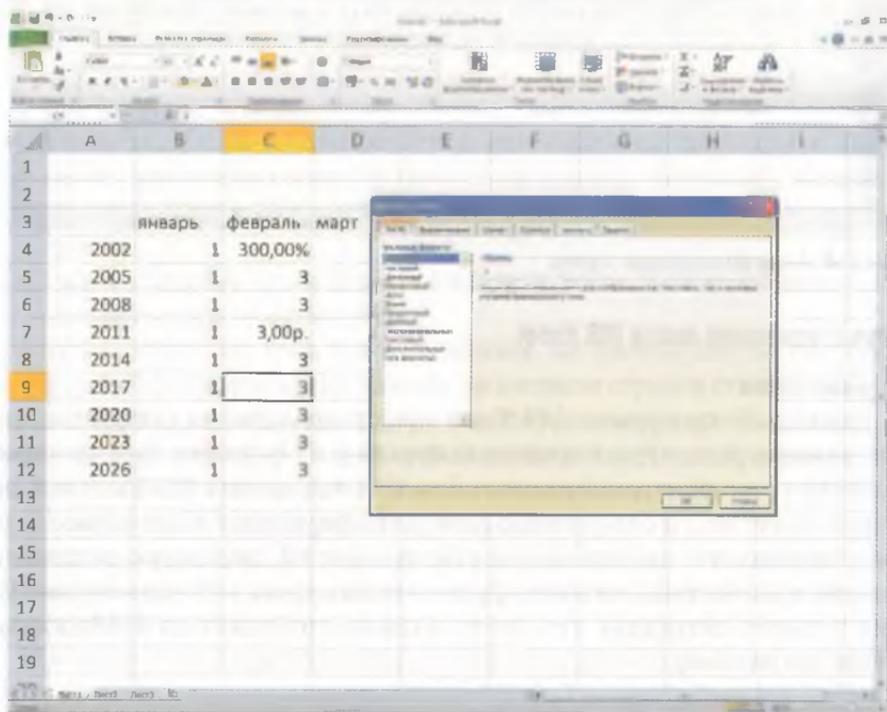


Рис. 2.5. Различные форматы чисел

Щелкните по ячейке С4, а затем по кнопке Процентный формат. Величина клетки С4 будет умножена на 100, и к ней добавится знак «%».

Нажмите клавишу вниз и щелкните по кнопке Денежный формат.

Щелкните по ячейке С6, а затем на кнопке Формат с разделителями. Эта кнопка заставляет числа выравниваться в столбце по разделителю целой и дробной частей.

Выделите ячейку С7 и щелкните по кнопке Увеличить разрядность. Эта кнопка не изменяет основной формат, но добавляет один знак в дробной части числа.

Нажмите клавишу Enter и щелкните по кнопке Уменьшить разрядность. Эта операция убирает один знак дробной части и округляет число. Теперь ячейки с С4 по С9 выглядят совершенно по-разному, хотя исходно в них были введены совершенно одинаковые числа.

### Добавление строк и столбцов

Редко удается сразу построить таблицу с нужной структурой. В процессе разработки листа часто приходится добавлять и переставлять столбцы и строки.

Выделите ячейки Е3 и F3 и выберите команду **Вставка**→**Столбцы**. Слева от столбца с заголовком, например Апрель, появятся два пустых столбца (рис. 2.6). Их количество соответствует количеству ячеек выделенного блока по горизонтали.

### Формулы и Вычисления в MS Excel

Формулы и функции MS Excel способны обрабатывать величины как конкретных ячеек таблицы, так и целых блоков (например, строк или столбцов). Формулы MS Excel могут быть очень сложны, а результат их вычислений, в свою очередь, можно использовать в других расчетах. Неоспоримым преимуществом электронной таблицы является то, что при изменении данных листа результаты вычислений моментально обновляются.

Все вычисления в MS Excel выполняются с помощью формул, которые можно вводить в любые ячейки листа. Если содержимое ячейки начинается со знака равенства «=», MS Excel «считает», что вслед за этим знаком идет формула, и пытается выполнить указанную операцию. Когда это удастся, в ячейку с такой формулой выводится результат расчета. Если что-то не так, появляется сообщение об ошибке. Сама формула отображается в ячейке только в том случае, когда ячейка находится в режиме редактирования текста. Если ячейка просто выде-

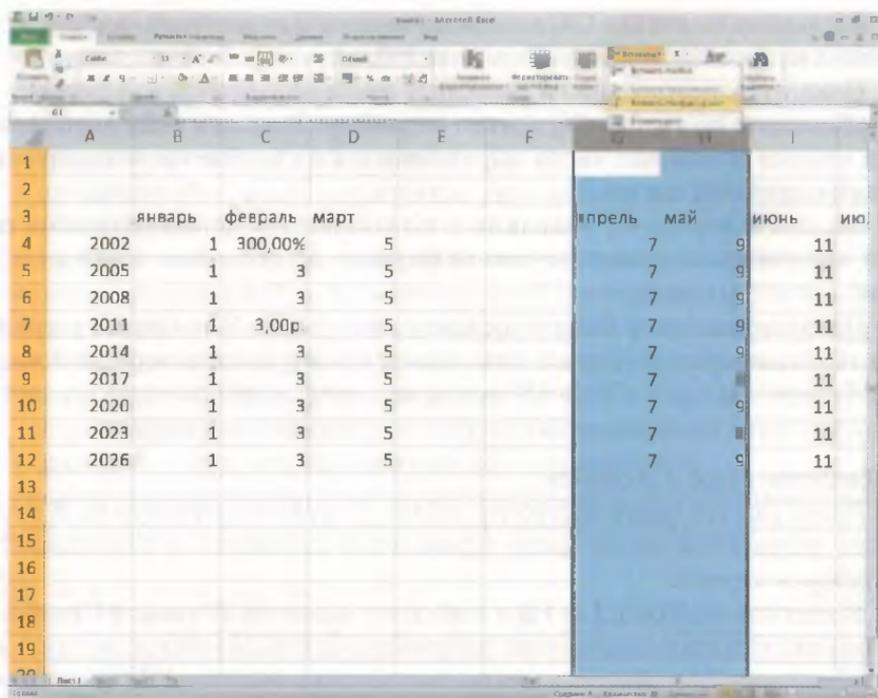


Рис. 2.6. Вставка столбцов

лена, то ее формула выводится в строке формулы в верхней части окна MS Excel.

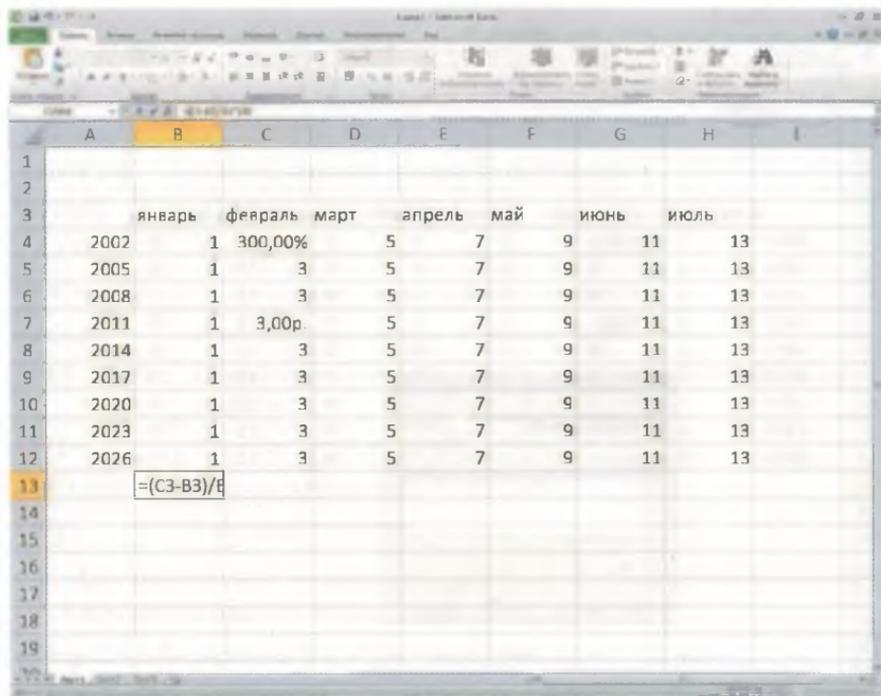
### Ввод формулы

Самый простой способ задания формулы — ее непосредственный ввод в строку формул. У этого варианта есть лишь один недостаток — необходимо помнить правила построения формул MS Excel, названия встроенных функций и методы ссылок на ячейки листа.

Щелкните по ячейке B13 и введите формулу  $=(C3-B3)/B3*100$  (рис. 2.7).

Знак равенства указывает программе MS Excel, что ячейка содержит формулу. C3 и B3 — это ссылки на содержимое соответствующих ячеек.

Как видите, в ячейки можно вводить простые арифметические выражения со знаками +, -, \*, / и скобками, определяющими последовательность выполнения операций. Необходимо также отметить, что MS Excel поддерживает механизм относительных ссылок на ячейки. Когда формула переносится на одну клетку вправо, точно так же сме-



	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	
2002	1	300,00%		5	7	9	11	13
2005	1		3	5	7	9	11	13
2008	1		3	5	7	9	11	13
2011	1	3,00р		5	7	9	11	13
2014	1		3	5	7	9	11	13
2017	1		3	5	7	9	11	13
2020	1		3	5	7	9	11	13
2023	1		3	5	7	9	11	13
2026	1		3	5	7	9	11	13
	=(C3-B3)/E							

Рис. 2.7. Ввод формулы

щаются все ссылки этой формулы (это верно и для смещения формулы в любых других направлениях на любое количество клеток). При смещении ячеек с данными с помощью операций вырезания и вставки ссылки на эти ячейки в имеющихся формулах модифицируются так, что в обновленной таблице в расчетах принимают участие те ячейки, в которые были перемещены исходные данные. В том случае, если необходимо, чтобы знак равенства в начале текста ячейки не воспринимался как индикатор формулы, а интерпретировался как символ, поставьте перед ним одинарную кавычку «'».

### Функции MS Excel

MS Excel поддерживает множество стандартных математических функций, которые можно вставлять в формулы, например СУММ (сумма), СРЗНАЧ (среднее значение), СЧЕТ (счетчик) и т.д.

Щелкните по кнопке Вставка функции на панели инструментов Формулы. Откроется окно диалога, показанное на рис. 2.8. Выделив

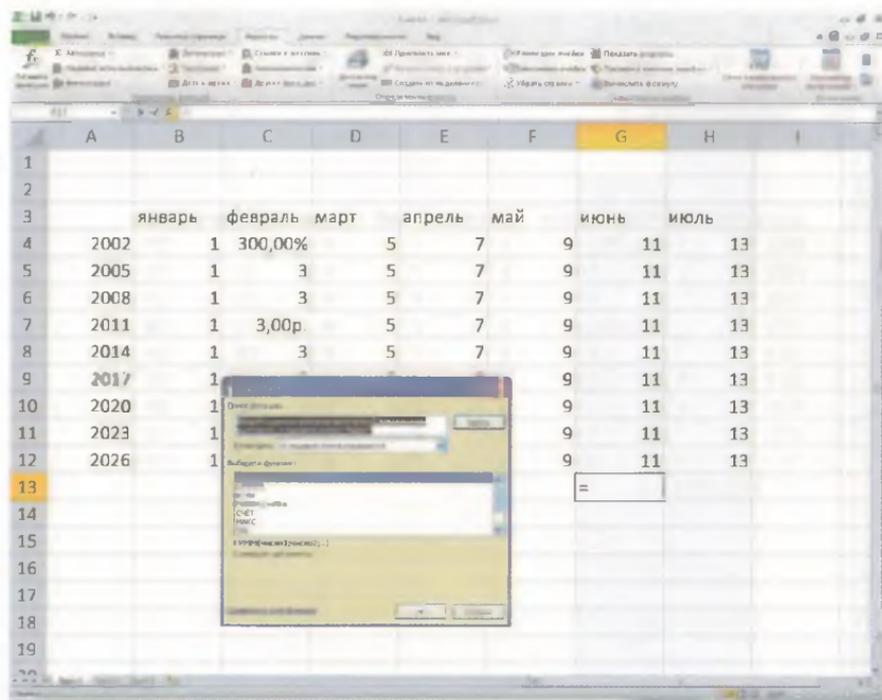


Рис. 2.8. Вставка функции

имя одной из функций, можно увидеть ее описание в нижней части окна диалога. Выберите функцию, нажав клавишу «ОК».

MS Excel «делит» все функции на следующие категории.

- Финансовые — функции для расчета амортизации имущества, стоимости основных фондов, нормы прибыли, величины выплат на основной капитал и других финансовых показателей.
- Дата и время — операции прямого и обратного преобразования даты и времени в текстовые строки. (Функции этой группы перечислены в табл. 2.8.)

Таблица 2.8. Функции обработки даты и времени

Функция	Описание
ДАТА	Возвращает дату в формате MS Excel
ДАТАЗНАЧ	Преобразует дату из текстового формата в код MS Excel
ДЕНЬ	День месяца заданной даты

Окончание табл. 2.8

ДНЕЙ360	Вычисляет количество дней между двумя датами на основе 360-дневного года
ЧАС	Час времени, заданного аргументом
МИНУТЫ	Минута времени, заданного аргументом
МЕСЯЦ	Номер месяца заданной даты
J-ДАТА	Текущая дата и время в числовом формате
СЕКУНДЫ	Секунда времени, заданного аргументом
ВРЕМЯ	Преобразует время дня в дробное число от 0 до 1
ВРЕМЗНАЧ	Преобразует время из текстового формата в дату в числовом формате
ДЕНЬ	Текущая дата в числовом формате
ДЕНЬНЕД	Номер дня недели заданной даты
ГОД	Год заданной даты

- Математические — математические и тригонометрические функции (некоторые из них приведены в табл. 2.9).

Таблица 2.9. Математические и тригонометрические функции

Функция	Описание
COS, SIN, TAN	Тригонометрические функции
ACOS, ASIN, ATAN, ATAN2	Обратные тригонометрические функции
COSH, SINH, TANH	Гиперболические функции
ACOSH, ASINH, ATANH	Обратные гиперболические функции
LN, LOG, LOG10	Натуральный логарифм, логарифмы по основанию 2 и 10
EXP	Экспонента
НЕЧЕТ, ОКРУГЛ, ОКРУГЛВВЕРХ, ОКРУГЛВНИЗ	Функции округления
ABS	Модуль (абсолютное значение) числа
ГРАДУСЫ	Преобразование радиан в градусы
РАДИАНЫ	Преобразование градусов в радианы
ЦЕЛОЕ	Целая часть числа
ОСТАТ	Остаток от деления
ПИ	Число пи

Окончание табл. 2.9

СТЕПЕНЬ	Возведение в степень
ПРОИЗВЕД	Произведение ряда чисел
СЛЧИС	Возвращает случайное число
РИМСКОЕ	Преобразование арабского числа в римское
КОРЕНЬ	Квадратный корень
СУММ	Сумма ряда чисел
СУММ КВ	Сумма квадратов ряда чисел
ОТБР	Отбрасывает дробную часть

- Статистические — функции для расчета среднего значения, дисперсии, статистических распределений и других вероятностных характеристик. (Некоторые статистические функции перечислены в табл. 2.10.)

Таблица 2.10. Статистические функции

Функция	Описание
СРОТКЛ	Среднее абсолютное значение отклонения от среднего
СРЗНАЧ	Среднее арифметическое аргументов
СЧЕТ	Количество чисел в списке аргументов
КБЛДРОТКЛ	Сумма квадратов отклонения от среднего по выборке
СРГЕОМ	Среднее геометрическое набора положительных чисел
МАКС	Максимальное значение списка аргументов
МИН	Минимальное значение списка аргументов
ДИСП	Функция расчета дисперсии
ДИСПР	Стандартное отклонение по выборке

- Ссылки и массивы — операции преобразования ссылки на ячейку в число, расчета ссылок на основе числовых аргументов, вычисления числа строк и столбцов диапазона и других параметров, связанных с адресацией ячеек листа MS Excel.
- Работа с базой данных — функции формирования выборки из базы данных и расчета статистических параметров величин, расположенных в базе данных.
- Текстовые — функции для работы с текстовыми строками. (Часть этих функций перечислена в табл. 2.11.)

- Логические — шесть функций для работы с данными логического типа, т.е. величинами или условиями, принимающими значение «Истина» или «Ложь». (Эти функции перечислены в табл. 2.12.)
- Проверка свойств и значений — функции проверки типа данных аргумента, режима форматирования ячейки, типа сгенерированной ошибки и других специальных условий.

Таблица 2.11. Текстовые функции

Функция	Описание
СИМВОЛ	Возвращает символ с заданным кодом
ПЕЧСИМВ	Удаляет из строки все непечатаемые символы
КОДСИМВ	Код первого символа строки
СЦЕПИТЬ	Объединяет две текстовые строки
СОВПАД	Проверяет идентичность двух строк
ЛЕВСИМВ	Возвращает несколько левых символов строки
ДЛСТР	Количество символов в строке
СТРОЧН	Делает все буквы текста строчными
ПРОПНАЧ	Делает первую букву прописной, а остальные — строчными
ПОВТОР	Повторяет текст заданное число раз
ПРАВСИМВ	Возвращает указанное число правых символов с конца строки
ТЕКСТ	Преобразует число в текст
СЖПРОБЕЛЫ	Удаляет лишние (двойные) пробелы
ПРОПИСН	Делает все буквы прописными
ЗНАЧЕН	Преобразует текстовый аргумент в число

Таблица 2.12. Логические функции

Функция	Описание
И	Логическое умножение
ЛОЖЬ	Возвращает ложное значение
ЕСЛИ	Возвращает одно значение, если условие истинно, и другое, если условие ложно
НЕ	Логическое отрицание
ИЛИ	Логическое сложение
ИСТИНА	Возвращает истинное значение

Некоторые функции, например SIN, имеют только один аргумент, поскольку нельзя вычислить синус сразу двух чисел. Однако многие функции, подобные МАКС, способны обрабатывать практически неограниченные массивы данных. Такие функции могут воспринимать до 30 аргументов, каждый из которых является числом или ссылкой на одну или несколько ячеек. В качестве аргументов могут выступать также арифметические выражения и другие функции, возвращающие значения нужного типа.

### Диапазон ячеек

Для ссылки на данные ячеек листа в MS Excel используются имена клеток, состоящие из буквы столбца (или двух букв, если столбцов больше 26) и номера строки (табл. 2.13).

Если в разных формулах часто приходится ссылаться на одну и ту же группу ячеек, особенно если в группу входят разрозненные ячейки из разных областей листа, ей удобно присвоить специальное имя.

Таблица 2.13. Способы ссылки на группы ячеек

Обозначение	Группа ячеек
F3	Ячейка на пересечении столбца F и строки 3
E10:E20	Ячейки с 10-й по 20-ю в столбце E
B15:E15	Ячейки с B по E в строке 15
5:5	Все ячейки строки 5
5:10	Все ячейки строк с 5-й по 10-ю
B:B	Все ячейки столбца B
B:J	Все ячейки столбцов с B по J
A10:E20	Прямоугольная область пересечения строк с 10-й по 20-ю и столбцов с A по E

### Поиск ошибок

Иногда при работе с MS Excel возникают ошибки. Это может быть неверно заданный диапазон ячеек, неправильное имя функции или просто пропущенная скобка. MS Excel также зафиксирует ошибку и в случае неверного типа аргумента, например, если в ячейке вместо ожидаемой числовой величины оказалась текстовая. В табл. 2.14 приведен список сообщений об ошибках, которые можно встретить в ячейках при работе с формулами.

Таблица 2.14. Сообщения об ошибках в формулах

Сообщение	Описание ошибки
#####	Ширина ячейки недостаточна для отображения результата вычисления или отрицательный результат вычисления в ячейке, отформатированной как данные типа даты или времени
#ЗНАЧ	Неверный тип аргумента или операнда. Например, указание в качестве аргумента ячейки с текстом, когда требуется число
#ДЕЛ/0	Деление на 0
#ИМЯ	MS Excel не может распознать текст, введенный в формулу, например неверное имя функции
#Н/Д	Данные ячейки одного из аргументов формулы в данный момент недоступны
#ССЫЛКА	Неверная ссылка на ячейку
#ЧИСЛО	Невозможно вычислить результат формулы либо он слишком велик или мал для корректного отображения в ячейке
#ПУСТО	Результат поиска пересечения двух непересекающихся областей, т.е. неверная ссылка

В MS Excel присутствует инструмент автокоррекции формул, который сам исправляет наиболее очевидные ошибки. Например, если в рассматриваемой формуле вы забудете ввести только закрывающую скобку, программа сама добавит ее.

## Графики и диаграммы

Модуль диаграмм приложения MS Excel автоматически генерирует диаграммы, отображающие данные листа в графической форме. Необходимо только выбрать нужный диапазон ячеек и указать тип диаграммы, а затем оформить полученный графический объект по своему вкусу.

Диаграммы MS Excel во многом похожи на аналогичные объекты, создаваемые модулем Microsoft Graph. В обоих этих модулях используются одинаковые приемы форматирования. Однако модуль диаграмм MS Excel не имеет отдельной таблицы данных, так как исходная информация считывается прямо с листа MS Excel. Панели инструментов диаграмм в MS Excel и Graph немного различаются. Кроме того, в диаграмму MS Excel можно одновременно вставлять данные с разных листов.

### Добавление диаграммы

Для создания диаграммы необходимо выделить прямоугольную область ячеек, например В3:С12, и выбрать вкладку **Вставка**. На данной вкладке выбрать тип диаграммы (рис. 2.9, а, б).

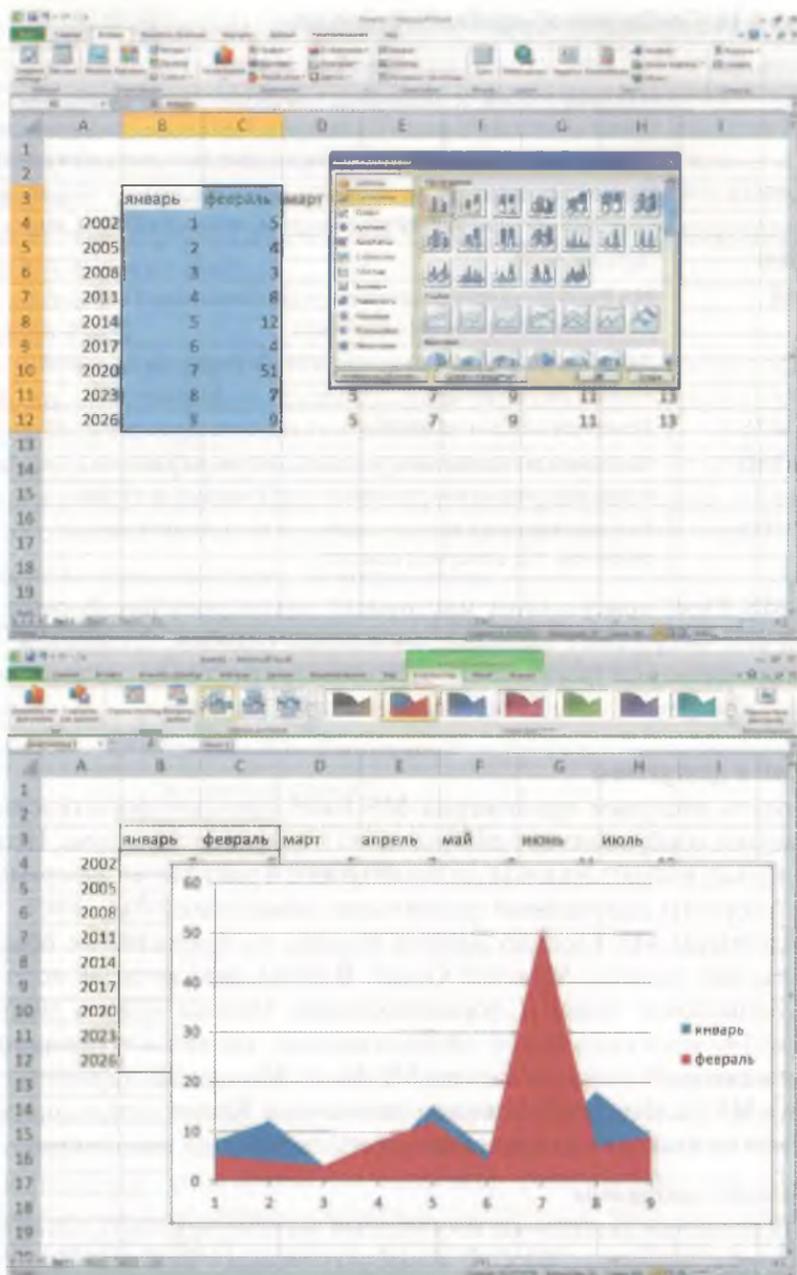


Рис. 2.9, а, б. Вставка диаграммы

При размещении диаграммы на отдельном листе программа задает ей размер, равный площади окна документа MS Excel.

### Форматирование диаграммы

Если лист MS Excel в основном служит только рабочим полем, а его оформление не играет особой роли, то диаграммы предназначены для облегчения восприятия числовых данных, поэтому на их внешний вид следует обращать особое внимание. Правильное форматирование диаграммы выделяет существенные данные и приглушает менее важные. С помощью искусно построенной диаграммы можно даже завуалировать нежелательную для вас информацию и, акцентировав внимание на достижениях, скрыть результаты мелких просчетов.

### Подписи рядов данных

Любая диаграмма состоит из элементов, к которым относятся такие объекты, как область построения диаграммы, оси, координатная сетка, маркеры данных, заголовки. Щелчком мыши можно выделить любой элемент, а щелчком правой кнопки — раскрыть его контекстное меню. MS Excel имеет набор стандартных элементов, которые практически всегда присутствуют на диаграмме, а также позволяет добавлять разные дополнительные компоненты, усиливающие наглядность диаграммы и повышающие ее информативность. К таким вспомогательным элементам относятся подписи рядов данных, которые могут включать:

- имена рядов;
- имена категорий — название соответствующей отметки оси X;
- значения — числа источника данных;
- доли — процентную долю элемента данных в общем объеме;
- размеры пузырьков — численное значение диаметра пузырька (доступно только для диаграмм типа «пузырьковые»).

Поскольку секторные диаграммы не имеют осей, на них автоматически добавляются подписи данных, показывающие соответствие сектора тому или иному столбцу (строке) данных.

Чтобы добавить к названиям категорий процентную долю сектора каждого месяца в общем объеме поступивших больных, необходимо установить флажки на пунктах имен категорий и доли.

Ряды данных — это столбцы, линейки, точки, пузырьки или другие маркеры, отображающие численные значения ячеек таблицы. Каждой строке или столбцу источника данных соответствует отдельный ряд данных, маркеры которого имеют одинаковый цвет. В зависимости от

типа диаграммы можно менять цвет, форму и другие параметры рядов данных.

### Подготовка листов MS Excel к печати

Чтобы быстро распечатать лист MS Excel, достаточно щелкнуть на кнопке Печать панели инструментов быстрого запуска. Однако результат этой операции скорее всего не удовлетворит вас. Он хорош для вывода черновиков, но совершенно не подходит для печати чистовых документов, которые должны быть хорошо оформлены и не терпят присутствия излишней информации. Поэтому перед окончательной печатью листов MS Excel необходимо настроить масштаб и поля страниц, отсортировать данные таблиц, выделить диапазон печатаемых ячеек, указать способ расположения таблиц и диаграмм, выполнить некоторые другие операции.

### Компоновка страниц

В целом настройка параметров печати в MS Excel похожа на аналогичную операцию в MS Word. Однако листы MS Excel имеют свою специфику. Удобно, чтобы табличные данные листа помещались на одной странице, поэтому требуется настройка масштаба печати. Широкие листы принято выводить в альбомной ориентации, а длинные таблицы — в книжной. Если в MS Word параметры страницы, как правило, назначаются сразу всему документу, то в MS Excel они настраиваются отдельно для каждого листа.

При выборе команды **Файл**→**Печать** открывается окно управления печатью (рис. 2.10, а, б).

Данное окно позволяет выбрать принтер, разобрать по копиям, определить ориентацию бумаги, а также задать значения полей, колонтитулов и масштаба вывода изображения.

Раздел Масштаб позволяет уменьшать или увеличивать печатаемые объекты. С помощью счетчика «установить» можно выбрать любой масштаб, рассчитываемый в процентах от исходного размера страницы. Можно поступить и по-другому. MS Excel умеет сам подгонять размер таблицы под площадь страницы.

Поля формируют пустую рамку вокруг информативной области страницы. Уменьшая их, можно немного увеличить размер печатаемой таблицы.

Колонтитулы позволяют добавлять в нижнюю и верхнюю часть страниц заголовки и описания, дублирующиеся на всех страницах. Если таблица длинная, в колонтитуле удобно разместить ее название,

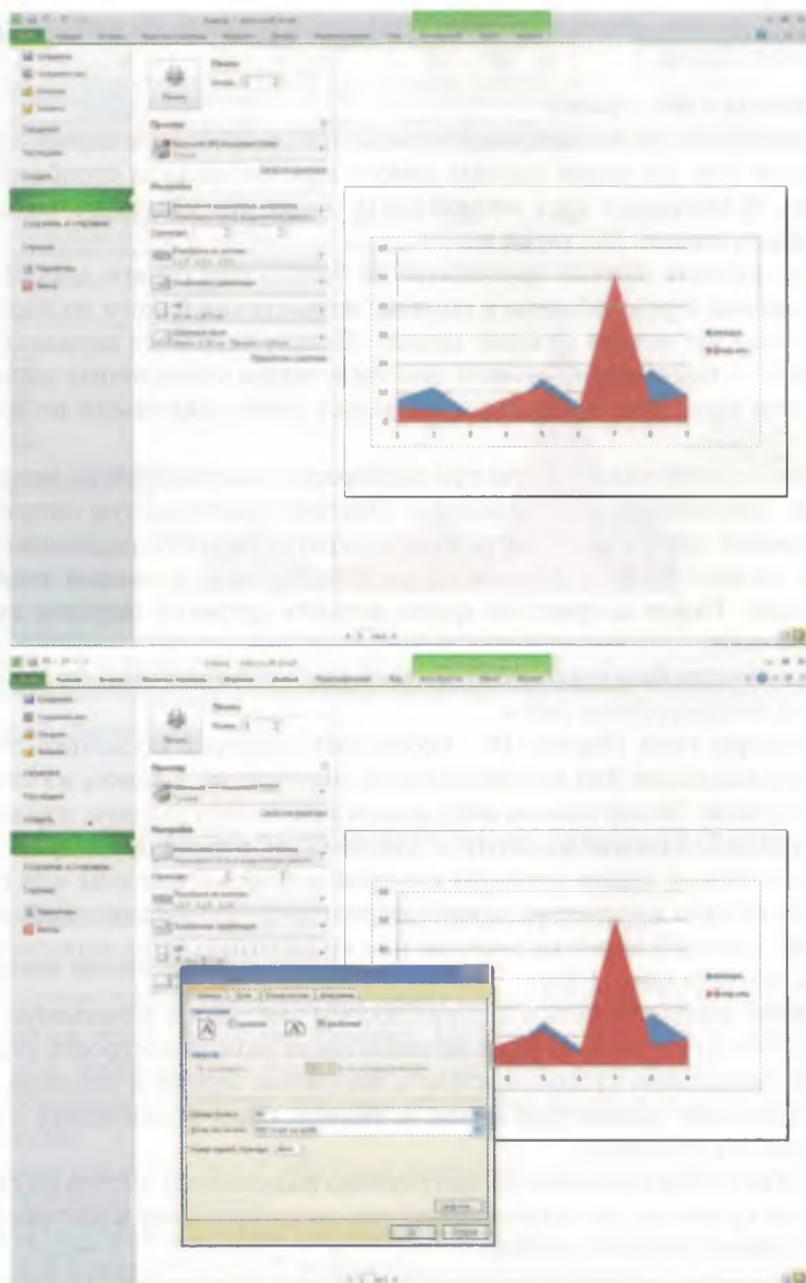


Рис. 2.10 а, б. Печать листов

номера страниц, названия файла документа и листа, на котором размещена таблица.

### Сортировка и фильтрация

Сортировка позволяет упорядочить строки таблицы в порядке возрастания или убывания данных одного или нескольких столбцов таблицы. Фильтрация дает возможность временно убрать из таблицы ненужные строки, не стирая их.

Сортировать данные приходится не только при печати документа. Размещение строк таблицы в порядке возрастания одного из параметров помогает искать нужные записи. Печать чистового варианта документа — подходящий момент для того, чтобы упорядочить данные, если они вводились в спешке и оказались расположенными не должным образом.

Необходимо отметить, что при сортировке номера строк не меняются, т.е. перемещаются сами данные. Поэтому выполненную операцию сортировки нельзя отключить. Для возврата прежнего расположения строк можно лишь воспользоваться стандартной командой отмены операции. После сохранения файла вернуть прежний порядок строк невозможно.

При печати больших таблиц бывает удобно урезать их путем фильтрации интересующих строк.

Фильтры типа Первые 10... позволяют выделить несколько строк с максимальными или минимальными значениями в одном из столбцов таблицы. Левый список окна диалога позволяет указать, нужно ли фильтровать максимальные или минимальные значения параметра. Правый список задает единицы измерения (строки таблицы или процент от общего количества строк) для счетчика, расположенного посередине, который задает количество или процентную долю оставляемых строк таблицы (рис. 2.11).

Кроме фильтров, есть и другие способы уменьшить печатаемую область. Непосредственно перед печатью листа можно настроить режим печати заголовков столбцов, скрыть ненужные строки и столбцы, задать диапазон печатаемых ячеек и указать способ разбиения листа MS Excel на страницы.

Чтобы быстро распечатать одну копию выделенных листов на стандартном принтере, достаточно щелкнуть по кнопке **Печать** настраиваемой панели быстрого доступа.

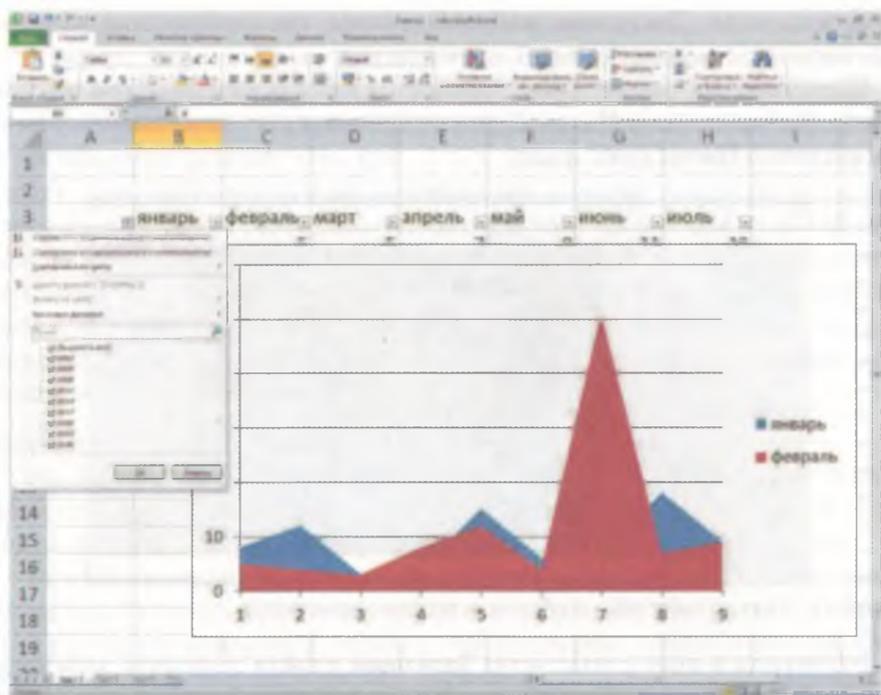


Рис. 2.11. Фильтрация

## 2.3. СИСТЕМА КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

### 2.3.1. Основные инструменты создания презентации

#### Создание презентации

В основе любой презентации лежит набор слайдов, на которых размещаются текст, графики, рисунки. Программа PowerPoint запрашивает всю необходимую текстовую и числовую информацию, а также предоставляет множество готовых вариантов дизайна и шаблонов содержания.

Сразу после запуска PowerPoint появляется окно презентации с первым титульным слайдом.

Для того чтобы создать презентацию, можно приступить к редактированию в текущей пустой презентации либо воспользоваться средствами создания новой презентации, выполнив команду **Файл**→**Создать**.

Откроемся окно **Доступные шаблоны и темы**, где отображены возможные варианты создания новой презентации.

Щелкните на значке **Темы**. Откроется окно доступных тем оформления. Выберите тему **Поток**. Будет создана пустая презентация с темой оформления **Поток** (рис. 2.12).



Рис. 2.12. Титульный слайд в обычном режиме просмотра

Щелкните в поле с надписью **Заголовок слайда** и введите заголовок презентации «Дипломная работа». Чтобы добавить к основному названию небольшое пояснение, щелкните на поле **Подзаголовок слайда** и введите подзаголовок, например «Кафедра медицинской кибернетики и информатики».

Выполните команду **Файл→Сохранить**. Откроется окно сохранения презентации. В левой части окна щелкните на значке папки **Мои документы**. В поле **Имя файла** введите имя, например «Курсовая работа», и щелкните на кнопке **Сохранить**.

### Выбор режима просмотра

PowerPoint позволяет создавать презентации с большим количеством слайдов. Чтобы управлять презентацией, программа предлагает несколько режимов просмотра (**Вид→Режимы просмотра презентации**).

- Обычный режим.
- Сортировщик слайдов — режим, демонстрирующий миниатюры всех слайдов, равномерно расположенные в окне просмотра.
- Структура — режим, отображающий текстовое содержание презентации и предназначенный для ввода и редактирования текста.

- Страницы заметок — режим, предназначенный для создания заметок, которые помогают докладчику ориентироваться в материале во время ведения презентации.
- Режим чтения — просмотр презентации в режиме показа слайдов.

В обычном режиме (см. рис. 2.12), который автоматически включается при создании пустой презентации или презентации на основе темы оформления, окно документа поделено на три области: **Область слайда**, **Поле структуры** и **Область заметок**. В нижней части окна презентации находится **Область заметок**, куда можно ввести пояснительный текст, который не появляется на самом слайде, но который можно вывести на экран или, подготавливая заметки, распечатать рядом с соответствующим слайдом.

### Добавление нового слайда

На ленте вкладки **Главная** щелкните на значке **Создать слайд**. В окне презентации появится незаполненный второй слайд. Разверните список, нажав на маленький треугольник внизу значка **Создать слайд**.

PowerPoint предлагает большое количество типов стандартных авторазметок. Авторазметка — это шаблон слайда с заранее размещенными стандартными объектами, такими, как заголовок, маркированный список, диаграмма или рисунок. Чтобы изменить существующую разметку слайда, выполните команду **Главная** → **Слайды** → **Макет**, затем выберите нужную разметку.

Выберите для второго слайда авторазметку **Заголовок и объект**. В области структуры презентации появится значок второго слайда, а справа будет виден сам новый слайд с двумя местозаполнителями.

Местозаполнитель представляет собой рамку, заменяющую будущий объект. Внутри рамки содержится текст, предлагающий щелкнуть в области рамки для ввода данных. К примеру, авторазметка **Заголовок и объект** содержит два местозаполнителя: один для заголовка и второй — для вставки объекта.

Чтобы добавить заголовок нового слайда, щелкните на местозаполнителе **Заголовок слайда**. Напечатайте, например, слово «аннотация».

Щелкните на местозаполнителе маркированного списка (рис. 2.13) **Текст слайда** и введите первый пункт списка, например «Место выполнения проекта...». Нажмите клавишу **Enter**. В списке появится маркер второго пункта. Если форма маркера вас не устраивает, то позже его можно будет изменить или даже совсем убрать. Введите, например, текст «Работа посвящена...». Снова нажмите клавишу **Enter** и введите «Диплом состоит из...».

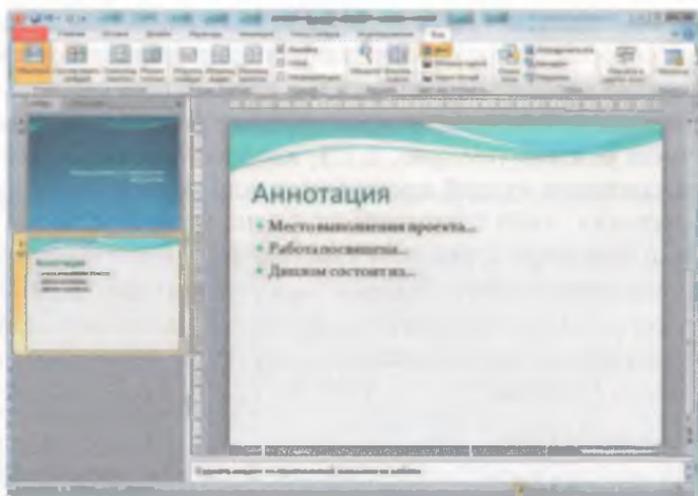


Рис. 2.13. Слайд с маркированным списком

### Создание заметки докладчика

Каждый слайд презентации имеет особый вид внешнего представления, называемый **Заметки докладчика**. Эти заметки не видны на экране в режиме по умолчанию просмотра презентации, они не выводятся на печать вместе со слайдом.

Чтобы добавить текст заметок, необходимо выполнить следующие шаги.

1. В правой нижней области окна презентации выберите местозаполнитель **Заметки к слайду**. Введите, например, текст «Сделать акцент на практической значимости работы».
2. Чтобы увидеть страницу заметок целиком, выберите команду **Вид→Страницы заметок**. Включится режим страниц заметок (рис. 2.14).

### Работа в режиме слайдов

Для перехода от слайда к слайду в режиме слайдов пользуются вертикальной полосой прокрутки. Если выбранный масштаб не позволяет увидеть весь слайд целиком, кнопки и ползунок полосы прокрутки обеспечивают возможность перемещений как по слайду, так и между слайдами вперед и назад в пределах всей последовательности слайдов данной презентации. При перетаскивании мышью ползунок полосы прокрутки рядом с ним появляются номер и заголовок текущего слай-

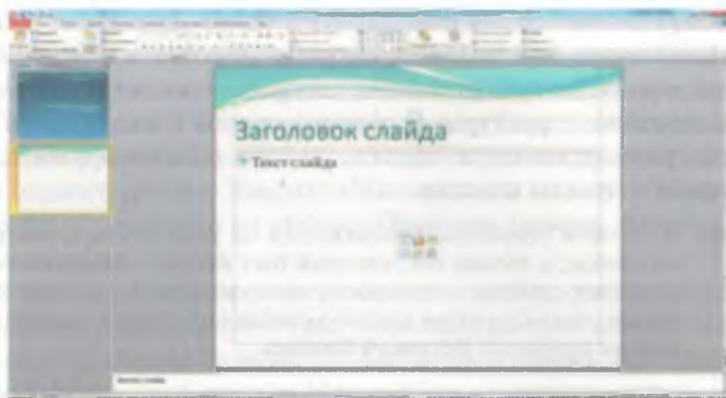


Рис. 2.14. Второй слайд презентации в режиме Обычный

да. Для быстрого перехода к предыдущему и последующему слайдам пользуйтесь клавишами **PageDown** и **PageUp**.

В режиме слайдов удобно редактировать отдельные объекты, добавлять рисунки и текстовые комментарии.

Введите заголовок слайда, например «**Введение**». Щелкните на местозаполнителе маркированного списка и введите, например, пункты: «Цель», «Задачи».

PowerPoint позволяет оперативно изменять разметку любого слайда. Если вы решили добавить на слайд еще один список или дополнительный рисунок, бывает достаточно просто сменить авторазметку. На главной ленте выполните команду **Слайды**→**Макет**→**Два объекта**, таким образом применив разметку к редактируемому слайду.

Введите в появившийся справа дополнительный маркированный список, например, следующие пункты: «Актуальность», «Новизна», «Практическая значимость».

Выберите на ленте **Вставка** команду **Надпись**.

Ниже маркированных списков растяните мышью рамку текстового поля. Введите, например, текст «Сроки проведения: с февраля по май».

Чтобы отцентрировать текст, щелкните на главной ленте в разделе **Абзац** кнопку **Выровнять по центру**.

### Создание и редактирование презентации в режиме структуры

Режим структуры похож на обычный, но область структуры презентации увеличена, а области слайда и заметок уменьшены. Этот режим в

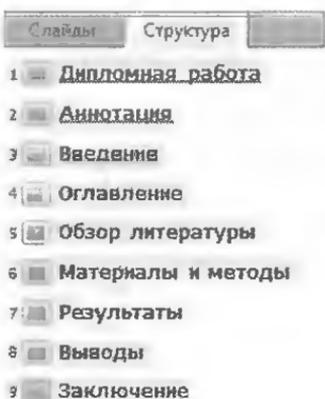
основном предназначен для работы над текстом. Дизайн и другие элементы оформления, как правило, прорабатываются в других режимах просмотра, хотя область слайда позволяет работать с конкретными объектами и в режиме структуры. В расположенной слева области структуры есть пронумерованные значки слайдов с заголовками, а также подзаголовки и пункты списков.

*Примечание.* В области структуры отображается не всякий текст, имеющийся на слайде, а только тот, который был введен в специальные зоны разметки слайдов — текстовые местозаполнители. Обратите внимание, что в структуре третьего слайда отсутствует надпись, добавленная командой **Вставка** → **Надпись**.

Для разработки содержания презентации предназначена специальная контекстная панель инструментов **Структура**. Она помогает перемещать слайды презентации, изменять уровень структурных элементов, сворачивать и разворачивать вложенные списки пунктов. Для ее вызова необходимо щелкнуть правой кнопкой мыши в соответствующей области структуры.

Щелкните на кнопке **Свернуть все** в контекстном меню **Структура**, чтобы в структуре презентации остались видны только заголовки слайдов.

Переместите текстовый курсор в конец заголовка третьего слайда и нажмите клавишу **Enter**. В презентацию будет добавлен четвертый слайд.



**Рис. 2.15.** Список слайдов презентации

Введите текст «Оглавление» и нажмите клавишу **Enter**. Появится пятый слайд. Введите заголовки, например с пятого по девятый слайд, чтобы структура презентации стала такой, как показано на рис. 2.15.

Четвертый слайд (Оглавление) будет содержать двухуровневый маркированный список. Переместите текстовый курсор в конец заголовка четвертого слайда и нажмите клавишу **Enter**. В презентацию будет вставлен слайд. Щелкните на кнопке **Понизить уровень** контекстной панели инструментов **Структура**. Строка вставленного слайда превратится в пункт списка четвертого слайда. Введите текст «Обзор литературы».

Нажмите клавишу **Enter**. Снова щелкните на кнопке **Понизить уровень**. Появится пункт списка второго уровня вложения. Введите текст «Положение дел в мире». Нажмите клавишу **Enter** и введите текст «Как дела обстоят у нас». Вновь нажмите клавишу **Enter** и щелкните на кнопке **Повысить уровень**. Пункт списка второго уровня превратится в пункт списка первого уровня. Введите «Материалы и методы». Нажмите клавишу **Enter** и щелкните на кнопке **Понизить уровень**. Введите еще несколько пунктов списка.

При необходимости разметку или положение слайда можно изменить прямо в режиме структуры. Выделите шестой слайд (Материалы и методы). Он сделан по разметке **Заголовок и объект**. На главной ленте выполните команду **Слайды**→**Макет**→**Два объекта**.

В шестом слайде появятся два местозаполнителя для ввода текста. Поместите указатель мыши на значок седьмого слайда. Нажмите левую кнопку мыши и тащите указатель вверх. Когда горизонтальная линия, показывающая будущее положение седьмого слайда, окажется между значками пятого и шестого слайдов, отпустите кнопку мыши. Шестой и седьмой слайды поменяются местами.

Щелкните на маркере пункта «Оглавление» четвертого слайда. Окажутся выделенными как этот пункт, так и все вложенные подпункты.

Щелчком на кнопке **Вниз** контекстной панели инструментов **Структура** переместите выделенные пункты вниз.

Щелчком поместите текстовый курсор в заголовок третьего слайда и щелкните на кнопке **Развернуть** контекстной панели инструментов **Структура**. На экране появится содержимое третьего слайда. Изучите различия между структурой списков разных слайдов.

Чтобы свернуть содержимое слайда, с которым вы не работаете в данный момент, поместите курсор в тело этого слайда и щелкните на кнопке **Свернуть**.

Щелкните на кнопке **Развернуть все** контекстной панели инструментов **Структура**, чтобы вывести на экран текст всех слайдов.

Щелкните на кнопке **Показать форматирование текста** контекстной панели инструментов **Структура**. Вы увидите реальный шрифт и маркеры всех пунктов структуры слайдов. В этом режиме удобно изменять начертание текста прямо в структуре презентации и сравнивать шрифты различных слайдов.

## Перестановка и копирование слайдов

Перемещать слайды можно с помощью мыши, команд меню или кнопок панели инструментов. Чтобы изменить расположение слайдов

презентации *Дипломная работа.ppt* методом «перетащить и оставить», выполните следующие действия.

Переключитесь в режим просмотра **Сортировщик слайдов**.

Поместите указатель мыши на второй слайд.

Нажмите левую кнопку мыши и перетащите вертикальную линию позиции вставки в новое положение. Отпустите кнопку мыши. Слайд передвинется на новое место. Чтобы переместить или скопировать группу слайдов, сначала их нужно выделить.

*Примечание.* Чтобы вместо перемещения слайда или группы слайдов выполнить их копирование, в процессе перетаскивания удерживайте нажатой клавишу **Ctrl**. Слайды появятся в новой позиции, а их копия сохранится на прежнем месте.

Для выделения нескольких смежных слайдов (например 5, 6 и 7) поместите указатель рядом с первым слайдом последовательности (слайд 5).

Нажмите левую кнопку мыши и протащите указатель через этот слайд до последнего слайда последовательности (слайд 7).

Вместо этого можно щелкнуть на пятом слайде, нажать клавишу **Shift** и, не отпуская ее, щелкнуть на седьмом слайде.

Чтобы добавить в выделенную группу несмежный третий слайд, нажмите клавишу **Ctrl** и щелкните на третьем слайде.

Щелчком на кнопке **Копировать** вкладки **Главная** скопируйте группу слайдов.

Чтобы поместить точку вставки между первым и вторым слайдами, щелкните на первом слайде.

Щелчком на кнопке **Вставить** вкладки **Главная** вставьте скопированные слайды между первым и вторым слайдами презентации.

## Добавление и удаление слайдов

Кроме перестановки слайдов, в процессе разработки презентации может понадобиться добавить новые или убрать некоторые слайды. Это удобно делать в режиме сортировщика.

Щелчками на нижней кнопке полосы прокрутки переместитесь в конец презентации. Выделите седьмой слайд, а затем щелчком на кнопке **Вырезать** вкладки **Главная** удалите его.

Щелкните на третьем слайде, нажмите клавишу **Shift** и щелкните на пятом слайде. Нажатием клавиши **Delete** удалите выделенные слайды 3, 4 и 5. Оставшиеся слайды будут перенумерованы.

Щелкните на пятом слайде, а затем на кнопке **Создать слайд** вкладки **Главная**.

Между пятым и шестым слайдами появится новый пустой слайд.

### **Шаблон дизайна и цветовая схема**

Самый простой способ изменения внешнего вида презентации — это применение другого шаблона. Смена шаблона влечет за собой модификацию цветовой схемы, от которой зависят цвета элементов презентации, влияет на дизайн фона и принимаемые по умолчанию параметры форматирования текста.

Для изменения шаблона существующей презентации перейдите на вкладку **Дизайн**.

Одним из компонентов каждого шаблона является цветовая схема, которая определяет упорядоченную последовательность из восьми цветов, предназначенных для изображения различных элементов оформления презентации. Бывает достаточно простой смены некоторых цветов или всей цветовой схемы, чтобы презентация полностью преобразилась. Чтобы скорректировать цветовую схему презентации, необходимо выбрать одну из стандартных схем PowerPoint. Выделите слайды, которым нужно назначить новую цветовую схему. Щелкните правой кнопкой мыши на выбранной цветовой схеме ленты **Дизайн**. В открывшемся контекстном окне выберите пункт **«Применить к выделенным слайдам»**. Сохраните измененную презентацию.

### **2.3.2. Основные приемы в оформлении слайдов**

Для того чтобы получить профессионально выполненную презентацию, следует дополнительно выделить важные пункты, добавить необходимые рисунки, изменить образец слайда, определяющий общее расположение объектов на всех слайдах последовательности.

Абзацы и шрифты слайдов PowerPoint форматируются точно так же, как в текстовом процессоре MS Word. Эти параметры удобнее всего регулировать с помощью горизонтальной и вертикальной линеек, подобных линейкам Word. Посредством табуляторов можно создавать небольшие таблицы. Выделив фразу, с помощью панели **Шрифт** ленты **Главная** можно изменять размер и начертание ее шрифта и т.п.

### **Шрифт, маркеры и отступы абзацев в презентации**

Основные текстовые элементы презентаций — списки. В отличие от Word списки PowerPoint изначально предполагаются многоуровневы-

ми, что вносит некоторую специфику в приемы их форматирования. Чтобы приукрасить списки презентации, созданной ранее, выполните следующие шаги. Откройте, например, презентацию Дипломная работа.ppt. Перейдите к четвертому слайду, показанному на рис. 2.16. На этом слайде расположен двухуровневый список.

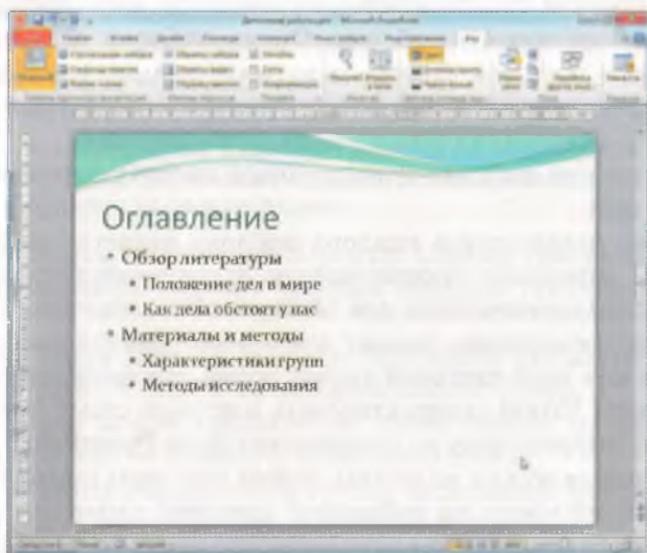


Рис. 2.16. Слайд с двухуровневым списком

Чтобы вывести на экран линейки, выберите команду **Вид**→**Линейка**.

Списки PowerPoint поддерживают шесть уровней вложения пунктов, которые соответствуют шести уровням в режиме структуры. По умолчанию пункты разного уровня отличаются маркерами и величиной отступа от левого края. Давайте скорректируем эти параметры на примере списка четвертого слайда.

Перетащите на горизонтальной линейке ползунок левого отступа второго уровня вправо на позицию 4 см. Этот ползунок смещает как маркеры, так и пункты списка. Перетащите влево на позицию 2 см ползунок отступа маркеров. Маркеры второго уровня сместятся влево, а текст пунктов останется на месте.

Выделите пункты «Положение дел в мире» и «Как дела обстоят у нас» — два пункта второго уровня. Выполните команду **Абзац**→**Маркеры**→**Список** ленты вкладки **Главная**. В открывшемся окне диалога щелкните на вкладке **Маркированный список**. С помощью

этого окна можно выбрать один из предлагаемых вариантов маркеров, щелкнув на нем, или самим разработать вариант маркера. Щелкните на кнопке **Настройка**. В списке **Шрифт** окна диалога **Символ** выберите пункт **Wingdings**. Выберите подходящий маркер.

В качестве маркера можно использовать любой символ любого шрифта и даже рисунок. Чтобы назначить рисунок, щелкните в окне вкладки **Маркированный список** на кнопке **Рисунок** и выберите один из предлагаемых графических маркеров либо импортируйте в библиотеку маркеров файл с рисунком.

Выделите пункты «Характеристики групп» и «Методы исследования».

Щелчком на кнопке **Увеличить размер шрифта** панели **Шрифт** ленты **Главная** сделайте крупнее шрифт выделенного фрагмента. Чтобы два последних пункта выводились курсивом, щелкните на кнопке **Курсив** той же панели инструментов. Щелкните на кнопке **Нумерация**. Теперь роль маркеров последнего списка слайда будут играть последовательные числа, как показано на рис. 2.17.

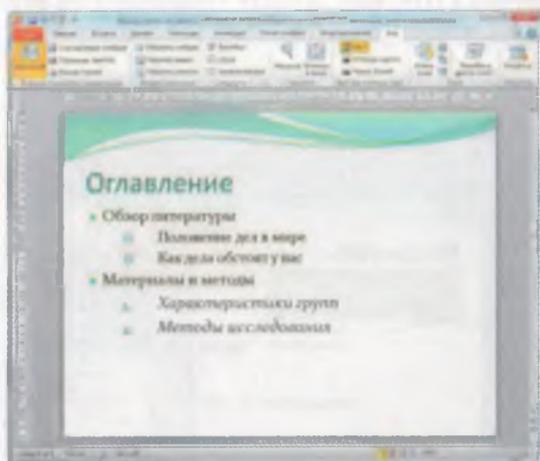


Рис. 2.17. Итог форматирования списка

### Форматирование текстовых объектов

В PowerPoint любой текст, так же как рисунок, диаграмма или таблица, представляет собой отдельный объект или автофигуру, которую можно перемещать, масштабировать, поворачивать и раскрашивать.

С помощью ползунка вертикальной полосы прокрутки перейдите на третий слайд, который называется «Введение».

Щелкните в списке этого слайда правой кнопкой мыши и выберите в контекстном меню команду **Формат фигуры**. Вкладка **Надпись** этого окна задает способ размещения текста внутри местозаполнителя. Эта вкладка доступна только для автофигур с текстом.

Выберите пункт списка **Вертикальное выравнивание «По середине»**, чтобы центрировать текст внутри габаритного контейнера по горизонтали.

Установите флажок **подгонять размер автофигуры под текст**. Этот режим автоматически сжимает габаритный контейнер по вертикали до размеров текста. При вводе в этом режиме дополнительных символов контейнер будет сам увеличиваться по высоте, чтобы вместить весь текст.

Откройте контекстное окно **Формат фигуры**. Разделы **Заливка**, **Цвет** и **Тип линии** позволяют задавать фон и рамку объектов.

В разделе **Заливка** выберите пункт **Сплошная заливка** и зеленый цвет. В разделе **Цвет линии** — **Сплошная линия**, черный цвет. В разделе **Тип линии** в раскрывающемся списке **Тип штриха** выберите **круглые точки**. С помощью счетчика **Ширина** задайте толщину **3-го пункта**. Щелкните на кнопке **Закорыть**. Обновленный слайд показан на рис. 2.18.

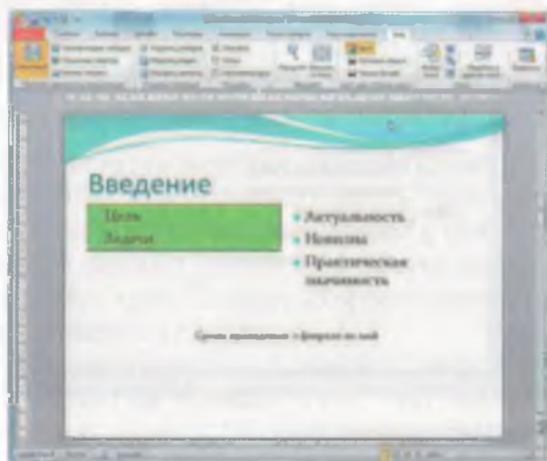


Рис. 2.18. Результат форматирования текстового объекта

### Редактирование образца слайда

В состав шаблона дизайна презентации, кроме цветовой схемы, входят образцы слайдов, титульного слайда, страниц заметок и раз-

даточного материала, которые определяют стандартное оформление этих элементов. Изменяя образец, можно модифицировать сразу все слайды презентации. Образец слайдов содержит в себе следующие компоненты:

- цвет фона, который может иметь плавные переходы тона;
- принимаемые по умолчанию параметры форматирования шрифтов, заголовков и маркированных списков;
- дополнительные объекты, размещаемые на заднем плане слайдов;
- три специальных поля, отображающих дату, номер слайда и текст нижнего колонтитула.

Выберите команду **Вид**→**Образец слайдов**. Появятся образец слайдов с пятью местозаполнителями и лента инструментов **Образец слайдов** с несколькими кнопками, позволяющими вводить новый образец, удалять, сохранять и переименовывать его (рис. 2.19). С помощью описанных приемов можно редактировать образец слайда, изменять размеры местозаполнителей, заливку, рамку и шрифт, а также маркеры списков. Выполненное форматирование подействует на все слайды презентации, кроме титульного.

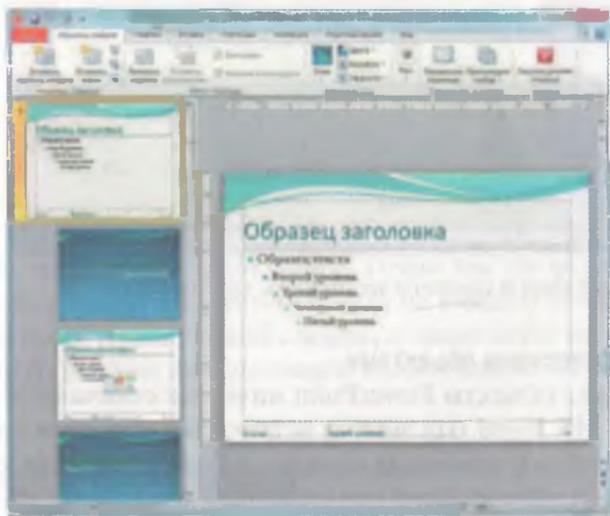


Рис. 2.19. Образец слайдов

Выполните команду **Фон**.

Выберите **Формат фона**, открывающий доступ к узорным и градиентным заливкам фона. Затем щелкните на кнопке **Применить ко всем**.

Для активации трех дополнительных объектов, расположенных в нижней части образца, выберите команду **Вставка**→**Колонтитулы**.

Выберите положение переключателя **Автообновление**, чтобы выводилась дата последнего обновления презентации. В списке **Язык** выберите пункт **Русский**. Установите флажок **Номер слайда**, чтобы добавить порядковый номер слайда. В поле **Нижний колонтитул** введите, например, текст **«Оформление диплома»**, который будет теперь появляться на каждом слайде. Щелкните на кнопке **Применить ко всем**. Вернитесь в обычный режим просмотра слайдов. Обновленный первый слайд показан на рис. 2.20.

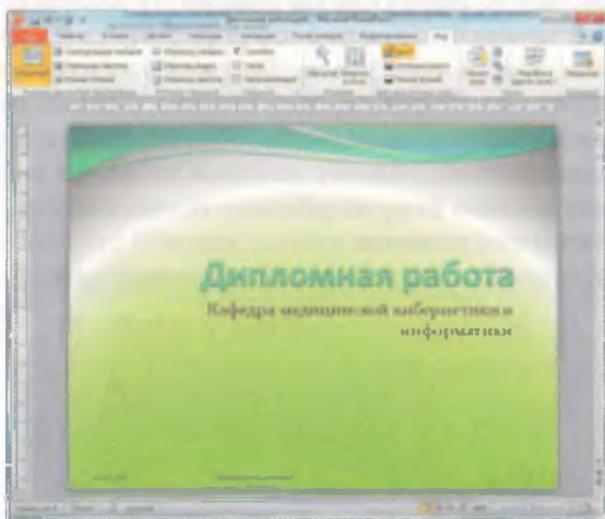


Рис. 2.20. Новый фон и подписи на нижнем краю слайда

### Работа с графическими объектами

Графические объекты PowerPoint ничем не отличаются от рисунков и автофигур MS Word. Их можно вставлять как в сами слайды, так и в образцы. Чтобы с помощью образца добавить логотип компании на каждый слайд и гиперссылки на следующий и предыдущий слайды, выполните перечисленные ниже операции.

С помощью команды **Вид**→**Образец слайдов** откройте образец слайда.

Щелкните на местозаполнителе **Образец заголовка**. Перетащите влево серединный маркер правой границы появившейся рамки, чтобы уменьшить область заголовка и освободить место под логотип.

Выполните команду **Вставка**→**Картинка**. Откроется правая панель **Картинка**. В строке **Искать** наберите, например, «медицина», затем нажмите на кнопку **Начать**. В открывшемся списке картинок выберите, например, «Жезл Гермеса». Поместите указатель на рисунок «Жезл Гермеса» и щелкните мышью на стрелке рядом с ним. Выберите пункт меню **Вставить**. Перетащите рисунок мышью в правый верхний угол слайда.

Выполните команду **Вставка**→**Фигуры** и щелкните на кнопке со стрелкой вправо. Щелкните на стрелке правой кнопкой мыши и выберите команду **Гиперссылка**. В левой части открывшегося окна диалога щелкните на кнопке **Место в документе**. Затем в списке слайдов назначения выберите пункт **Следующий слайд** и щелкните на кнопке **ОК** (рис. 2.21).



Рис. 2.21. Добавление гиперссылки

Повторите предыдущие шаги, для того чтобы добавить стрелку влево и назначить ей гиперссылку **Предыдущий слайд**.

Перейдите в **Режим чтения**. Щелкните на стрелке ссылки на следующий слайд, откроется второй слайд. Точно так же можно перейти к третьему слайду. Обратите внимание, что на каждом слайде есть ссылки на предыдущий и следующий слайды, а также логотип организации. Чтобы выйти из режима демонстрации презентации, нажмите клавишу **Esc**.

## 2.3.3. Разработка слайд-фильма

### Анимация объектов

В дополнение к переходам между слайдами PowerPoint позволяет настроить анимацию объектов слайдов. Перейдите ко второму слайду презентации, который называется «Аннотация».

Перейдите на вкладку **Анимация**. Откроется лента, в которой пункты меню, связанные с эффектами, неактивны.

Щелкните на заголовке слайда «Аннотация». Активируется лента **Анимация**. В разделе **Анимация** выберите **Вылет**, в параметрах эффектов укажите **Слева**. Щелкнув на кнопке , можно выбрать дополнительные параметры эффектов.

В завершение необходимо настроить время показа слайда:

- после щелчка мышью;
- одновременно с предыдущей анимацией;
- после завершения предыдущей анимации.

Аналогичным образом назначьте анимацию элементам маркированного списка.

### Скрытие слайда

Некоторые слайды презентации могут играть вспомогательную роль и демонстрироваться слушателям только при необходимости детального разъяснения конкретного вопроса. Такие слайды можно скрыть, и они не будут появляться в презентационной последовательности, однако докладчик в любой момент сможет вызвать их на экран с помощью специальных команд. Девятый слайд файла *Дипломная работа.ppt* («Заключение») не содержит необходимой информации, скроем его.

С помощью команды **Вид**→**Сортировщик слайдов** переключитесь в режим сортировщика. Щелчком выделите девятый слайд. Чтобы скрыть выделенный слайд, щелкните правой кнопкой мыши и в контекстном меню выберите пункт **Скрыть слайд**. Обратите внимание, что теперь номер девятого слайда перечеркнут, что указывает на его скрытый статус.

*Примечание.* Чтобы вернуть слайд в презентационную последовательность, выделите его и повторно щелкните на кнопке **Скрыть слайд**.

Щелкните на значке перехода  под вторым слайдом, и вы увидите в окне сортировщика анимацию перехода от первого слайда ко второму и затем всю анимационную последовательность слайда.

Правее значка перехода указано время демонстрации слайда, после которого выполняется автоматический переход к следующему слайду. Как видите, режим сортировщика дает возможность быстро просмотреть все назначенные эффекты и хронометраж презентации.

Режимы слайдов и сортировщика позволяют настраивать и просматривать все анимационные эффекты. Однако чтобы увидеть их на полном экране, протестировать гиперссылки слайдов, настроить время демонстрации и записать сопроводительную речь диктора, следует

воспользоваться режимом полноэкранного просмотра, который применяется и при окончательной демонстрации презентационной последовательности.

### Запуск слайд-фильма

Запустить демонстрацию слайд-фильма можно выбором команды **Показ слайдов** → **С начала** простым нажатием клавиши F5 или Shift+F5 в случае начала показа с текущего слайда. Однако, готовясь показать презентацию перед аудиторией, следует настроить параметры демонстрации и научиться манипулировать слайдами.

Выберите команду **Показ слайдов** → **Настройка демонстрации**.

Переключатели и флажки разделов **Показ слайдов** и **Параметры показа** открывшегося окна диалога позволяют задать следующие режимы:

- управляемый докладчиком — полноэкранный режим демонстрации;
- управляемый пользователем — демонстрация в окне;
- с полосой прокрутки — добавление полосы прокрутки в оконном режиме просмотра;
- автоматический — автоматически повторяющаяся бесконечное количество раз демонстрация всей последовательности;
- непрерывный цикл до нажатия клавиши Esc — переход к первому слайду после показа последнего;
- без речевого сопровождения — отключение всех записанных звуковых сообщений;
- без анимации — отключение анимации объектов слайдов.

Чтобы демонстрировались только некоторые слайды, введите номера первого и последнего слайдов последовательности в счетчики с и по и выберите соответствующее положение переключателя; возможен и произвольный показ слайдов.

Для отмены автоматической смены слайдов выберите положение переключателя **вручную**. Завершив настройку, щелкните на кнопке ОК. Нажатием клавиши F5 запустите показ презентации.

Управление слайд-фильмом производится с помощью кнопки контекстного меню и кнопок самого меню, которые показаны на рис. 2.22.



Рис. 2.22. Кнопки меню управления демонстрацией слайдов

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ К РАЗДЕЛУ 1

1. Что означает термин «информация»?
2. Что необходимо добавить в систему «источник информации—приемник информации», чтобы осуществлять передачу сообщений?
3. Почему количество информации в сообщении удобнее оценивать не по степени увеличения знания об объекте, а по степени уменьшения неопределенности наших знаний о нем?
4. Как определяется единица измерения количества информации?
5. От чего зависит информативность сообщения, принимаемого человеком?
6. В каких случаях и по какой формуле можно вычислить количество информации, содержащейся в сообщении?
7. Почему в формуле Хартли за основание логарифма взято число 2?
8. При каком условии формула Шеннона переходит в формулу Хартли?
9. Что определяет термин «бит» в теории информации и в вычислительной технике?
10. Какие средства автоматизации предоставляет система MS Word?
11. Какие действия необходимо выполнить для надежного сохранения текста?
12. Назовите способы выделения текста с помощью мыши.
13. Назовите способы поиска текста и выделения с помощью клавиш редактирования.
14. Как просмотреть характеристики форматов?
15. Как перенести характеристики форматов на другие абзацы?
16. Дайте определение термину «стиль» и расшифруйте это понятие.
17. Укажите способы вставки и удаления строк в таблице.
18. Укажите способы преобразования текста в таблицу.
19. Что такое ячейка, и как определяется ее положение в таблице MS Excel?
20. Что называется рабочей книгой в MS Excel? Каково отличие рабочей книги от листа?
21. Опишите способы запуска и способы завершения работы MS Excel.
22. Что такое относительный адрес ячейки?
23. Как указать абсолютный адрес ячейки?
24. Для чего используются имена ячеек?

25. Как ввести данные в ячейку таблицы?
26. Что такое функция?
27. В какой последовательности выполняются операции в арифметическом выражении?
28. В каких случаях применяются логические функции?
29. Зачем в MS Excel включен язык программирования Visual Basic for Applications?
30. Как удалить слайд в режиме слайдов MS PowerPoint?
31. Как превратить маркированный список в отдельный слайд?
32. Что такое местозаполнитель?
33. Что такое заметка докладчика?
34. Как выделить несмежные слайды?
35. Что входит в понятие «дизайн слайда»?
36. Из каких объектов состоит слайд?
37. Что такое образец слайдов?
38. Для чего используют гиперссылки на слайдах?
39. Для каких целей преобразовывают презентации в другие форматы представления данных?
40. Что такое слайд-фильм?
41. Что такое срок демонстрации?
42. С какой целью в презентации скрывают отдельные слайды?

## РАЗДЕЛ 2

# ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ ИНФОРМАЦИИ В МЕДИЦИНЕ И ЗДРАВООХРАНЕНИИ

## Глава 3

# АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Неотъемлемая часть квалификационных характеристик современного врача — владение инструментарием статистической обработки клинических и экспериментальных данных. Аппарат математической статистики универсален по области применения, обширен по объему, используется для решения самых разных задач. Врач должен уметь:

- осуществлять формально-логическую постановку задачи;
- выбирать из множества имеющихся методы, адекватные поставленной задаче;
- содержательно интерпретировать полученные результаты.

При проведении анализа методами математической статистики пользуются специальными программными средствами, которые принято объединять в статистические пакеты. В настоящее время наиболее используемыми для анализа медицинских данных являются работающие статистические пакеты Statistica и SPSS под Windows.

Информация, содержащаяся в данном разделе, предлагается в виде иллюстрированного материала в рамках пакета программ SPSS (IBM® SPSS® Statistics 20).

### 3.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

**Генеральная совокупность** — это множество всех рассматриваемых объектов.

**Выборка** — это часть генеральной совокупности, извлекаемая для анализа. Выводы, которые делаются при использовании методов математической статистики, основаны на допущении, что то, что верно на случайной выборке, верно и для генеральной совокупности. Существует два основных класса выборок — детерминированные и вероятностные. В отличие от вероятностной выборки детерминированная выборка состоит из элементов, включенных в нее без учета вероятности их проявления.

**Репрезентативная выборка** — это выборка из генеральной совокупности, с определенной достоверностью представляющая характеристики общей выборки.

**Параметр** — суммарный количественный показатель, характеризующий совокупность.

**Распределение параметра** — совокупность частот встречаемости интервалов его значений в исследуемой выборке. К наиболее часто встречающимся видам распределения относятся: колоколообразное (гауссово, нормальное), асимметричное, полимодальное (бимодальное), равномерное.

К основным характеристикам распределения (описательным статистикам) относятся:

- **среднее арифметическое** — получается сложением всех выборочных значений исследуемого показателя и делением суммы на количество значений;
- **минимум** — наименьшее выборочное значение;
- **максимум** — наибольшее выборочное значение;
- **дисперсия** — приближение среднего арифметического, вычисленное на основе квадратов разностей между значением каждого элемента выборки и выборочным средним;
- **стандартное отклонение** — квадратный корень из выборочной дисперсии — среднее расстояние, на котором находятся элементы от среднего арифметического выборки;
- **стандартная ошибка среднего** — величина, отражающая диапазон значений, в котором должно находиться среднее значение при использовании других выборочных данных;

- **медиана** — значение параметра, делящее распределение параметра пополам. Чтобы получить медиану выборки, ее необходимо упорядочить (по возрастанию или по убыванию); если число значений нечетно, то медиана — это центральное значение, если число значений четно, то медиана — это среднее арифметическое двух центральных значений. Медиану по-другому называют 50% центилем (centile), в пакете SPSS — процентилями;
- **центили**: 25% центиль (нижний или 1-й квартиль) — значение, левее которого находится 25% наблюдений упорядоченного по возрастанию массива; 75% центиль (верхний или 3-й квартиль) — значение, левее которого находится 75% наблюдений упорядоченного по возрастанию массива;
- **мода** — это число, которое чаще других встречается в выборке.

**Статистическая гипотеза** — *формально сформулированное предположение, касающееся конкретного параметра генеральной совокупности.*

**Нулевая гипотеза ( $H_0$ )** — *гипотеза, которую предполагается отклонить (например, об отсутствии различий между группами).*

**Альтернативная гипотеза ( $H_1$ )** — *противоположная нулевой (о наличии различий между группами), представляет собой исследовательское предположение, которое требуется доказать.*

**Значимость** — *вероятность ошибки принятия гипотезы.*

**Уровень статистической значимости ( $\alpha$ )** — *пороговое значение для ошибочного отклонения верной нулевой гипотезы (ошибки первого рода).*

В медицине принято выбирать  $\alpha = 0,05$  или  $\alpha = 0,01$ . Ошибка второго рода — ошибочное принятие ложной нулевой гипотезы. В настоящее время принято указывать реальное  $p$ -значение (вероятность ошибки первого рода). Если  $p$ -значение меньше 0,05 (т.е. ошибка менее чем в 5% случаев), говорят о наличии статистически значимых различий между выборками параметра.

Независимыми считаются, например, группы пациентов, которые были рандомизированы (случайным образом отобраны). Зависимыми являются, например, данные одной и той же группы больных до и после лечения.

**Статистический критерий** — *правило, согласно которому по результатам наблюдений принимается решение в задаче статистической проверки гипотез.* Например, для проверки соответствия распределения выборочного параметра нормальному распределению часто используют **критерий Колмогорова–Смирнова**.

При сравнении выборок нужно помнить, что количество наблюдений в выборках должно быть примерно сопоставимо. Что касается размера выборок, то их величина не должна быть меньше 10 наблюдений в случае существенного разброса значений показателей в каждой из них.

***T*-критерий Стьюдента** для независимых выборок (групп) — наиболее популярный метод решения задачи: различаются ли средние значения параметра в сравниваемых группах. Может использоваться корректно только в случае нормального распределения значений в каждой группе и равенства дисперсий распределений в группах. *T*-критерий Стьюдента для независимых выборок заключается в проверке нулевой гипотезы о том, что средние значения параметра в группах не различаются. Если нулевая гипотеза по результатам анализа отклоняется ( $p < 0,05$ ), принимается альтернативная гипотеза о том, что средние значения параметров в группах различаются. Использование *T*-критерия Стьюдента для независимых выборок правомерно лишь при достаточно большом количестве наблюдений в выборках, что в клинической медицине бывает не часто.

*T*-критерий для парных выборок используют в случае двух зависимых выборок, например сравнение выборочных показателей до и после лечения у одних и тех же пациентов.

**Тест Манна–Уитни** используется для сравнения выборок в случаях, когда хотя бы одна из сопоставляемых выборок параметра имеет распределение, отличное от нормального, или если характер распределения параметра неизвестен (проверка на нормальность не проводилась). Суть метода — в проверке нулевой гипотезы о равенстве средних рангов в группах. Другими словами, до проверки гипотезы осуществляется ранжирование значений параметра в каждой группе. Если нулевая гипотеза отклоняется, принимается альтернативная гипотеза о том, что между рангами групп есть различия.

**Тест Вилкоксона** — один из самых мощных непараметрических критериев. Используется для парного сравнения выборок количественных (или качественных порядковых) параметров в тех случаях, когда хоть в одной из анализируемых выборок распределение величин параметра не является нормальным. При применении критерия Вилкоксона проверяется нулевая гипотеза об отсутствии различий выборок. Если она отклоняется ( $p < 0,05$ ), принимается альтернативная об их наличии.

Общепринятый способ выявления взаимосвязи между переменными — расчет **корреляций**. Обнаружение корреляции между двумя переменными не указывает на существование причинной связи между ними,

а лишь свидетельствует о ее возможности. Отсутствие корреляционной связи не позволяет говорить об отсутствии более сложной связи.

**Регрессия** — это математическое выражение зависимости изменения значения одного показателя от другого или других. Если зависимость описывается уравнением прямой типа  $y = b \cdot x + a$ , где  $x$  и  $y$  — показатели, то говорят о *линейной* регрессии. Если же функциональная связь между показателями подчиняется какому-либо другому закону, т.е. ее невозможно описать линейной взаимосвязью, то в таких случаях предполагают наличие *нелинейной* регрессии.

## 3.2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПАКЕТЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ SPSS

Основное окно SPSS20 выглядит согласно стандартам интерфейса MS Windows (рис. 3.1).

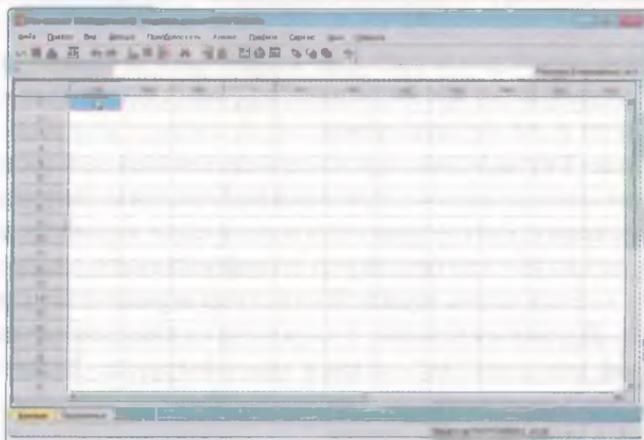


Рис. 3.1. Основное окно пакета SPSS

Исходные данные в системе SPSS организованы в виде таблиц, состоящих из строк и столбцов. В отличие от обычных электронных таблиц, в которых строки и столбцы равноправны, в SPSS они имеют разные смысловые значения. Столбцы таблицы SPSS называются **Переменные**, а строки — **Наблюдения**. В качестве переменных обычно выступают исследуемые параметры, а наблюдения — это значения, которые принимают переменные. Например, наблюдения — это больные, переменные — пол, возраст, дата поступления в больницу, масса тела, рост и т.д.

Переменные в таблице SPSS могут принимать как числовые, так и текстовые значения. Кроме значений переменных, таблица может содержать дополнительную информацию (заголовок, комментарии об источнике данных и т.д.).

Непосредственное знакомство с системой SPSS следует начать с ввода данных или импорта данных, хранившихся в других приложениях.

При первом запуске пакета SPSS появляется окно, в котором отображается пустая таблица 20×11 (20 наблюдений, 11 переменных) (см. рис. 3.1).

Для дальнейшей корректной работы желательно сразу записать эту таблицу под своим именем в папке, где планируется хранить статистические данные и результаты их обработки. Для этого необходимо ввести хотя бы одно значение переменной и воспользоваться командой **Сохранить** меню **Файл** или нажать сочетание клавиш **CTRL+S** (рис. 3.2).

После сохранения файла откроется окно журнала, в котором отображается выполненная процедура (рис. 3.3). Окно журнала можно закрыть без сохранения.

*Примечание.* Звездочка в имени таблицы означает, что внесенные изменения не сохранены.

Далее необходимо ввести имена переменных и описать их. Для открытия окна редактирования параметров переменных необходимо щелкнуть мышью на вкладке **Переменные** (рис. 3.4).

Чтобы ввести имена, необходимо в столбце **Имя** вводить наименования переменных наблюдения, а затем задавать их параметры. Например,

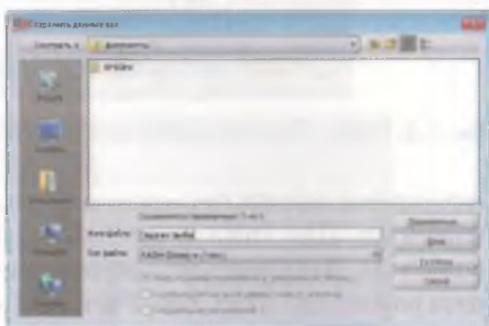


Рис. 3.2. Сохранение таблицы данных

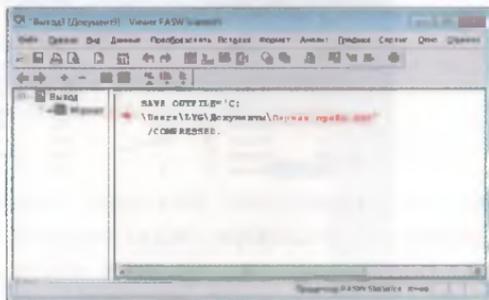


Рис. 3.3. Результат операции сохранения файла Первая проба.sav

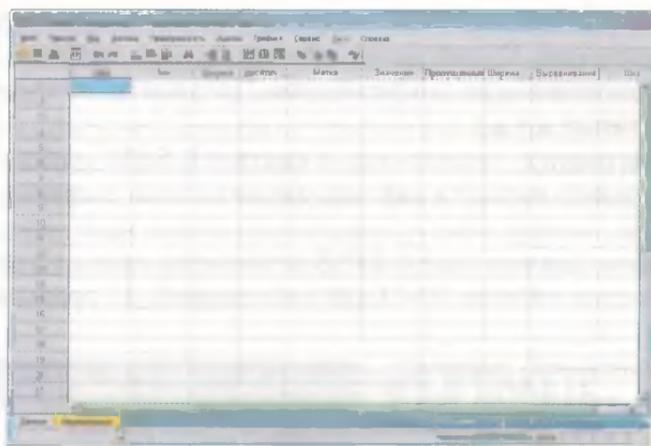


Рис. 3.4. Окно редактирования параметров переменных

необходимо создать несложную исходную таблицу данных регистрации пациентов. Для этого нужно задать переменные **Код** (идентификатор пациента), **Дата\_reg** (дата регистрации или поступления), **Дата\_рожд** (дата рождения), **Пол**, **Вес**, **Рост**, **АД** (артериальное давление), **ЧСС** (частота сердечных сокращений), **ЧД** (частота дыхания). Порядок ввода имен и описание переменных произвольных (рис. 3.5).

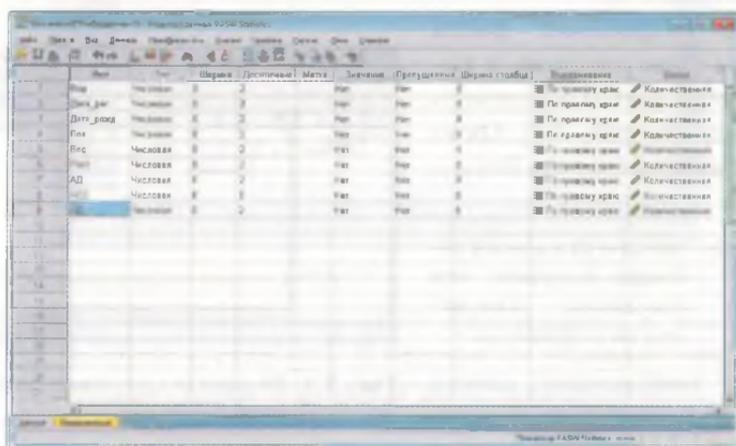


Рис. 3.5. Задание имен переменных

*Примечание.* В именах переменных нельзя использовать специальные символы и пробелы. Вместо пробела рекомендуется использовать знак подчеркивания «\_».

Для описания переменной необходимо щелкнуть мышью в поле **Тип**, затем щелкнуть в появившемся расширении поля **Тип**. Откроется окно **Тип переменной** (рис. 3.6), в котором необходимо сделать соответствующий выбор.

Необходимо описать каждую переменную (рис. 3.7) и заполнить созданную таблицу данными, например, как на рис. 3.8.

*Примечание.* В качестве разделителя между дробной и целой частью числовых данных необходимо использовать запятую, а не точку.

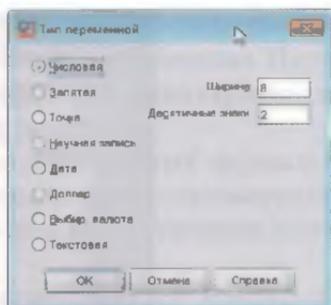


Рис. 3.6. Задание типа переменной

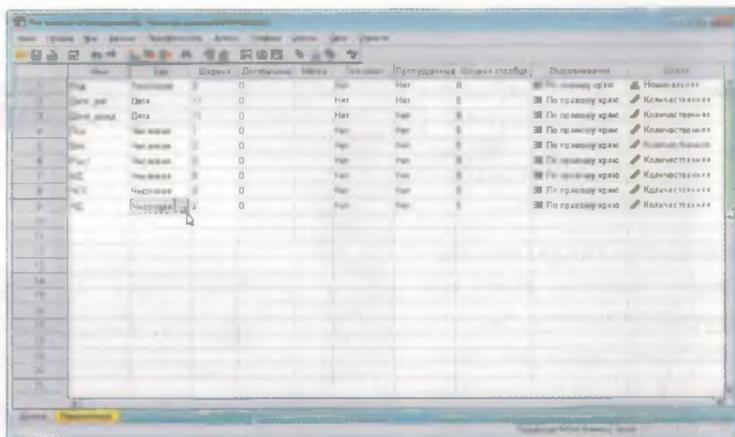
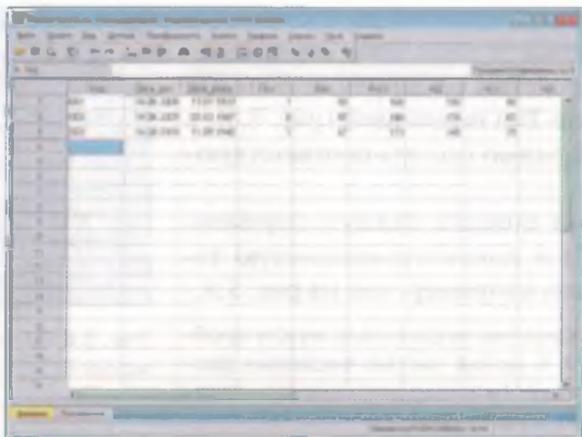


Рис. 3.7. Описание переменных

Программный пакет SPSS имеет широкий инструментарий по импорту и экспорту данных. Благодаря такой возможности можно обмениваться данными с такими необходимыми для оформления результатов работы приложениями, как MS Word и MS Excel.

В SPSS, как в любом современном статистическом пакете, реализованы фильтры конвертации форматов данных. Для экспорта данных необходимо выполнить команду **Файл**→**Сохранить как** сохранения файлов, раскрыв список **Тип файла** и определив тип файла, который необходимо экспортировать (рис. 3.9). Для импорта данных необходимо воспользоваться аналогичным подходом для открытия данных меню **Файл**.



№ п/п	Имя	Дата рождения	Пол	Возраст	Вес	Рост	Давление	Частота пульса
1	Иванов	1980-01-15	М	28	75	175	120/80	70
2	Петров	1975-03-22	М	33	80	180	130/90	75
3	Сидоров	1985-05-10	М	23	70	170	110/70	65
4	Смирнов	1970-08-05	М	38	85	185	140/100	80
5	Климов	1990-11-20	М	18	65	165	100/60	60

Рис. 3.8. Заполнение таблицы исходными данными

*Примечание.* Не следует забывать и о наличии буфера обмена данными между Windows-приложениями.

Подробности открытия существующих файлов или записи в другой формат либо под другим именем здесь не рассматриваются ввиду их полной аналогии с соответствующими манипуляциями в Office-приложениях.

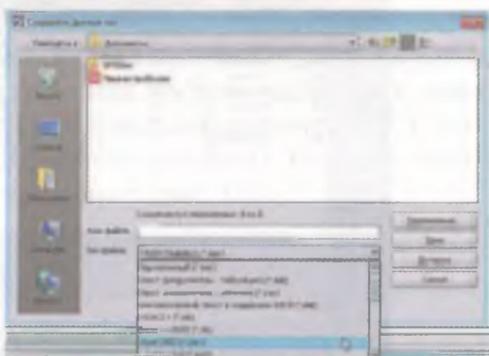


Рис. 3.9. Экспорт данных

## 3.3. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ СРЕДСТВАМИ ПАКЕТА SPSS

### 3.3.1. Описание количественных данных

Прежде чем приступить к оценке статистической значимости различий между исследуемыми группами, необходимо определить, по какому закону распределены исходные данные. В клинической практике часто бывает достаточно определить соответствие данных нормальному закону. В случае когда значения наблюдаемых показателей распределе-

ны нормально, для дальнейшего анализа используется так называемая *параметрическая* статистика (критерии Стьюдента, корреляции Пирсона), в противном случае — *непараметрическая* статистика (критерии Манна–Уитни, Вилкоксона, корреляции Спирмена).

Качественно оценить соответствие полученных данных нормальному закону распределения можно так называемым глазомерным способом, а также количественно, например с помощью критерия Колмогорова–Смирнова.

Для визуальной оценки необходимо воспользоваться командой **Графика**→**Выбор шаблона диаграммы**, далее выбрать переменную, значения которой необходимо оценить на соответствие нормальному закону распределения, выделить иконку **Гистограмма с нормальным распределением**→**ОК** (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Построение гистограммы величин переменной для оценки соответствия распределения нормальному закону

На рис. 3.11 приведена гистограмма распределения переменной, на которую нанесена кривая нормального распределения. После визуального сравнения гистограммы, построенной на основе исследуемых данных, с кривой нормального распределения следует воспользоваться тестом Колмогорова–Смирнова. Для этого необходимо выполнить последовательность команд **Анализ**→**Непараметрические критерии**→**Одновыборочный Колмогорова–Смирнова** и выбрать анализируемую переменную (рис. 3.12).

В окне просмотра появятся следующие результаты (рис. 3.13).

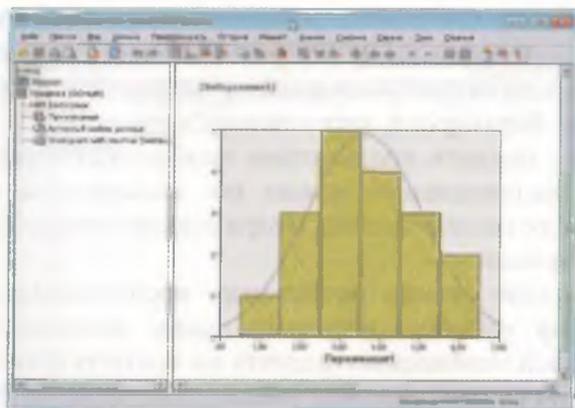


Рис. 3.11. «Глазомерный» анализ распределения экспериментальных данных

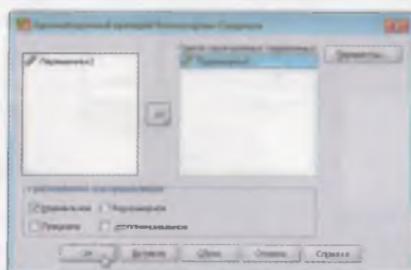


Рис. 3.12. Окно выбора анализируемой переменной

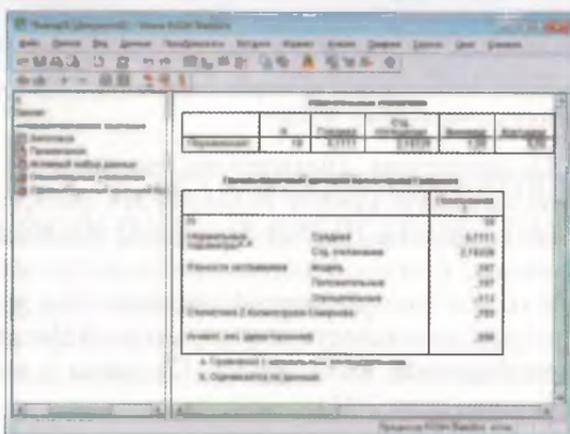


Рис. 3.13. Результат применения критерия Колмогорова–Смирнова

Отклонение от нормального распределения считается статистически значимым при значении  $p < 0,05$ . В рассматриваемом примере значение  $p = 0,556$ , т.е. вероятность ошибки не значимая, следовательно, значения исследуемой переменной подчиняются закону нормального распределения.

Итак, в результате проведения исследования сформирован список наблюдаемых параметров (переменных). У каждой переменной имеется ряд наблюдений (значений).

Для описания изменчивости переменных пользуются описательными (дескриптивными) статистиками: минимум, максимум, среднее, дисперсия, стандартное отклонение, медиана, центили, квартили, мода и т.д. Эти статистики дают общее представление о значениях, которые принимает переменная.

Для того чтобы рассчитать описательные статистики для данных, соответствующих нормальному распределению, необходимо выполнить последовательность команд **Анализ** → **Описательные статистики** → **Описательные...** и выбрать анализируемую переменную. Нажав на кнопку **Параметры**, выбрать необходимые статистики (рис. 3.14). В результате выполненных команд откроется окно результатов расчета (рис. 3.15).

Для расчета описательных статистик для данных, распределение которых не соответствует закону нор-

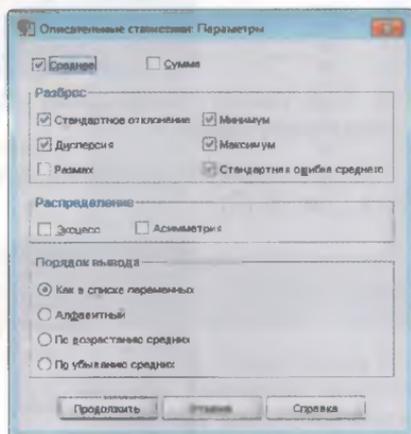
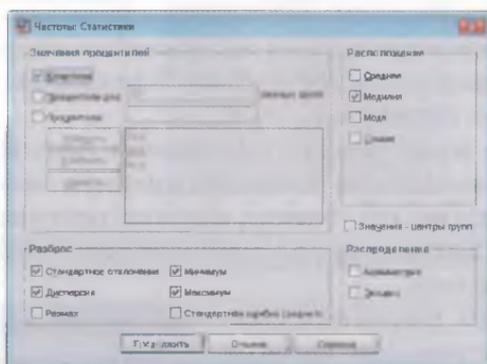


Рис. 3.14. Выбор описательных статистик

Переменная	N	Среднее	Вариация	Стандартное отклонение	Максимум	Минимум
N в заданных диапазонах	10	1.00	0.80	0.894	2.00	0.00

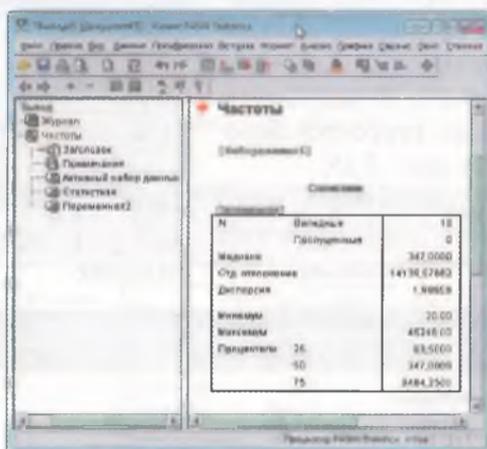
Рис. 3.15. Окно результатов расчета описательных статистик

мального распределения, необходимо выполнить последовательность команд **Анализ**→**Описательные статистики**→**Частоты**, выбрать анализируемую переменную (в нашем случае это Переменная 2) и нажать на кнопку **Статистики**. Откроется соответствующее окно (рис 3.16).



**Рис. 3.16.** Расчет описательных статистик для данных, не распределенных по нормальному закону

В результате выполненных команд откроется окно результатов расчета (рис. 3.17).



**Рис 3.17.** Описательные статистики для данных, не распределенных по нормальному закону. Окно результатов расчета

Среди результатов расчета: медиана, 25-й центиль (процентиль), 75-й центиль (процентиль).

### 3.3.2. Сравнение двух выборок в случае нормально распределенных исходных данных

Если необходимо сравнить определенные показатели в двух независимых группах, например сопоставить опыт с контролем, то для нормально распределенных исходных данных используется *T-критерий для независимых выборок (двухвыборочный тест Стьюдента)*.

Для проведения двухвыборочного теста Стьюдента исходная таблица организуется следующим образом (рис. 3.18). Столбец **Группировка** — группирующая переменная. Напротив «О» в столбце переменной АД (артериальное давление) расположены данные опытной группы, а напротив «К» — значения переменной АД контрольной группы.

*Примечание.* В качестве группирующей переменной могут выступать и числовые значения, например «1» и «0».

Для проведения сравнения необходимо выполнить следующую последовательность команд **Анализ**→**Сравнение средних**→**T-критерий для независимых выборок**, выбрать переменные (рис. 3.19), задать группы (рис. 3.20), **Продолжить**, **ОК**.

	Группировка	АД	пер
1	о	140	
2	о	170	
3	о	170	
4	о	160	
5	о	160	
6	о	160	
7	о	140	
8	о	160	
9	о	160	
10	о	160	
11	к	120	
12	к	125	
13	к	130	
14	к	140	
15	к	160	
16	к	130	
17	к	140	
18	к	121	
19			

Рис. 3.18. Организация исходных данных для двухвыборочного теста Стьюдента



Рис. 3.19. Выбор анализируемых переменных



Рис. 3.20. Задание метки группы

В открывшемся окне результатов (рис. 3.21) интерес представляют следующие показатели:

- $t$  — значение  $T$ -критерия Стьюдента ( $t = 3,938$ );

- значимость — вероятность ошибки принятия гипотезы о наличии различий, когда в действительности их нет ( $p=0,002$ ).

В случае  $p < 0,05$  можно принимать гипотезу о наличии статистически значимых различий между исследуемыми группами.

Группированный список: возраст			
Группа	Число	Среднее	Станд. отклонение
до	16	156,00	13,216
после	8	133,25	13,216

Критерий равенства дисперсий			
Группа	Число	Среднее	Станд. отклонение
до	16	156,00	13,216
после	8	133,25	13,216

Критерий равенства дисперсий			
Группа	Число	Среднее	Станд. отклонение
до	16	156,00	13,216
после	8	133,25	13,216

Критерий равенства дисперсий			
Группа	Число	Среднее	Станд. отклонение
до	16	156,00	13,216
после	8	133,25	13,216

Рис. 3.21. Результаты проведенного двухвыборочного теста Стьюдента

Если необходимо сравнить определенные показатели в одной и той же группе испытуемых до и после лечения, то для нормально распределенных исходных данных используется *парный тест Стьюдента*.

Для проведения парного теста Стьюдента исходная таблица организуется следующим образом: первый столбец, например переменная АД\_до, — наблюдения артериального давления до лечения; второй столбец — переменная АД\_после — наблюдения того же показателя после курса лечения (рис. 3.22).

Затем выполняется последовательность команд Анализ → Сравнение средних → Т-критерий для парных выборок. Аналогично с двухвыборочным тестом Стьюдента выбираются анализируемые переменные (рис. 3.23).

Аналогично с двухвыборочным тестом Стьюдента по значениям Т-критерия  $t$  и вероятности ошибки  $p$

Ид	АД до	АД после
1	140	120
2	170	125
3	170	130
4	150	145
5	160	160
6	150	130
7	140	140
8	160	121
9	160	130
10	150	145
11	150	145

Рис. 3.22. Организация исходных данных для парного теста Стьюдента

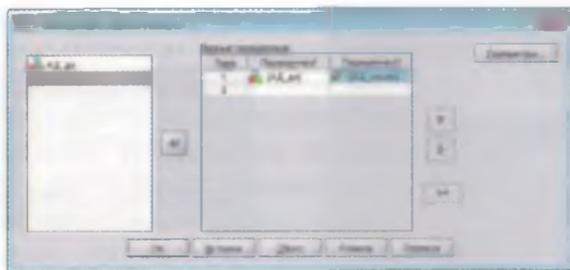


Рис. 3.23. Выбор анализируемых переменных для парного теста Стьюдента

делают вывод о статистической значимости наблюдаемых изменений исследуемого показателя.

### 3.3.3. Сравнения двух выборок в случае ненормально распределенных исходных данных

В случае когда исходные данные не распределены по нормальному закону или когда выборки маленького размера, для определения статистической значимости различий используют так называемую непараметрическую статистику. Задачи, которые решают с помощью непараметрических тестов Манна–Уитни и Вилкоксона, аналогичны задачам, решаемым с помощью параметрических двухвыборочного и парного тестов Стьюдента соответственно: тест Манна–Уитни используют в случае независимых, тест Вилкоксона — в случае связанных выборок.

Для проведения сравнения между двумя независимыми группами данные должны быть организованы (рис. 3.24), как в случае с двухвыборочным тестом Стьюдента.

Необходимо выполнить последовательность команд **Анализ**→**Непараметрические критерии**→**Для двух независимых выборок**, выбрать переменные (рис. 3.25), задать группы (рис. 3.26).

	Температура	АД
1	1	120
2	1	126
3	1	130
4	1	140
5	1	150
6	1	133
7	1	140
8	1	120
9	1	130
10	1	145
11	2	140
12	2	170
13	2	170
14	2	160
15	2	160
16	2	160
17	2	140
18	2	160
19	2	160
20	2	160

Рис. 3.24. Организация исходных данных для двухвыборочного теста Манна–Уитни

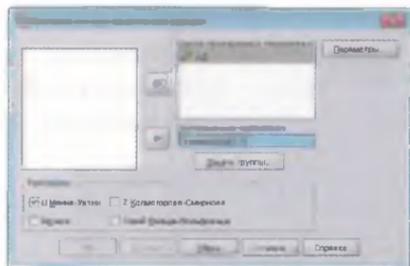


Рис. 3.25. Выбор анализируемых переменных



Рис. 3.26. Задание метки группы

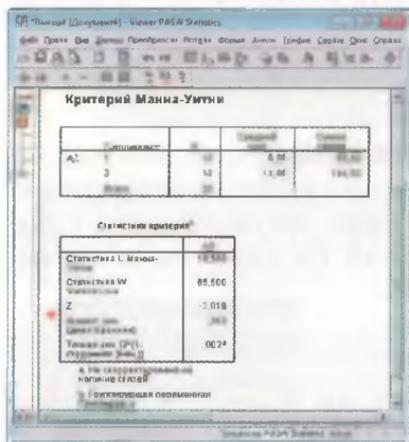


Рис. 3.27. Результаты проведенного двухвыборочного теста Манна-Уитни

значения  $p < 0,05$  (показатель **Асимпт. знч.** в окне результатов анализа) принимается гипотеза о наличии статистически значимых различий между исследуемыми группами.

В открывшемся окне (рис. 3.27) важен показатель **Асимпт. знч.** ( $p = 0,003$ ). В случае  $p < 0,05$  можно принимать гипотезу о наличии статистически значимых различий между исследуемыми группами.

Для проведения **теста Вилкоксона** исходные данные могут быть сформированы по тому же принципу, как и для парного теста Стьюдента (см. рис. 3.22).

Необходимо выполнить последовательность команд **Анализ** → **Непараметрические критерии** → **Для двух связанных выборок**. Аналогично парному тесту Стьюдента выбрать переменные (см. рис. 3.23). В случае

### 3.3.4. Определение наличия и степени взаимосвязи между количественными показателями

При анализе клинических и экспериментальных данных часто возникает вопрос о наличии взаимосвязей между ними. Такая взаимосвязь оценивается по величине коэффициента корреляции. В случае исходных данных, распределенных по нормальному закону, применяется

**корреляция по Пирсону**, в случае ненормально распределенных данных — **корреляция по Спирмену**.

К примеру, необходимо определить зависимость между ростом и массой тела пациентов. Для этого нужно сформировать небольшую таблицу исходных данных (рис. 3.28), выполнить последовательность команд **Анализ**→**Корреляции**→**Парные**, выбрать переменные, между которыми будет оцениваться взаимосвязь, **Коэффициенты корреляции Пирсона** (рис. 3.29). После подтверждения завершения выбора (ОК) откроется окно результатов корреляционного анализа (рис. 3.30).

Знаком «\*\*» в таблице результатов помечаются те коэффициенты корреляции, которые статистически значимо определяют

ст	Вес	Рост	Темп
1	167	66	
2	174	70	
3	185	87	
4	171	71	
5	189	87	
6	170	69	
7	175	76	
8	180	82	
9	185	84	
10	187	87	

Рис. 3.28. Исходные данные для корреляционного анализа

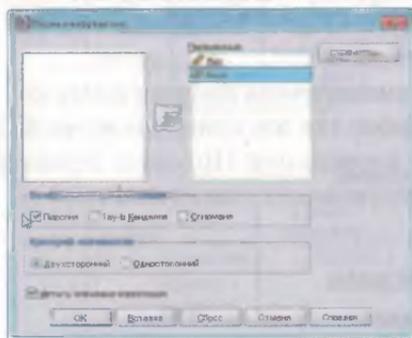


Рис. 3.29. Окно настроек корреляционного анализа

	Вес	Рост
Вес	1	,977**
Знач. (2-сторон)		,000
N	10	10
Рост	,977**	1
Знач. (2-сторон)	,000	
N	10	10

Рис. 3.30. Результаты корреляционного анализа

взаимосвязь исследуемых величин ( $p < 0,05$ ). В данном примере между исследуемыми показателями есть статистически значимая связь (корреляция Пирсона = 0,977,  $p = 0,01$ ).

Результаты корреляционного анализа трактуются следующим образом:

- коэффициент корреляции отрицательный — связь между исследуемыми переменными обратная (т.е. большим значениям одной переменной соответствуют меньшие значения другой);

- коэффициент корреляции положительный — связь между исследуемыми показателями прямая (при большем значении одного из них наблюдается большее значение другого).

Трактовка абсолютных численных значений коэффициента корреляции:

- коэффициент корреляции  $\geq 0,95$  — показатели «статистическая связь» близки к «линейной функциональной»;
- коэффициент корреляции  $< 0,95$  и  $\geq 0,80$  — высокая степень статистической взаимосвязи между показателями;
- коэффициент корреляции  $< 0,80$  и  $\geq 0,60$  — умеренная статистическая связь между показателями;
- коэффициент корреляции  $< 0,60$  и  $\geq 0,30$  — низкая статистическая связь между показателями;
- коэффициент корреляции  $< 0,30$  — слабая статистическая связь между показателями.

Для осуществления анализа корреляций по Спирмену таблица исходных данных может быть организована по схожему с предыдущим случаем принципу (см. рис. 3.28). Нужно выполнить последовательность команд **Анализ**→**Корреляции**→**Парные**, выбрать переменные, между которыми необходимо оценить взаимосвязь **Коэффициенты корреляции Спирмена**.

Итогом выполненных команд будет аналогичная предыдущему корреляционному анализу таблица. На основе тех же принципов оценки полученных коэффициентов, что и для корреляций Пирсона, делается заключение о взаимосвязях между исследуемыми показателями.

### 3.3.5. Определение характера взаимосвязи между количественными показателями

Наряду с определением степени зависимости (корреляции) между показателями для определения характера зависимости одного показателя от другого используют понятие **регрессии**. Регрессионный анализ дает возможность прогнозировать значения одной (зависимой) переменной, отталкиваясь от значения другой или других независимых переменных. При проведении простой линейной регрессии основной задачей является определение параметров  $b$  (коэффициента регрессии) и  $a$  (константы). Для примера: при построения функции регрессии можно взять данные, которые использовались для осуществления корреляционного анализа, — таблицу «рост/вес» (см. рис. 3.28).

Необходимо выполнить последовательность команд **Анализ** → **Регрессия** → **Линейная**, поместить переменную **Вес** в поле для зависимой переменной, а **Рост** — в поле независимых переменных (рис. 3.31). После подтверждения завершения выбора (ОК) будут осуществлены расчет и вывод результатов (рис. 3.32).

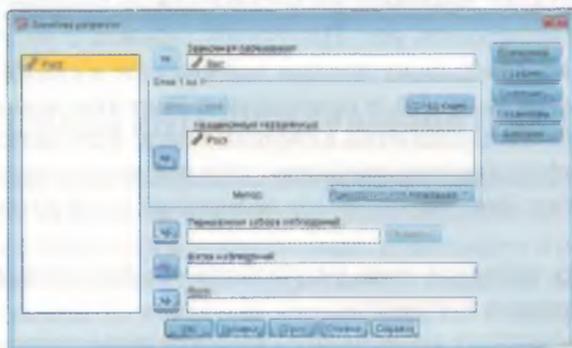


Рис. 3.31. Окно настроек линейной регрессии

Сводка для модели				
Модель	R	R-квадрат	Скорректированный R-квадрат	Стд. ошибка оценки
1	,977 <sup>a</sup>	,954	,948	1,95267

а. Предикторы: (конст) Рост

Дисперсионный анализ <sup>a</sup>						
Модель		Сумма квадратов	ст.св.	Средний квадрат	F	Знч.
1	Регрессия	631,097	1	631,097	165,515	,000 <sup>b</sup>
	Остаток	30,503	8	3,813		
	Всего	661,600	9			

а. Зависимая переменная: Вес  
б. Предикторы: (конст) Рост

Кoeffициенты <sup>a</sup>						
Модель		Нестандартизованные коэффициенты		Стандартизованные коэффициенты	t	Знч.
		B	Стд. Ошибка	Бета		
1	(Константа)	-111,126	14,698		-7,561	,000
	Рост	1,060	,082	,977	12,865	,000

а. Зависимая переменная: Вес

Рис. 3.32. Результаты линейного регрессионного анализа

В нижней таблице окна результатов выводятся коэффициент регрессии  $b$  и смещение по оси ординат  $a$  — константа. Иначе говоря, уравнение регрессии выглядит следующим образом:

$$\text{Вес} = 1,060 \cdot \text{Рост} - 111,126.$$

По этой формуле линейной регрессии можно по известной величине роста спрогнозировать вес. Например, человек с ростом 2 м весил бы около 101 кг. Поскольку уровни значимости в столбце **Знч.**, соответствующие константе ( $a$ ) и переменной Рост ( $x$ ), меньше 0,05, то в уравнение регрессии вошли оба коэффициента. Если же какой-либо из указанных коэффициентов является статистически незначимым (значение  $p$  в столбце **Знч.**  $>0,05$ ), то он не включается в уравнение линейной регрессии.

В остальных таблицах окна результатов наибольший интерес представляют следующие параметры:

- $R$  — коэффициент корреляции (в конкретном случае равен 0,977);
- $R$ -квадрат — степень точности описания модели процесса (0,954);
- **Знч.** в строке со значением  $F$  — уровень значимости критерия Фишера ( $p=0,000$ ).

Модель линейной регрессии — статистически значима лишь в тех случаях, когда  $p < 0,05$ .

Значения параметра  $R$ -квадрат трактуются следующим образом:

- $R$ -квадрат  $\geq 0,95$  — предложенная модель хорошо описывает процесс;
- $R$ -квадрат  $< 0,95$ , но  $\geq 0,80$  — модель удовлетворительно описывает процесс;
- $R$ -квадрат  $< 0,80$  — модель недостаточно хорошо описывает процесс.

В рассмотренном примере  $p < 0,05$ , а  $R$ -квадрат  $\geq 0,95$ , что свидетельствует о том, что между переменными Рост и Вес существует статистически значимая линейная связь, а предложенная модель линейной регрессии точно описывает взаимосвязь между ними.

# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ И ТЕХНОЛОГИЯ DATA MINING

## 4.1. ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Современные подходы к интеллектуальному анализу данных (ИАД) предполагают выявление и извлечение закономерностей из баз фактов, в которых они содержатся в неявном виде, в частности о состоянии здоровья человека. ИАД наиболее эффективен, когда он осуществляется посредством систем, не только имитирующих, но и усиливающих аналитические возможности экспертов.

Интеллектуальный анализ данных в широком смысле включает направления, получившие в англоязычной литературе названия «Data Mining» (раскопка данных) и «Knowledge discovery» (обнаружение знаний). Под словом «интеллектуальный» в названии ИАД следует понимать обнаружение нового знания, извлеченного из базы фактов (данных).

Главные задачи ИАД — поиск функциональных, логических и других закономерностей в накопленной информации, построение моделей и правил, объясняющих найденные аномалии и (или) прогнозирующих развитие некоторых процессов.

Выбор модели для представления рассматриваемых объектов (например, описаний нозологических форм группы заболеваний) и исследования структуры их связей определяется их свойствами (признаками). Однако первый этап на пути к анализу — формирование выборки исходных данных. Часто возникает необходимость сгруппировать или упорядочить описания состояния пациентов, основываясь на их свойствах, выраженных признаками. Существует достаточно широкий круг задач, где изучаемые объекты (пациенты, нозологические формы, микроорганизмы и др.) характеризуются многими разнородными признаками, которые могут быть непрерывными и дискретными, количественными, качественными или смешанными. Кроме того, одни и те же пациенты могут быть включены в выборку несколько раз с отличающимися значениями признаков.

Методы извлечения новых знаний из баз фактов, применяемые в ИАД, весьма различны — это статистические процедуры, деревья решений, методы искусственного интеллекта.

В качестве примера можно рассмотреть классификацию ряда наследственных болезней с целью выявления сходных и различающихся между собой групп болезней. Трудности клинической диагностики наследственных болезней в значительной степени обусловлены, с одной стороны, выраженным полиморфизмом клинических проявлений, изменением клинической картины с возрастом, а с другой стороны — отсутствием у значительной части из них специфических диагностических критериев. Кроме того, имеет место перекрываемость клинических проявлений разных заболеваний, что еще более осложняет проблему дифференциации генетически детерминированных болезней. С учетом редкости многих наследственных заболеваний идентификация таких болезней на долабораторном этапе крайне трудна и в значительной степени опирается на субъективные знания и опыт врачей-генетиков.

Одна из возможностей повышения эффективности диагностики наследственных болезней заключается в использовании методов интеллектуального анализа данных, в частности — метода «словарного шкалирования». Мера сходства в словарном шкалировании основана на мере близости между отдельными терминами словаря клинических признаков. ИАД в этом случае направлен на обнаружение клинически сходных подгрупп заболеваний по сочетанию признаков. Обычно такие закономерности нельзя обнаружить при традиционном просмотре данных врачом, поскольку связи слишком сложны или из-за чрезмерного объема данных.

Для формализованного описания исследуемых заболеваний используется многоуровневый классификатор (словарь), с помощью которого кодируются признаки, характеризующие клиническую картину заболевания. Затем выборка больных подвергается анализу методом многомерного шкалирования в пространстве трех измерений. Многомерное шкалирование позволяет расположить «объекты» (в данном примере описания больных набором признаков) в пространстве некоторой размерности, приближенно сохраняя существующие между ними расстояния. Полученная конфигурация точек, соответствующих описаниям больных, обрабатывается методом кластерного анализа. **Кластерный анализ** — это математический метод группирования объектов на основе оценки их близости в многомерном пространстве.

Результаты проведенной процедуры представлены на рис. 4.1, из которого видно, что большинство анализируемых точек, соответствующих больным с различными заболеваниями, разделились на несколько кластеров с очень незначительным пересечением. В результате в один кластер попали близкие по клиническим проявлениям и патогенетическим механизмам заболевания. Одну группу составили объекты, описывающие клиническую картину у больных мукополисахаридозами (синдромы Гурлер, Шейе, Санфилиппо, Моркио) и крайне с ними схожими муколипидозами I, II и III типов. На основе этого делается вывод, что ИАД, основанный на визуальной оценке различных кластеров, позволяет оценить вклад отдельных симптомов в дифференциальную диагностику заболеваний. Практическое значение работы заключается в том, что аналогично тому, как по отдельным признакам врач выдвигает первичную диагностическую гипотезу, интеллектуальная система анализа данных может объединять в кластеры описания, обладающие аналогичными признаками. Такой анализ данных подтверждает известные связи или дает возможность выявлять новые характеристики отношений между отдельными заболеваниями.

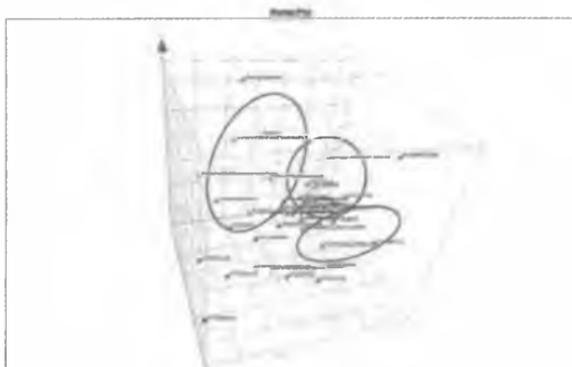


Рис. 4.1. Выделенные кластеры заболеваний

В области обработки массивов информации выделяется применение методов семантического (смыслового) анализа текстовых документов с целью выявления скрытых взаимосвязей между документами и построения оптимальных стратегий поиска существенной (релевантной) информации. Таким путем обеспечивается наиболее эффективный доступ к общему хранилищу данных для специалистов, анализирующих различные аспекты рассматриваемой проблемы (например, клинической картины и патогенеза заболевания). Это может быть достигнуто

при кодировании медицинской информации на основе использования международных и локальных кодификаторов, классификаторов и номенклатур, как это принято при использовании архитектуры клинических документов CDA (см. гл. 13). Модуль семантического анализа позволяет выделять медицинские понятия (диагнозы, синдромы, осложнения, полученные лекарственные препараты и т.д.), содержащиеся в медицинских базах данных.

К главным задачам семантического анализа относятся следующие:

- предварительная обработка информации и поиск взаимосвязей между отдельными объектами (описаниями пациентов) базы данных;
- построение многоступенчатой системы для отражения разных уровней описания заболеваний;
- непротиворечивость данных в базе знаний о заболеваниях (см. гл. 16) в условиях динамически изменяющейся информации о состоянии здоровья, которая необходима при решении задач мониторинга и прогнозирования.

Один из вариантов кластеризации — иерархическое разбиение множества документов в виде взаимосвязанных групп, имеющих наибольшее сходство по тематическому признаку, что обеспечивает многоуровневое представление предметной области (например, классы — подклассы болезней — нозологические единицы).

Алгоритм, в целом реализующий процедуру общности записей, состоит из нескольких этапов. Первый этап — сортировка записей, например, по дате проведения исследования (в частности, микробиологических анализов) с тем, чтобы при выполнении критериев совпадения двух анализов выбрать первый с меньшим порядковым номером или датой как заведомо выполненный ранее второго. На втором этапе организуется цикл проверки по всем записям, каждая из которых проверяется на соответствие со всеми последующими. При этом различают *полное совпадение* (по всем символам: название отделения, история болезни, анализы) и *неполное совпадение*. Под неполным совпадением понимается различие записей по нескольким символам, например истории болезни либо отделения.

Интеллектуальный анализ данных подразумевает наличие по крайней мере двух пластов: «универсального» и «проблемно-ориентированного». Универсальный подход включает последовательность методологических приемов, которыми владеет специалист по анализу данных (аналитик, когнитолог). Это сегментирование базы данных,

поиск дубликатов, применение «окна просмотра» информации, способы оценки динамики изучаемых показателей, методы визуализации и представления результатов анализа и др. Проблемно-ориентированный подход включает учет специфики решаемой задачи и опирается на эвристические приемы, вырабатываемые в тесном сотрудничестве когнитолога и врача-эксперта в конкретной предметной области.

Врачебная практика каждого человека сопровождается накоплением личного опыта в диагностике и лечении заболеваний, который превращается в знания при учете известных врачу теоретических положений и клинических описаний заболеваний в известной ему литературе. В мозге человека наблюдаемые факты и явления отбираются, объединяются, обобщаются и запоминаются, составляя личные (эмпирические) знания.

## 4.2. ТЕХНОЛОГИЯ DATA MINING

Записанные в историях болезни сведения о течении заболеваний и их лечении у конкретных пациентов накапливаются в архивах. При наличии их в электронном виде можно сразу перейти к обработке этих первичных записей (иногда называемых «сырыми») и извлечению из них существенной для дальнейшего использования информации. В настоящее время в качестве базового метода поиска такой информации можно назвать технологию, получившую название **Data Mining**.

По определению Григория Пиатецкого-Шапиро, одного из основателей данной технологии, **Data Mining** — *это процесс обнаружения в исходных данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений*. В переводе с английского языка **Data Mining** означает «раскопка» или «добыча» данных, но по смыслу правильнее переводить как «добычу из данных». Обращаясь к этой технологии, необходимо помнить, что такой подход может быть применен только к большим массивам, исчисляемым многими десятками или сотнями первичных медицинских документов, в процессе сбора которых не происходило принципиальных изменений в классификации, диагностике и (или) лечении данной патологии.

Процессы **Data Mining** включают в себя методы и технологии автоматического поиска полезных паттернов (шаблонов), содержащих новые знания в необработанных данных с помощью процедуры, известной под названием «поиск по образцу». Под данными понимают множество

фактов (представленных в соответствии с формулируемыми целями их использования), а под образцами (паттернами) понимают подмножество фактов. Оценка паттернов имеет целью выделить из множества найденных шаблонов такие, которые «пригодны» для практического использования или для формирования базы знаний и интерпретируются понятным для пользователя образом. Под достоверностью извлеченных образцов понимают сохранение их оценки (определенной степени достоверности) на новых (расширенных) данных.

Все задачи, решаемые методами Data Mining, можно условно разбить на два направления. Первое связано с извлечением знаний из баз данных при условии, что осуществляется проверка гипотез, формируемых предварительно экспертами, включая и некоторые аргументированные догадки (гипотезы). Второе направление — это автоматическое порождение предположений на основе анализа выявленных фактов и их последующее объяснение с использованием выдвинутых системой гипотез. В результате поиска закономерностей система формирует набор логических правил «если..., то...», означающих, что при наличии определенных признаков речь идет о конкретном диагнозе или следует ожидать определенного результата от предлагаемого лечения. На основании проведенных «раскопок» по базе данных в базу знаний заносятся сведения, выражающие закономерности структуры множества эмпирических фактов, адекватные поставленной задаче (диагностике, выбору эффективной схемы лечения, прогнозированию осложнений и т.п.).

Основным в процессе Data Mining является выделение из данных неструктурированной, ранее не обнаруженной информации, и представление ее в виде, пригодном для использования в медицинской практике для поддержки процесса принятия решений. Паттерны, характеризующие фрагменты многоаспектных отношений в исходных данных историй болезни, отражают закономерности, которые могут быть компактно выражены в понятной врачу форме. Знания, полученные с использованием технологии Data Mining, можно применять в последующем к анализу новых данных.

При обращении к технологии Data Mining следует иметь в виду, что типичная ситуация для медико-биологических исследований — пропуски в данных, т.е. отсутствие определенной части информации о проявлениях болезни в той или иной части анализируемых историй болезни, что чаще касается лабораторных исследований. Это связано с тем, что исследования, как правило, сильно растянуты во времени, нередко их проведение сопровождается организационными сложностями и зави-

сит от надежности любого элемента в медико-технологической цепи: получение биосубстрата (кровь, моча, ликвор), его первичная обработка (центрифугирование и др.), анализ с использованием специального оборудования и реактивов. Как показывает опыт, количество пропусков в таблицах медико-биологических данных может достигать 30% и более. Тривиальный подход к решению этой проблемы заключается в исключении таких объектов из анализируемой выборки. Однако это, конечно, не выход из ситуации, особенно когда в медико-биологических исследованиях за каждой полученной цифрой (значением переменной) стоит дорогостоящее и трудоемкое исследование. Поэтому другие подходы связаны с попытками заполнения (восстановления) пропущенных значений.

Наиболее распространенные методы заполнения пропущенных значений реализованы в известных статистических пакетах, например SPSS, Statistica, и используют заполнение пропусков средними значениями или данными, полученными с помощью регрессионного анализа. При других подходах используются более изощренные приемы, например, основанные на применении метода главных компонент (т.е. интеграции исходных признаков), принципа прецедентности (т.е. поиска аналогичных по другим характеристикам случаев). Перечисленные приемы применимы лишь в том случае, когда для этого имеются достаточно веские основания. Однако поскольку подобные основания, как правило, отсутствуют, то пропуски в данных не нужно пытаться искусственно заполнять значениями, которые могут быть далеки от истинных. Взамен этого следует использовать алгоритмы, реализующие правило «обхода» пропущенных значений. В этом случае будут получены более надежные результаты по другим имеющимся в историях болезни данным.

Методы Data Mining дают возможность выявить 5 типов взаимодополняющих закономерностей: ассоциация (связь между отдельными представлениями, возникающая при определенных условиях), последовательность (цепочка связанных признаков или объектов), группирование (кластеризация), классификация, прогнозирование развития процессов.

**Ассоциация** — выявление закономерностей между признаками или событиями. Примером такой закономерности служит правило, указывающее, что из события  $X$  следует событие  $Y$ . Например, нефротический синдром ( $X$ ) и повышенное артериальное давление ( $Y$ ) или гидроцефалия ( $X$ ) и судороги у детей при нормальной температуре тела ( $Y$ ). Такие пары называются *ассоциативными*. Механизм обнаружения ассоциа-

ции основан на выделении групп объектов, между которыми имеются устойчивые скрытые связи. Это аналогично ассоциативному или интуитивно-ассоциативному процессу мышления у человека. Объем ассоциативных представлений у врача растет с опытом, включая ассоциации клинического, патогенетического и прогностического характера (анамнез — клинические проявления, клиническая картина основного заболевания — осложнения). Результаты анализа ассоциаций позволяют получать паттерны типа ассоциативных правил, которые далее могут использоваться в интеллектуальных системах (см. гл. 16).

**Кластеризация** — это группировка объектов (наблюдений) на основе данных, описывающих свойства объектов (признаки, их выраженность, количественные характеристики показателей). Это один из важнейших аспектов обработки и анализа первичных данных для последующего извлечения или порождения знаний. Объекты внутри кластера должны быть похожими друг на друга и отличаться от других, которые вошли в иные кластеры. Кластеризация указывает на схожесть объектов (описаний больных). Разбиение множества объектов на группы помогает выявить структуру данных, классифицировать их, увеличить наглядность их представления, выдвинуть новые гипотезы, понять уровень информативности свойств объектов. С помощью кластеризации можно упростить дальнейшую обработку данных и построение моделей. Кластеры используются не только для классификации имеющихся объектов, но и для распознавания новых. Значит, можно прогнозировать (предсказывать) неизвестные значения или состояние объекта (пациента), предположив, что оно будет схожим с поведением других объектов кластера (прогностическое моделирование). Кластеризация позволяет также выделять нетипичные объекты, выявленные в процессе Data Mining, которые не присоединяются ни к одному из известных кластеров. Такая ситуация может указывать на атипичность клинической картины заболевания (уточнять или выявлять подтипы заболеваний), а иногда и на существование новой нозологической формы.

Важнейшее положение Data Mining для медицины — это обнаружение в больших базах данных историй болезни шаблонов, отражающих многоаспектные взаимоотношения признаков, и показателей, характеризующих особенности клинической картины и течения заболеваний, эффективность применения различных схем лечения.

Таким образом, основные этапы процессов в Data Mining следующие.

- Выбор исходного множества данных и подмножества переменных, которые необходимы для извлечения нового знания из базы фактов.

- Выбор основных операций над данными, которые могут способствовать уменьшению «шума», т.е. воздействия случайных для решаемой задачи данных.
- Обнаружение полезных особенностей данных, представление которых адекватно решению задачи.
- Кластеризация и другие процедуры объединения сходных случаев.
- Выбор алгоритмов, реализующих поиск паттернов в данных.
- Содержательная интерпретация порожденных системой паттернов.

Аккумулированные в базах данных истории болезней сведения не только о классических проявлениях заболеваний, но и об атипичных вариантах, что особенно важно, могут существенно способствовать повышению качества баз знаний.

При обращении к технологии Data Mining необходимо оценить существующие требования и ограничения.

- Data Mining не может заменить аналитика, а лишь предоставляет ему необходимую, предварительно обработанную информацию.
- Сложность методов, используемых в Data Mining, требует совместной работы врачей-экспертов и специалистов в области информационных технологий и математической статистики.
- Успешный результат применения Data Mining требует качественной предобработки данных. Процесс предобработки может занимать до 75% времени исследования.
- Извлечение полезных сведений невозможно без хорошего понимания сути первичных данных врачом. Необходимы тщательный выбор модели и интерпретация паттернов и зависимостей, которые обнаружены в процессе исследования.
- Валидация — проверка достоверности найденных закономерностей или, согласно определению Международной организации по стандартизации (International Organization for Standardization — ISO), подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что требования, определенные для конкретного случая, выполнены. Нельзя игнорировать и контроль статистической значимости обнаруженных знаний.
- Наличие большого процента ложных, недостоверных или неинтерпретируемых результатов объясняется случайным выявлением паттернов, не относящихся к исследуемой проблеме.

Кроме того, необходимо помнить о высокой стоимости применения технологии Data Mining.

# МЕДИЦИНА, ОСНОВАННАЯ НА ДОКАЗАТЕЛЬСТВАХ

Медицина, основанная на доказательствах или фактах (Evidence-based medicine, обычно ошибочно называемая доказательной медициной), — это совокупность методологических подходов к проведению клинических исследований, оценке и применению их результатов. Смысл этого термина состоит в том, что решения, принимаемые врачами, должны быть аргументированными, т.е. решения должны опираться на аргументы (аргументированные факты), извлеченные из клинических данных.

В этой главе рассматриваются направления медицины, основанной на доказательствах, в которых используется специальный аппарат математической статистики.

### 5.1. ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ИССЛЕДОВАНИИ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Термин «эпидемиология» включает понятия о распространении относящихся к здоровью человека состояний (включая хронические заболевания) и факторов (событий), влияющих на состояние здоровья или являющихся потенциальной основой для развития заболеваний. Эпидемиологические показатели — это расчетные характеристики, получаемые при использовании общепринятых формул. Для анализа распространенности, оценки вновь возникающих случаев заболеваний и уровня средней заболеваемости отдельных членов популяции (группы населения, в которой проводится исследование) используют такие показатели, как коэффициент распространенности, коэффициент заболеваемости и удельный коэффициент заболеваемости.

**Коэффициент распространенности** (Prevalence Proportion — PP) *определяет долю больных в популяции и вычисляется как отношение числа больных к общему размеру популяции.*

**Коэффициент заболеваемости** (Incidence Proportion — IP) *используется для определения числа новых случаев болезни, возникших за определенное время.* IP равен числу заболевших в течение определенного временного интервала (например, за год), деленному на общую численность обследуемой группы в начале наблюдения. Показатель IP часто используют для оценки риска развития болезни за определенный период времени.

IP, как и PP, измеряется в долях (от 0 до 1) или процентах.

**Удельный коэффициент заболеваемости** (Incidence Rate — IR) *применяется для определения числа случаев болезни, приходящихся в среднем на каждого индивидуума в год (или за любой другой период).* IR определяется как число заболевших, деленное на суммарное время наблюдения всех обследуемых до момента заболевания. Каждое слагаемое (в знаменателе) определяется индивидуально, так как зависит от момента развития болезни у каждого из наблюдаемых, и может изменяться от нуля, если испытуемый заболел в начале обследования, до полного периода наблюдения, если данный человек не заболел. Следует учитывать также тот факт, что некоторые больные выбывают из-под наблюдения, если оно проводится в течение длительного времени. В таком случае IR может быть приблизительно определено как число заболевших, деленное на произведение среднего числа индивидуумов (между началом и концом обследования) на время обследования. Если период наблюдения мал и болезнь редкая, то делитель вычисляется просто как произведение числа обследованных на время обследования. Обычно эта величина измеряется как результат умножения количества людей на годы (человек  $\times$  год). Показатель IR, в отличие от PP и IP, может быть больше 1 и не зависит от продолжительности периода наблюдения. При определенных ограничениях IP можно определить как  $IR \times t$ , где  $t$  — период наблюдения.

## 5.2. ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РИСКА ЗАБОЛЕВАНИЙ

**Оценка риска** — это качественная или количественная оценка вероятности воздействия вредных эффектов, которые могут быть результатом воздействия конкретного вредного фактора.

**Концепция относительного риска** рассматривает отношение между пациентами с определенной болезнью и не имеющими ее. Для количественной оценки риска используют специально разработанные математические модели.

Для изучения факторов, влияние которых может способствовать (или препятствовать) развитию заболевания, необходимо уметь сравнивать значения показателей в разных группах, одна из которых (исследуемая) находится под воздействием исследуемого фактора, а другая (контрольная) — нет.

**Относительный риск**, или **относительный эффект** (Relation Risk — RR или  $r'$ ), *рассматривается как отношение значений соответствующих показателей заболеваемости в исследуемой и контрольной группах, т.е. это мера влияния фактора риска*. Показывает, во сколько раз увеличивается (или уменьшается) соответствующий показатель при воздействии исследуемого фактора. Относительный риск может изменяться от 0 (в случае, когда болезнь встречается только в контрольной группе) до  $\infty$  (если болезнь возникает только в группе, подверженной воздействию исследуемого фактора) и равен 1 в том случае, когда фактор не влияет на развитие болезни, так как значения показателей в исследуемой и контрольной группах равны.

Оценка относительного риска возникновения заболевания рассчитывается с помощью следующей формулы:

$$RR = I_1 / I_0,$$

где  $I_1$  — заболеваемость среди лиц, подвергавшихся воздействию фактора риска;

$I_0$  — заболеваемость среди лиц, не подвергавшихся воздействию фактора риска.

**Атрибутивный риск**, или **атрибутивный эффект** (Attributable Risk — AR), *определяет долю заболеваний в исследуемой группе больных, причиной которых послужило только вредное воздействие фактора*. Его называют еще непосредственным риском. Иногда его называют также добавочным риском, при условии, что исходная заболеваемость связана с другими причинами, т.е. риском, обусловленным воздействием изучаемого фактора, приводящего к дополнительным случаям заболевания. Этот показатель вычисляется как отношение «абсолютного эффекта» (разность показателей) к значению показателя в исследуемой группе или выражая через относительный риск:

$$AR = (RR - 1) / RR,$$

где RR — относительный риск.

Фактически атрибутивный риск — это доля болезней, вызванных действием исследуемого фактора, среди всех болезней в контрольной группе.

Если  $Q$  — доля людей в популяции, подвергшихся действию фактора риска, то риск, связанный с экспозицией (Risk Exposition), — величина  $RE = Q(RR - 1)/(1 + Q(RR - 1))$ , определяет долю заболеваний, обусловленную действием фактора, среди всех заболеваний в популяции. В то время как величина  $(1 - RE)$  — остаточный риск.

Для вычисления описанных выше показателей можно использовать четырехпольные таблицы, составленные по выборочным данным. Рассмотрим это на примере определения коэффициента заболеваемости (IP) и относительного риска заболевания (IP-ratio) (табл. 5.1).

**Таблица 5.1.** Определение коэффициента заболеваемости и относительного риска заболевания

	Количество людей, подверженных воздействию фактора (результаты наблюдения)	Количество людей, не подверженных воздействию фактора (контроль)
Количество заболевших	$X_1$	$X_0$
Количество незаболевших	$N_1 - X_1$	$N_0 - X_0$
Количество исследуемых в начале обследования	$N_1$	$N_0$
Коэффициент заболеваемости (IP)	$X_1/N_1$	$X_0/N_0$
Относительный риск заболевания (IP-ratio)	$X_1 N_0 / X_0 N_1$	

Таким методом риск (в том числе и относительный) можно оценить в следующих двух случаях:

- 1) если имеется репрезентативная выборка из общей популяции, которая затем подразделяется на больных и здоровых, а те, в свою очередь, делятся на подверженных действию исследуемого фактора и на неподверженных;
- 2) если изначально были составлены две группы — одна из популяции, находящейся под воздействием фактора риска, а другая — из популяции, свободной от действия этого фактора.

Число заболевших в исследуемых выборках должно быть не менее 20.

**Показатель отношения шансов.** Если в исследовании сравнивают группу, состоящую из больных, с группой здоровых («случай–контроль» или «case–control»), соотношение численностей этих групп (обычно 1:1) не соответствует соотношению больных и здоровых в популяции, то использование относительных показателей неправомерно.

но. В этом случае, при низком уровне заболеваемости для конкретной патологии, в качестве оценки относительного риска (IP) в популяции следует использовать отношение числа больных к числу здоровых в исследуемой группе  $IP_1 = X_1 / (N_1 - X_1)$  и в контрольной группе  $IP_0 = X_0 / (N_0 - X_0)$ . Соответствующий показатель IOR (Incidence Odds Ratio) — отношение «шансов» — в данном случае рассчитывается по формуле:

$$IOR = X_1(N_0 - X_0) / X_0(N_1 - X_1).$$

Этот показатель так же, как и относительный риск, принимает значения от 0 до  $\infty$  и равен 1 только при отсутствии эффекта.

Отношение шансов (odds ratio) определяется как отношение шансов события в одной группе к шансам события в другой группе. Или как отношение шансов того, что событие произойдет, к шансам того, что событие не произойдет. В исследованиях «случай—контроль» отношение шансов используется для оценки относительного риска.

Следует отметить, что показатель odds ratio не зависит от способа составления сравниваемых групп. Можно первоначально составлять выборки из популяции больных и здоровых и затем подразделять их на тех, кто был подвержен исследуемому воздействию и кто не был. Можно первоначально исследовать группы, подверженные и не подверженные действию фактора, и среди них определять пропорции больных и здоровых. Значение показателя при этом не меняется. Следует иметь в виду, что значение показателя не зависит ни от общего объема выборки, ни от размера каждой из сравниваемых групп. Легко видеть, что odds ratio и относительный риск (Relation Risk) связаны соотношением:

$$RR = (1 - IP_1) \cdot IOR / (1 - IP_0).$$

Из этой формулы следует, что если  $IP_1 > IP_0$ , т.е. фактор способствует развитию заболевания, то  $IOR > RR$ . Кроме того, если болезнь редко встречается ( $IP_1$  и  $IP_0$  малы), то  $IOR \approx RR$ .

Можно оценить погрешность, возникающую при использовании odds ratio вместо IP-ratio. Пусть  $r = IP$ -ratio и  $r' = IOR$ , тогда, зная  $IP_0$  — показатель IP в группе, не подверженной действию исследуемого фактора, — относительную погрешность можно вычислить по формуле:

$$(r' - r) / r = (r' - 1) \cdot IP_0.$$

Обозначив допустимую погрешность через  $\epsilon$ , получим выражение для оценки максимального  $IP_0$ . А именно,  $IP_0$  не должен превосходить  $\epsilon / (r' - 1)$ . В таблице 5.2 приведены некоторые значения  $N$  (количе-

ства заболеваний на 100 000 человек) в контрольной группе ( $N = IP_0 \cdot 100\,000$ ) в зависимости от  $\varepsilon$  и  $r'$ .

Если мы используем какой-нибудь показатель, например IP-ratio, для оценки эффекта действия фактора риска, прежде всего нужно убедиться в том, что этот эффект отличен от нуля, т.е. имеется значимое различие между показателями в двух обследуемых группах.

**Таблица 5.2.** Расчетное число заболеваний в контрольной группе на 100 000 человек (при фиксированных погрешности и odds ratio)

Величина odds ratio ( $r'$ )	Максимальная относительная ошибка ( $\varepsilon$ )		
	0,10	0,05	0,01
2	10 000	5000	1000
3	5000	2500	500
4	3333	1667	333
5	2500	1250	250
6	2000	1000	200
7	1667	833	167
8	1429	714	143
9	1250	625	125
10	1111	556	111

В случаях когда известна частота заболевания в общей популяции, можно воспользоваться формулой Байеса (см. гл. 16) для определения условной вероятности, чтобы оценить риск заболевания при действии фактора и при отсутствии действия фактора. Для этого необходимы данные: о доле лиц, подверженных действию фактора А среди больных; доле лиц, подверженных действию фактора А среди здоровых; о частоте болезни в популяции.

### Пример выявления факторов, способствующих возникновению фебрильных судорог

В качестве примера рассмотрим применение описанных выше показателей и методов расчета для фебрильных судорог.

Цель исследования — выявление факторов, способствующих возникновению этого состояния. Материалом послужили две группы численностью по 100 человек каждая. Первая группа состояла из детей, у которых в анамнезе отмечались фебрильные судороги, вторая — контрольная группа — из детей, не имевших никаких пароксизмальных состояний. Были проанализированы различные генетические, пренатальные и перинатальные показатели, такие, как наследственная отягощенность по фебрильным судорогам и эпилепсии, угроза пре-

рывания беременности, инфекционные заболевания матери во время беременности, продолжительность и срок родов, оперативное вмешательство в родах, адаптация после родов, реанимационные мероприятия в родах, масса ребенка при рождении, психомоторное развитие. Наличие этих факторов могло способствовать возникновению фебрильных судорог. Поэтому предварительно были выявлены те из них, частотные характеристики которых достоверно различались в двух группах. Результаты исследования показали, что наследственная отягощенность по фебрильным судорогам и эпилепсии в семьях детей с фебрильными судорогами в анамнезе встречается значительно чаще, чем в контрольной группе. Среди детей в первой группе у 53 были больные родственники, в то время как во второй таких было только 9. Значимость различия этого показателя в двух группах составила менее 0,01%. Соответственно, можно предположить, что наследственная отягощенность — фактор риска в развитии фебрильных судорог, и попытаться оценить количественно риск, связанный с действием данного фактора. План, по которому проводилось обследование (case—control), не позволял осуществить прямую оценку риска заболевания среди детей с отягощенной генеалогией и среди тех, у кого нет родственников с судорожными проявлениями, поскольку для такой оценки нужны соответствующие репрезентативные выборки. По той же причине нельзя непосредственно определить относительный риск. Для расчета показателя относительного риска была составлена таблица, в которую занесены выборочные данные (табл. 5.3).

**Таблица 5.3.** Исходные данные для расчета относительного риска

Группы детей с фебрильными судорогами	Количество детей в группах с фебрильными судорогами	Контрольная группа
Дети с отягощенной генеалогией	53	9
Дети, не имеющие отягощенной генеалогии	47	91

Показатель odds ratio, посчитанный по выборочным данным, оказался равным  $(53 \cdot 91)/(47 \cdot 9) = 11,4$ .

Наряду с исследованиями типа «случай—контроль» применяются когортные исследования, в которых также исследуются факторы риска, наблюдаемые во времени. (Когорта — группа лиц, исходно объединенных каким-либо общим признаком и наблюдаемых в течение определенного периода времени, чтобы проследить изменения в их состоянии за выбранный отрезок времени.)

Таким образом, эпидемиологические показатели риска позволяют получить объективные характеристики воздействия изучаемых факторов, что является основной целью введения понятий медицины, основанной на доказательствах, и имеет особое значение для прогнозирования заболеваний.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ К РАЗДЕЛУ 2

1. Какие форматы экспорта и импорта исходных данных поддерживает пакет SPSS?
2. Для чего необходимо описывать исходные данные?
3. В чем отличие параметрических критериев от непараметрических?
4. Поясните значение понятия «вероятность ошибки».
5. Какой смысл несет показатель «дисперсия»?
6. В каких случаях для описания исходных данных используют показатель «второй квартиль», а в каких — «среднее»?
7. Есть ли отличие второго квартиля от медианы?
8. Как можно оценить взаимосвязь между показателями?
9. Для чего предназначена регрессия?
10. Что такое «интеллектуальный анализ данных»?
11. Что означает слово «интеллектуальный» в ИАД?
12. Какие группы методов применяются в ИАД?
13. Для чего применяется семантический анализ документов?
14. Какие задачи решаются с использованием технологии Data Mining?
15. На что направлен поиск знаний в «сырых» данных?
16. Для решения каких задач применяется кластеризация?
17. Для чего используются ассоциации при выявлении закономерностей между связанными событиями?
18. Назовите основные этапы технологии Data Mining.
19. Какие ограничения имеет технология Data Mining?
20. Что включает понятие «эпидемиология»?
21. Дайте характеристику понятия «коэффициент распространенности».
22. Дайте характеристику понятия «коэффициент заболеваемости».
23. Что такое оценка риска?
24. Что включает концепция относительного риска?
25. Дайте характеристику понятия «относительный риск».
26. Дайте характеристику понятия «атрибутивный риск».

# ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕРНЕТ- РЕСУРСЫ В МЕДИЦИНЕ

## Глава 6

### ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

#### 6.1. ПОНЯТИЕ О СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Современный уровень построения информационных систем подразумевает совместную работу большого количества пользователей с общими информационными ресурсами — базами данных и сайтами. Способ организации такой совместной работы — построение сетей передачи данных, являющихся результатом развития и взаимопроникновения информационных и телекоммуникационных технологий.

Сети передачи данных состоят из компьютеров различных типов (от персональных компьютеров или рабочих станций до суперкомпьютеров), работающих под управлением соответствующего программного обеспечения (операционных систем). Автоматический обмен данными между компьютерами обеспечивает коммуникационная среда, состоящая из каналов передачи данных различных типов, коммутаторов, маршрутизаторов и других устройств. Для передачи данных на большие расстояния в них применяются методы мультиплексирования данных.

Подключение к сетям передачи данных позволяет пользователю работать на своем компьютере как на автономном и одновременно предоставляет ему возможность доступа к информационным и аппаратным ресурсам других компьютеров сети.

В зависимости от количества объединяемых сетью компьютеров и их территориального расположения различают сети:

- локальные (LAN);
- корпоративные (VPN);
- глобальные вычислительные (GAN).

Сеть, которая организует взаимодействие в ограниченной области, называется **локальной вычислительной сетью** (ЛВС, LAN, англ. Local Area Network). Достаточно часто ЛВС размещается в одном месте, например в офисе. На крупных предприятиях ЛВС подразделяются на сети (подсети) отделов, корпусов и т.п.

Отличительные особенности ЛВС:

- расположение всего сетевого оборудования внутри организации;
- наличие единого центра управления сетью и всеми ее ресурсами.

**Корпоративная сеть** передачи данных — это телекоммуникационная сеть, объединяющая в единое информационное пространство все структурные подразделения организации, которые могут находиться на значительном удалении друг от друга: в разных частях города, в различных городах и странах. Корпоративные сети объединяют ЛВС удаленных структурных подразделений с помощью собственных или арендуемых каналов связи. Они, как правило, имеют несколько центров управления, среди которых выделяется один главенствующий.

Корпоративная сеть создается в системе медицины катастроф.

**Глобальная вычислительная сеть** (ГВС, GAN, англ. Global Area Network) представляет собой компьютерную сеть, охватывающую большие территории и объединяющую сотни локальных и корпоративных сетей и тем самым включающую в себя десятки и сотни тысяч компьютеров. Таким образом пользователи и компьютеры, подключенные к ГВС, могут взаимодействовать между собой, где бы они ни находились. Наиболее известной ГВС является сеть Интернет.

## 6.2. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

### 6.2.1. Кабельные сети передачи данных

Традиционная и наиболее широко распространенная физическая среда передачи данных в локальных сетях — кабели (сети «витая пара», оптоволоконные линии связи, коммутируемые и выделенные линии).

В зависимости от скорости передачи данных и передающей среды существуют несколько вариантов этой технологии:

- быстрый Ethernet (Fast Ethernet) для скорости передачи данных 100 Мбит/с (стандарт 100BASE-T);

- гигабит Ethernet (Gigabit Ethernet) 1 Гбит/с (стандарт 1000BASE-T);
- 10 гигабит Ethernet (стандарт 10GBASE-T).

### **Сети «витая пара»**

Самое распространенное решение для построения локальных сетей в настоящее время — кабель «витая пара» (англ. Twisted Pair, TP). Он представляет собой несколько пар (как правило, 4) изолированных проводников, скрученных между собой, покрытых пластиковой оболочкой. Свивание проводников производится с целью уменьшения влияния электромагнитных помех от внешних источников, а также взаимных наводок при передаче сигналов.

### **Оптоволоконные линии связи**

Для передачи данных на большие расстояния, а также между отдельными корпусами организации используют оптоволоконные (или волоконно-оптические) кабели. Данные по ним передаются не электрическим сигналом, а световым. Главный их элемент — это прозрачное стекловолокно, по которому свет проходит большие расстояния (до десятков километров) с незначительным ослаблением.

Оптоволоконный кабель состоит из одного или нескольких оптоволоконных модулей, покрытых общей защитной оболочкой с металлической оплеткой для механической защиты от окружающей среды.

### **Коммутируемые и выделенные линии**

Распространенный способ организации каналов передачи данных — коммутируемые и выделенные линии телефонной связи. Для передачи данных по ним используют модемы (аббревиатура, составленная из слов **модулятор** — **демодулятор**) — устройства, применяющиеся в системах связи и выполняющие функцию модуляции и демодуляции. Модулятор осуществляет модуляцию, т.е. изменяет характер несущего (аналогового) сигнала в соответствии с изменениями входного (цифрового) сигнала; демодулятор осуществляет обратный процесс.

Телефонный (Dial-up) модем используют на коммутируемых телефонных линиях связи, т.е. в условиях, когда между двумя сторонами, ведущими обмен данными, находится автоматическая телефонная станция (АТС). По запросу одной из сторон оборудование АТС с помощью телефонной сети общего пользования формирует (коммутирует) временный канал передачи данных. По окончании сеанса связи линия разрывается.

Для организации постоянного канала передачи данных широко используются выделенные линии связи с фиксированной полосой пропускания или фиксированной пропускной способностью, постоянно соединяющие двух абонентов. В отличие от коммутируемых линий, имеющих ширину полосы частот 300–3400 Гц, определяемую установленной на АТС аппаратурой уплотнения, выделенные линии используют диапазон частот до нескольких мегагерц. Этим объясняется их высокая пропускная способность, в 100 раз и более превышающая скорость самого лучшего модема для коммутируемого доступа.

Технология ADSL (от англ. Asymmetric Digital Subscriber Line — асимметричная цифровая абонентская линия) — это технология передачи данных, позволяющая использовать обычную телефонную линию одновременно для телефона и для передачи данных. Скорость ADSL-канала — до 24 Мбит/с (входящий трафик) и до 1 Мбит/с (исходящий трафик).

Принцип ADSL-технологии заключается в том, что для телефонной (голосовой) связи используется частотный диапазон до 4 kHz, а весь частотный диапазон, находящийся выше, который способна передавать медная пара (обычный телефонный кабель), т.е. от 4 kHz до 1 MHz, остается незадействованным. Этот частотный спектр от 4 kHz до 1 MHz используют ADSL-модемы.

Для реализации технологии ADSL провайдер (продавец интернет-ресурсов) устанавливает на АТС специальное оборудование — DSL-концентратор, а у клиента — ADSL-модем и Splitter — небольшое устройство, разделяющее низкочастотные голосовые сигналы и высокочастотные сигналы передачи данных. В результате на одной телефонной линии образуется три канала связи, а именно: скоростной канал передачи данных от провайдера к модему — до 24 Мбит/с; обратный канал передачи данных к провайдеру с невысокой скоростью, достигающей 1 Мбит/с (свойство асимметричности); а также обычный канал голосовой связи, позволяющий осуществлять телефонные разговоры.

Реальная скорость передачи данных находится в зависимости от длины телефонной линии.

### 6.2.2. Беспроводные сети передачи данных

Радиосети (беспроводные сети) применяют для обмена данными между локальными вычислительными сетями, когда использование традиционных кабельных технологий затруднено или экономически нецелесообразно.

### Преимущества беспроводных технологий

Беспроводные технологии обладают выгодными отличиями от кабельных технологий по следующим показателям.

- **Стоимость.** При расстоянии между объектами связи более 500 м применение радиосетей оказывается значительно выгоднее, чем прокладка оптоволокну.
- **Удаленность.** Радиоканал целесообразно использовать при невозможности или нецелесообразности прокладки кабеля между объектами связи, между которыми находится, например, автомобильная трасса или водная преграда. В этих условиях беспроводные сети — наиболее эффективное средство организации обмена данными.
- **Мобильность.** Радиотехнологии позволяют организовать передачу данных между подвижными объектами. Необходимо отметить, что скорость обмена данными между движущимися объектами снижается.
- **Простота в обслуживании.** Радиооборудование легко настраивается.
- **Гибкость конфигурации.** Применение беспроводных технологий позволяет создавать практически любые конфигурации сетей передачи данных без существенных капиталовложений, а также быстро их изменять, подключать к ЛВС новые компьютеры и т.д.
- **Надежность.** Радиооборудование, работающее на сверхвысоких частотах, обеспечивает высокое качество связи, которое абсолютно не зависит от погодных условий: дождь, снег, мороз, жара, гроза. Этим они отличаются от сетей, не использующих сверхвысокие частоты.
- **Доступность.** Беспроводные компьютерные технологии стали широко распространенным средством связи в ЛВС.
- **Масштабируемость.**

### Классификация оборудования для создания беспроводных сетей

Оборудование, которое используется при создании современных беспроводных сетей передачи данных, можно разделить на следующие группы.

- Оборудование магистральных каналов связи, с помощью которого услуги оператора связи распределяются по ключевым узловым точкам (опорной сети оператора связи), например оборудование радиорелейной и спутниковой связи.

- Оборудование «последней мили», с помощью которого организуется доставка услуг связи от точки доступа опорной сети оператора связи до клиента (технология WiMAX).
- Оборудование беспроводных ЛВС, используемое непосредственно владельцами ЛВС, работающее по стандарту Wi-Fi.

Первая группа оборудования используется, как правило, операторами связи, последняя — владельцами ЛВС для соединения фрагментов ЛВС между собой и подключения к сети компьютеров пользователей. Оборудование «последней мили» может принадлежать как операторам связи, так и конечным потребителям.

### **Средства спутниковой связи**

Современной технологией организации каналов передачи данных регионального уровня в условиях невозможности прокладки кабельных каналов связи, а также данных федерального и межгосударственного уровней является спутниковая связь.

В настоящее время интенсивно развиваются десятки спутниковых систем передачи данных, основанных на различных технологиях.

### **Технология WiMAX**

Способ организации беспроводного канала передачи данных (объединение ЛВС, решение проблемы «последней мили») на уровне населенных пунктов — технология WiMAX (от англ. World wide Interoperability for Microwave Access — взаимодействие оборудования сетевого доступа на сверхвысоких частотах). Этот стандарт беспроводной связи, относящийся к мобильной связи III поколения (3G), обеспечивает широкополосную связь на площади радиусом более 30 км с пропускной способностью, сравнимой с кабельными соединениями — до 10 Мбит/с и более. Технология WiMAX позволяет работать в любых условиях, в том числе в условиях плотной городской застройки, обеспечивая высокое качество связи и скорость передачи данных.

Сети WiMAX состоят из базовых станций и станций-приемников. Базовые станции оснащаются приемно-передающими антеннами, устанавливаемыми на крышах высоких зданий. Станции-приемники оснащаются либо антеннами аналогичного типа, либо компактными устройствами, устанавливаемыми внутри помещений или непосредственно в слот компьютера.

### **Технология CDMA**

Одна из новейших технологий цифровой беспроводной связи и передачи данных — технология CDMA (от англ. Code Division Multiple Access — множественный доступ с кодовым разделением).

Технология CDMA обеспечивает мобильную передачу данных со скоростью до 153 Кбит/с, что позволяет использовать ее в качестве основного или резервного персонального канала доступа в Интернет. Также с помощью технологии CDMA возможна организация защищенного доступа в корпоративную сеть (VPN). Благодаря уникальному коду, назначаемому каждому сигналу, прослушать и расшифровать поток данных, передаваемых по технологии CDMA, практически невозможно. Наивысшая конфиденциальность обусловлена многоступенчатым кодированием, расшифровка которого потребует несколько лет. Для передачи данных по технологии CDMA используют стационарные и мобильные телефонные аппараты и модемы.

### **Технология Wi-Fi**

Wi-Fi (от англ. Wireless-Fidelity — дословно «беспроводная точность») — общее название стандартного оборудования беспроводных локальных вычислительных сетей. У современных устройств, работающих по стандарту 802.11 g, скорость передачи данных достигает до 108 Мбит/с. В Wi-Fi-сетях выделяют точки доступа и клиенты.

Точка доступа — приемно-передающее устройство, подсоединенное к проводному (главному) сегменту ЛВС, например маршрутизатор с Wi-Fi. Клиентами по отношению к ней являются приемно-передающие устройства подчиненных сегментов ЛВС или Wi-Fi-адаптеры компьютеров пользователей.

Каждая точка доступа имеет свой идентификатор сети (SSID — Service Set Identifier), назначаемый системным администратором (владельцем точки доступа) и играющий роль пароля при попытке пользователей такой сети установить соединение. Зная SSID сети, устройство-клиент может выяснить, возможно ли подключение к данной точке доступа.

Передаваемые по Wi-Fi-каналу данные шифруются.

К недостаткам Wi-Fi можно отнести ограниченный радиус действия. Типичная точка доступа имеет радиус действия 45 м. Микроволновая печь или зеркало, расположенные между устройствами Wi-Fi, ослабляют уровень сигнала.

### **Технология Bluetooth**

Технология ближней радиосвязи или беспроводных персональных сетей (WPAN — Wireless Personal Area Network) — Bluetooth. Она названа в честь короля викингов Харальда Синезубого (Bluetooth), который объединил под своим началом Норвегию и Данию и был широко известен своей удивительной способностью примирять и сближать людей.

Bluetooth-устройства работают на диапазоне от 2,4 до 2,485 ГГц (т.е. в частотном диапазоне стандарта Wi-Fi) при дальности до 10–100 м друг от друга (зависит от преград и помех) на скорости 723,2 Кбит/с (односторонний обмен) или 433,9 Кбит/с (двусторонний обмен). Несущая частота сигнала скачкообразно меняется 1600 раз в секунду (всего выделяется 79 рабочих частот). Последовательность переключения между частотами для каждого соединения псевдослучайная и известна только передатчику и приемнику. Таким образом, если рядом работают несколько пар приемник–передатчик, то они не мешают друг другу. Этот алгоритм является также составной частью системы защиты конфиденциальности передаваемых данных, поскольку переход происходит по псевдослучайному алгоритму и определяется отдельно для каждого соединения. Кроме того, при передаче данных используют различные схемы кодирования.

Bluetooth обеспечивает обмен данными между такими устройствами, как карманные и обычные персональные компьютеры, ноутбуки, мобильные телефоны, принтеры, цифровые фотоаппараты, мыши, клавиатуры, джойстики, наушники, гарнитуры.

# Глава 7

## БЕЗОПАСНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Безопасность персональных данных достигается путем исключения несанкционированного, в том числе случайного, доступа к персональным данным, результатом которого могут стать уничтожение, изменение, блокирование, копирование, распространение персональных данных, а также иных несанкционированных действий.

Безопасность персональных данных при их обработке в информационных системах обеспечивается с помощью системы защиты персональных данных, включающей:

- организационные меры;
- средства защиты информации (в том числе шифровальные/криптографические) средства;
- средства предотвращения несанкционированного доступа;
- средства предотвращения утечки информации по техническим каналам;
- средства предотвращения программно-технических воздействий на технические средства обработки персональных данных).

Перечисленные выше меры и средства защиты персональных данных должны использоваться в комплексе и в рамках организации, работающей с персональными данными, должны формировать систему защиты персональных данных.

Мероприятия по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах включают в себя:

- определение модели угроз безопасности персональных данных при их обработке, формирование на их основе сценария угроз;
- разработку на основе сценария угроз системы защиты персональных данных, обеспечивающей нейтрализацию предполагаемых угроз с использованием методов и способов защиты персональных данных, предусмотренных для соответствующего класса информационных систем;

- установку и ввод в эксплуатацию сертифицированных средств защиты информации в соответствии с эксплуатационной и технической документацией;
- описание реализованной системы защиты персональных данных;
- обучение лиц, использующих применяемые в информационных системах средства защиты информации, правилам работы с ними;
- учет применяемых средств защиты информации, эксплуатационной и технической документации к ним, носителей персональных данных;
- учет лиц, допущенных к работе с персональными данными в информационной системе;
- контроль за соблюдением условий использования средств защиты информации, предусмотренных эксплуатационной и технической документацией;
- разбирательство и составление заключений по фактам несоблюдения условий хранения персональных данных, использования средств защиты информации, которые могут привести к нарушению конфиденциальности персональных данных или другим нарушениям, вызывающим снижение уровня защищенности персональных данных.

По характеристикам безопасности обрабатываемых персональных данных информационные системы подразделяются:

- на типовые информационные системы — информационные системы, в которых требуется обеспечение только конфиденциальности персональных данных;
- специальные информационные системы — информационные системы, в которых вне зависимости от необходимости обеспечения конфиденциальности персональных данных требуется обеспечить хотя бы одну из характеристик безопасности персональных данных, отличную от конфиденциальности (защищенность от уничтожения, изменения, блокирования, а также иных несанкционированных действий).

Министерство здравоохранения Российской Федерации относит медицинские информационные системы к специальным информационным системам.

## 7.1. УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ К ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ

Информационные системы здравоохранения, построенные как распределенные открытые системы, должны соответствовать требованиям международного стандарта ИСО/МЭК 10181-1996 в части требований к средствам аутентификации пользователей и приложений, управления доступом, обеспечения требуемой конфиденциальности информации, целостности и неотказываемости от совершенных действий.

Идентификация и аутентификация — это процессы распознавания и проверки подлинности пользователей, используемые при принятии решения о разрешении доступа к системным (информационным) ресурсам. Определение того, кто может иметь доступ к тем или иным данным, должно быть составной частью политики обеспечения конфиденциальности и сохранности данных.

**Идентификация** (от лат. *identifico* — отождествлять) в компьютерной безопасности — *процесс сообщения субъектом своего имени или номера с целью получения определенных полномочий (прав доступа) на выполнение некоторых (разрешенных ему) действий в системах с ограниченным доступом.*

**Аутентификация** (от англ. *authentication*), или подтверждение подлинности, — *процедура проверки соответствия субъекта и того, за кого он пытается себя выдать, с помощью некоей уникальной информации, например некоего кода или по биологическим параметрам, являющимся неизменяемыми характеристиками человека на всем протяжении его жизни.*

**Авторизация** (от англ. *authorization*) — *процесс проверки некоторых обязательных параметров пользователя, например по электронной цифровой подписи, и при успешности предоставление ему определенных полномочий (прав доступа) на выполнение разрешенных ему действий в системах с ограниченным доступом.*

## 7.2. КРИПТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

В основе криптографии лежит математическое преобразование информации, делающее ее «нечитаемой» без использования соответствующего электронного ключа. Ключи, а также их сертификаты, подтверждающие принадлежность ключа конкретному участнику системы

защищенного электронного документооборота, выдаются удостоверяющим центром — юридическим лицом, функции которого определены Федеральным законом «Об электронной подписи».

Виды криптографических систем: системы с секретным ключом (*симметричные*) и системы с открытым ключом (*несимметричные*).

Как следует из названия, симметричные системы используют один и тот же ключ для проведения операций шифрования и расшифрования, а несимметричные системы — разные. В симметричных системах обе стороны, обменивающиеся информацией, должны иметь этот общий для них ключ, но никто другой этим ключом обладать не должен. Тем самым обеспечивается секретность передаваемой информации.

В несимметричных системах каждый пользователь имеет два ключа, образующих ключевую пару:

- открытый ключ, который используется для шифрования сообщения, предназначенного (направляемого) владельцу этого ключа. Открытый ключ позволяет зашифровать, но не прочитать зашифрованное сообщение;
- закрытый ключ используется владельцем ключа для расшифровки направленных ему сообщений, а также формирования собственной электронной подписи.

Пара этих ключей обладает важным свойством: при достаточно большой длине этих чисел очень сложно восстановить значение закрытого ключа, зная только открытый ключ. Таким образом, любой пользователь — участник системы защищенного электронного документооборота — может «публиковать» свой открытый ключ в общедоступных местах, чтобы любой другой участник этой системы мог им воспользоваться и зашифровать направляемое этому пользователю сообщение.

## 7.3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦЕЛОСТНОСТИ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ УНИЧТОЖЕНИЯ ДАННЫХ

Для обеспечения сохранности данных используются технологии резервного копирования и архивирования данных.

### 7.3.1. Резервное копирование

В случае резервного копирования речь идет о кратко- или среднесрочном дополнительном хранении данных, которые еще могут по-

надобиться пользователям в их работе. Если, например, в результате повреждения жесткого диска или по иным причинам текущие данные теряются, их удастся быстро восстановить. Так можно эффективно защитить данные от разного рода случайностей.

Задачи резервного копирования:

- обеспечение сохранности возможно более свежих рабочих данных при утрате или повреждении основных носителей рабочей информации;
- обеспечение заданной регулярности создания резервных копий;
- обеспечение заданного времени восстановления рабочей информации из резервной копии.

Резервное копирование данных, хранящихся на дисковых массивах серверов информационных систем, может осуществляться средствами используемой системы управления базами данных, либо средствами сетевых операционных систем, либо аппаратно-программными средствами.

### **7.3.2. Архивирование**

Архивированию, напротив, подвергаются данные, которые из категории активно используемых перешли в «статичное» состояние. Их можно сохранить в архиве. Задачи архивирования:

- обеспечение надежного хранения архивных данных в течение установленного периода времени;
- обеспечение заданного времени доступа к запрошенной архивной или рабочей информации;
- обеспечение возможности дальнейшего использования данных.

## **7.4. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ВИРУСОВ**

### **7.4.1. Требования к антивирусному программному обеспечению**

В информационных системах должны быть предусмотрены средства защиты от вирусов в локальной сети организации. Регламенты администрирования в информационной системе должны предусматривать централизованную установку и запуск антивирусного программного обеспечения на всех компьютерах.

Антивирусное программное обеспечение должно обеспечивать постоянную защиту программ и данных информационной системы в

фоновом режиме, независимо от функционирования приложений. Применяемое антивирусное программное обеспечение должно обладать функциональной полнотой и обеспечивать:

- сканирование;
- онлайн-мониторинг;
- обнаружение неизвестных вирусов и вирусов-невидимок.

В информационной системе должно применяться только сертифицированное антивирусное программное обеспечение. Оно должно постоянно обновляться.

### 7.4.2. Политика антивирусной безопасности

Политика безопасности для борьбы с вирусами имеет три составные части:

- предотвращение — правила, позволяющие предотвратить заражение вирусами;
- обнаружение — как определить, что данный выполняемый файл, загрузочная запись или файл данных содержит вирус;
- удаление — удаление вируса из зараженной компьютерной системы может потребовать переустановки операционной системы, удаления файлов или удаления вируса из зараженного файла.

Вероятность заражения вирусами пропорциональна частоте появления новых файлов или приложений на компьютере. Изменения в конфигурации для работы в Интернете, для чтения электронной почты и загрузка файлов из внешних источников,— все это увеличивает риск заражения вирусами.

Важно также отметить, что вирусы обычно появляются в системе из-за действий пользователя (например, установки приложения, чтения файла или чтения электронного письма и пр.).

#### Предотвращение

Запрещается устанавливать неавторизованные программы на компьютеры. Конфигурации программ на компьютере следует проверять на предмет выявления установки не требующихся для работы программ.

Загрузка программного обеспечения из Интернета на компьютеры должна осуществляться в условиях ранее установленного и постоянно обновляемого антивирусного программного обеспечения. Это же относится к входящим письмам, получаемым из сети.

Правила антивирусной безопасности в организации следующие.

- Антивирусные программы должны регулярно обновляться (ежемесячно или ежеквартально) для того, чтобы можно было обнаружить самые новые вирусы.
- Необходимо сообщать системному администратору о любом необычном «поведении» компьютера или приложений.
- Важно сразу же отсоединить компьютер, который заражен или подозревается в заражении, от сети, чтобы уменьшить риск распространения вируса.
- Несоблюдение данных требований ведет к наказанию сотрудника согласно правилам организации.

### **Обнаружение**

Все данные, импортируемые на компьютер тем или иным способом (с дисков, флэш-карт, из электронной почты и т.д.), должны проверяться на вирусы.

При получении информации о заражении вирусом системный администратор должен информировать всех пользователей, которые имеют доступ к программам и файлам данных, которые могли быть заражены вирусом, что вирус, возможно, заразил их компьютер.

### **Удаление**

При невозможности уничтожения вируса все программы в компьютере должны быть удалены, включая загрузочные записи.

# ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ В МЕДИЦИНЕ

## 8.1. ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ: АРХИТЕКТУРА, ИНСТРУМЕНТЫ ПОИСКА

Непрерывно растущие объемы доступной в сети Интернет информации, в том числе оперативной, делают задачу поиска необходимых сведений актуальной. Оперативный поиск востребован наиболее остро. Профессионализм современного врача-исследователя все больше зависит от скорости поиска нужной информации.

Для облегчения процедуры поиска требуемых данных существуют многочисленные зарубежные и отечественные системы поиска, представляющие собой специализированные Web-серверы. Однако, несмотря на наличие многочисленных средств автоматизации поиска, эта задача остается достаточно трудоемкой, требующей от пользователя определенного опыта, знания используемой в его предметной области терминологии, интуиции. Дополнительной трудностью для поиска может стать и тот факт, что современные поисковые ресурсы пока не обладают возможностью уточнять поставленные запросы и вынуждены довольствоваться только первичной информацией, которая содержится в вопросе. При использовании любого поискового интернет-ресурса следует достаточно точно формулировать свои вопросы, иначе системы дадут неадекватные ответы.

Основа любого поискового интернет-ресурса — взаимодействие между запросом пользователя (ключевым словом или словосочетанием) и некоторой библиотекой знаний или базой данных. Информационное хранилище может располагаться не только на данном поисковом ресурсе, но и на многих других серверах и поисковых системах.

По способу организации и по предоставляемым возможностям все средства поиска могут быть условно разбиты на следующие группы.

1. Поисковые системы (поисковые машины, поисковые роботы).
2. Каталоги (могут называться поисковыми директориями).

3. Метапоисковые системы (метакраулеры, мультипоточные поисковые системы).

## 8.2. ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ

Классические поисковые системы обычно состоят из трех компонент:

- 1) **агент** (паук, или краулер) — специализированное программное обеспечение, которое перемещается по сети Интернет и собирает информацию;
- 2) **база данных**, которая содержит всю информацию, собираемую поисковым агентом;
- 3) **поисковый механизм**, который используется как интерфейс для взаимодействия с базой данных поисковой системы.

Принципиально механизм работы поисковой системы можно представить в виде циклического алгоритма поиска информации, накопления ее в базе данных и предоставления пользователю по мере запросов. Поисковые агенты в рамках определенного диапазона адресов поиска, исходя из предоставляемых прав, просматривают гипертекстовое содержимое сайтов, извлекают ссылки на этих страницах и автоматически индексируют информацию. Алгоритм просмотра, как и само разрешение на просмотр, регулируется администраторами этих сайтов.

В качестве альтернативы описанному алгоритму заполнения базы данных может служить активная индексация своего сайта путем заполнения соответствующих регистрационных форм. Когда пользователь хочет найти информацию, доступную в Интернете, он посещает страницу поисковой системы и заполняет форму (строку поиска). База данных отыскивает предмет запроса, основанный на информации, указанной в заполненной форме, и выводит соответствующие документы на экран монитора. Чтобы определить порядок, в котором список документов будет показан, база данных применяет алгоритм ранжирования по релевантности (степени соответствия ответа вопросу). В идеальном случае документы, наиболее релевантные пользовательскому запросу, будут помещены первыми в списке.

Различные поисковые системы используют различные алгоритмы ранжирования. Основные принципы определения релевантности зависят от количества, местоположения и удельного веса слов запроса в найденных документах, от того, как долго хранятся в базе данных возвращенные запросу страницы, как много ссылок на данные страницы

ведут с других страниц, зарегистрированных в базе поисковика. Когда пользователь кликает мышкой на ссылке к одному из документов, который его интересует, этот документ запрашивается с того сервера, на котором он физически находится.

### 8.3. ПОИСКОВЫЕ КАТАЛОГИ

Поисковые каталоги представляют собой совокупность ссылок на сайты по тематическим рубрикам.

Принципиальное отличие поисковых каталогов от поисковых систем заключается в том, что база данных формируется администратором, а не поисковым агентом. Для регистрации в базе данных поискового каталога необходимо сформировать соответствующую заявку, где определенным образом описывается индексируемый сайт: наименование, ключевые слова, содержание, рубрика, в которую желательно попасть, и т.д.

Работа с поисковой страницей каталога схожа с обычным поисковым сайтом, но поиск здесь ведется по базе данных ключевых слов и описаниям, которые предоставили их владельцы.

Принимая во внимание очевидные достоинства и недостатки обоих подходов в формировании базы данных, в настоящее время разработчики поисковых ресурсов используют обе идеологии одновременно. Пользователю предоставляется возможность сразу найти ответ или сузить область поиска средствами каталогизирования, а затем вести «классический» поиск.

Количество поисковых систем и каталогов в настоящее время растет. Поскольку различные поисковые системы используют разные алгоритмы поиска и уделяют «особое» внимание разным участкам сети Интернет, увеличивается и доля непроиндексированного для каждой поисковой системы. Во многих случаях рациональнее искать сразу несколькими поисковыми машинами.

Поиск информации настолько важен, что логически закономерным стало возникновение так называемых метапоисковых систем.

### 8.4. МЕТАПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ

*Метапоисковая система — это поисковый инструмент, посылающий запрос пользователя одновременно на несколько поисковых интернет-ресурсов.*

В отличие от поисковых систем, метапоисковые системы не имеют ни своих роботов-пауков, ни собственных баз данных. Они получают результаты поиска исключительно от других поисковых серверов.

В основу работы метапоисковой системы заложен следующий принцип: из запроса пользователя генерируются запросы, отформатированные в синтаксисе и логических конструкциях каждого конкретного поискового ресурса. В качестве поисковых ресурсов для метапоисковых систем могут служить поисковые системы, каталоги и даже некоторая информация, не проиндексированная традиционными поисковыми системами. Таким образом, из одного запроса метапоисковая машина делает множество запросов, которые затем рассылаются широкому кругу поисковых машин и (или) каталогов. Собрав результаты, метапоисковая система удаляет дублированные ссылки и, в соответствии со своим алгоритмом, ранжирует результаты.

Схематически архитектура метапоисковой системы представлена на рис. 8.1.



Рис. 8.1. Архитектура метапоисковой системы

Пользователь, исходя из своей информационной потребности и предлагаемых стратегий, генерирует запрос. В соответствии с принятыми в каждой поисковой системе требованиями, метапоисковая система преобразовывает запрос и ретранслирует его метапоисковым агентам соответствующей поисковой системы или каталогов. После обработки полученного запроса каждая система возвращает метапоисковому агенту множество описаний и ссылок на документы, которые считает релевантными данному запросу. Дождавшись ответа от поисковых систем, метапоисковый агент передает результаты в метапоисковую систему для анализа.

В соответствии с различными подходами к анализу переданных данных, метапоисковые системы бывают четырех типов.

1. Классические метапоисковые системы, которые ранжируют результаты на одной странице.
2. «Псевдо»метапоисковые системы первого типа, которые группируют результаты по поисковым системам.
3. «Псевдо»метапоисковые системы второго типа, которые открывают для каждой используемой поисковой системы свое окно в браузере.
4. Поисковые утилиты — программные поисковые средства (также называемые поисковыми приложениями рабочего стола).

Поисковые утилиты устанавливаются на персональный компьютер пользователя. Такие поисковые утилиты несут в себе всю технологию, свойственную метапоисковым системам. Помимо этого они интегрируются в браузеры и превращают их в мощные поисковые средства, преобразовывают результаты в широко известные форматы MS Office и MS Outlook, осуществляют поиск в сотнях поисковых ресурсов по тематике, региону и т.п. Для наглядной аналогии можно отметить: насколько MS Office отличается от обычного приложения MS Windows — блокнота, настолько отличаются «настольные» метапоисковые системы от их Web-аналогов. В качестве примера профессиональной поисковой утилиты можно привести программный пакет Copernic Agent Pro (<http://www.copernic.com>).

## 8.5. ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ ЗАПРОСОВ

Определившись с поисковыми системами, пользователи зачастую недостаточно времени уделяют инструментам поиска: языку запросов поисковиков, лингвистическим особенностям языка разыскиваемых документов. Каждый поисковый ресурс имеет свои синтаксические особенности запросов, которые, кстати, решаются в обязательном порядке метапоисковыми системами.

Необходимо пояснить некоторые схожие моменты для большинства систем «вопрос ← → ответ».

Что такое запросы к поисковым машинам? Проще говоря, это тот текст, который необходимо написать в поле ввода специальной формы на любой поисковой машине.

Предположим, в поле ввода текста поисковой машины пользователь ввел поисковую фразу, состоящую из нескольких слов. По этому

запросу поисковая система будет искать документы, в которых встречаются слова, перечисленные в данном запросе. Причем именно слова, а не точную фразу. Конечно, среди всех найденных документов будут и те, которые содержат эту фразу, но будет и много других. Поисковые системы ищут документы, содержащие все слова, которые были определены в запросе. Также находятся документы, содержащие часть слов или даже одно слово из запроса. Документы, содержащие не все слова запроса, размещаются в конце списка результатов, а в начале списка находятся те, в которых есть большинство из указанных слов.

Слова запроса машинами поиска перебираются во всех возможных словоформах, союзы и предлоги игнорируются.

Как быть, если нужны документы именно с такой фразой и больше никакие? Как добиться, чтобы поисковые машины находили документы, в наибольшей степени отвечающие вашим потребностям?

На эти вопросы отвечают правила составления запросов или, иначе говоря, синтаксис запросов. Синтаксис запросов — это набор правил, по которым поисковая машина трактует все, что пишется в поле ввода текста. Синтаксис запросов может различаться у разных поисковых систем. Приведем наиболее характерные примеры, которые можно использовать на большинстве известных поисковых систем.

**Кавычки «...»** — если группа слов ограничена кавычками, будет исшаться точно такая же фраза, в тех же словоформах.

**Знак — (минус)** — исключает слово из результатов поиска.

**Знак | (вертикальный слеш)** — указывает на необходимость выбора одного из двух вариантов (логическое «или»).

**Знак ~ (тильда)** — запрещает, чтобы слово после оператора встретилось в том же предложении.

Для профессионального применения синтаксиса языка запросов в каждом конкретном поисковом ресурсе необходимо воспользоваться руководством пользователя этого поисковика либо набрать на интересующем ресурсе фразу: «язык запросов».

Есть некоторые «хитрости», которые повышают эффективность поиска:

- используйте синонимы;
- ищите больше, чем по одному слову;
- не пишите заглавными буквами;
- пользуйтесь «похожими» документами;
- не забывайте проверять орфографию.

## 8.6. МЕДИЦИНСКИЕ РЕСУРСЫ ИНТЕРНЕТА

**Интернет** — *всемирная информационная сеть, т.е. совокупность многочисленных сетей, построенных на базе межсетевого протокола TCP/IP (Transmission Control Protocol), являющегося стандартом для построения глобальных сетей.*

Глобальная сеть Интернет обеспечивает доступ к следующим видам информации и контактов:

- Всемирная паутина (World Wide Web, WWW) — большая информационная система, содержащая текстовые, графические, звуковые и видеофайлы;
- электронные доски объявлений (Bulletin Board System, BBS) — места накопления информации в электронной форме со свободным доступом абонентов к архивам системы;
- информационная система широкого профиля — система баз данных, открытых для публичного доступа;
- файловые архивы FTP-серверов (FTP — File Transform Protocol — протокол передачи файлов — протокол TCP/IP, применяемый для доступа к другим компьютерам сети с целью получения списков каталогов и копий файлов, а также для передачи файлов);
- электронная почта (e-mail) — один из распространенных сервисов Интернета, позволяющий отправлять корреспонденцию, подготовленную пользователем на рабочем месте, на электронный адрес (или ряд адресов одновременно) и просматривать полученные сообщения на компьютере;
- система рассылки (Mail lists) — получение электронных писем определенной тематики большой группой пользователей, заключивших соглашение о получении информации;
- телеконференции (Netnews, Usenet, Newsgroups) — обсуждение общих проблем рядом участников;
- Skype — глобальная система персональной связи, позволяющая организовать аудиовизуальный контакт участников; осуществляет соединение не только компьютер—компьютер, но и компьютер—телефон (стационарный, мобильный, спутниковый);
- Internet Relay Chat (IRC) — разговоры через Интернет в текстовом виде в реальном времени.

Интернет — это, по сути, множество сайтов, на которых хранятся разнообразные сведения. Это могут быть тексты, изображения, звуко-

вые и видеозаписи, — любые данные, которые можно сохранить в цифровой форме.

Доступ в Интернет осуществляется через мощные компьютеры — серверы сети.

**Web-сайт** — совокупность *Web-страниц* с повторяющимся дизайном, объединенных по смыслу, навигационно и физически находящихся на одном *Web-сервере*.

**Web-сервер** — специализированный компьютер, обеспечивающий хранение и доступ из внешней сети к данным, организованным в виде *Web-страниц*.

**Web-страницы** содержат так называемые живые ссылки, при указании на которые человек немедленно получает заинтересовавшую его страницу, на которую была дана ссылка. Такие ссылки называют гипертекстовыми. *Web-страница* — самостоятельная часть *Web-сайта*; документ, снабженный уникальным адресом. Обычно *Web-страницы* организуются в виде гипертекста с включениями текста, графики, звука, видео, анимации.

В сети Интернет просмотр *Web-страниц* осуществляется посредством **браузера**. *Web-браузер* — программа-клиент, предоставляющая пользователю возможности навигации и просмотра *Web-ресурсов*, скачивания файлов и др. Наиболее широко используются браузеры Microsoft Internet Explorer и Netscape Navigator.

**Портал** (информационный портал) — система, призванная обеспечить единую интегрированную среду для работы с корпоративными информационными ресурсами Интернета. Портал объединяет по содержанию принципу географически распределенные базы данных, приложения, документы, информацию из сети Интернет с помощью встроенных наборов интерфейсов, предоставляя доступ пользователей ко всем информационным ресурсам через стандартный *Web-браузер*.

**Корпоративный информационный портал** — это интегрированная среда для ограниченного круга лиц.

Информационно-консультативная система КАРДИНЕТ, опирающаяся на Интернет-поликлинику, действует в Саратовском НИИ кардиологии. Она позволяет интегрировать диагностическое оборудование ряда учреждений (стационара, поликлиники, диспансера, санаториев) и дает возможность накапливать и передавать по телефонным линиям связи результаты диагностических исследований в реальном времени.

Взаимодействие пациентов со своими лечащими врачами по электронной почте активно развивается в США. Пациент имеет возмож-

ность регулярно сообщать врачу о своем самочувствии, записаться к нему на прием. Врач может направлять пациенту уведомление о записи и свои рекомендации. Эта информация является составной частью медицинской документации — от врачей требуется включать электронную переписку с пациентами в истории болезни.

Интернет обеспечивает возможность оперативного обращения к электронным базам данных. Особенно важно оперативное получение информации в экстремальных ситуациях. Автоматизированные справочные системы по токсикологии, размещаемые в Интернете, позволяют врачам быстро получать сведения о последствиях острого и хронического воздействия разнообразных химических веществ и соединений на организм людей. Американская система для контроля здоровья работающих (Drake Clinical Worker's Health) включает серию скринирующих систем диагностики экотоксинов и методы организации специальной помощи населению. Английский национальный регистр токсических соединений (Registry of Human Toxicology Data Bank) используется в целях обеспечения безопасности в первую очередь групп риска по профессиональным вредностям. Подход, сочетающий дистанционное консультирование с оперативным получением информации из специализированных баз данных, может быть особенно полезен при ситуациях, вызванных техногенными катастрофами на химических производствах.

В странах Европейского сообщества существует большое количество реализованных и развиваемых проектов по созданию мультимедийных баз данных конкретных случаев и баз медицинских знаний (электронных библиотек и атласов). Это направление развивается и в России.

Подключаясь к Интернету, врач может получать: оглавления медицинских журналов и резюме последних статей (из электронных библиотек Medline, Pubmed и др.); сведения из Кохрановской библиотеки по контролируемым клиническим исследованиям, которые обеспечивают нормативный подход к сравнительной оценке получаемых результатов; информацию по лечению заболеваний; данные о лекарственных препаратах. Компания «Медицина без границ» (Unbound Medicine) в альянсе с редакцией Британского медицинского журнала (British Medical Journal) запустили проект COGNIQ, который позволяет владельцу карманного компьютера получать из журнала Clinical Evidence копии статей в области лечения, изложенных по принципам медицины, основанной на доказательствах.

Всемирная организация здравоохранения с 2000 г. создает единую сеть научных медицинских ресурсов на базе Интернета. Создание сети поможет исследователям из развивающихся стран использовать в своей работе новейшую медицинскую информацию и обмениваться опытом. Проект включает создание сайтов и электронных версий ведущих научных журналов, организацию баз данных и интернет-форумов, которые помогут объединить медиков всего мира.

Телемедицина не является в прямом смысле составной частью медицинской информатики. Однако общие тенденции развития ведут ее в направлении интеграции в едином информационном пространстве электронного здравоохранения.

Организация медицинских телеконсультаций — стратегически важная задача практического здравоохранения, решение которой «приблизит» высококачественную медицинскую помощь к населению удаленных районов и обеспечит постоянное повышение уровня квалификации врачей.

Телемедицина в России стала логическим продолжением дистанционного консультирования больных с использованием телефонных и радиоканалов, которые широко применялись в бывшем Советском Союзе в 60–70-х годах XX в. Впервые в бывшем СССР передача ЭКГ по телефону была осуществлена в 1965 г. Впоследствии дистанционные центры были развернуты в 66 территориях России. В 1970-х годах Институтом хирургии им. А.В. Вишневского была организована дистанционная диагностика врожденных пороков сердца с использованием автоматизированных распознающих систем. Позднее угрожающие состояния у детей диагностировали по телефонным линиям связи в Ленинграде и других городах с использованием формализованных информационных бланков. Однако телемедицина в форме видеоконференции, в отличие от заочного анализа ЭКГ и дистанционной диагностики с использованием телетайпной и телефонной связи, предполагает интерактивный обмен, т.е. диалог лечащего врача и консультанта с одновременным получением мультимедийной информации на экран дисплея.

Переходом к современным телемедицинским технологиям в мире можно считать 1959 г., когда в США были начаты первые исследовательские проекты с использованием телевидения в целях дистанционного консультирования. В 1965 г. американский кардиохирург М. Дебейки с использованием канала спутниковой связи консультировал ход операции на сердце, выполняемой в Женеве (Швейцария). В России теле-

мониторинг жизненно важных систем организма относится к периоду полета первого космонавта мира Ю.А. Гагарина в 1961 г.

С 1995 г. начали создаваться стационарные современные телемедицинские центры в медицинских учреждениях.

## 9.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Телемедицина, по определению ВОЗ, — это «метод предоставления услуг по медицинскому обслуживанию там, где расстояние является критическим фактором. Причем предоставление услуг осуществляется представителями всех медицинских специальностей с использованием информационно-коммуникационных технологий после получения информации, необходимой для диагностики, лечения и профилактики заболевания».

Телемедицина — это не еще одна медицинская дисциплина, не новый метод, а способ дистанционного обмена данными в реальном времени, встраиваемый в систему практического здравоохранения, образование и медицинскую науку, это специализированная помощь в любой точке, прямое управление медицинской помощью в экстремальных ситуациях и дистанционное телеобучение в целях обеспечения непрерывного повышения квалификации. Полный спектр телемедицинских услуг включает:

- консультации больных в целях диагностики, лечения и реабилитации;
- анализ результатов инструментальных, радиологических, функциональных и лабораторных исследований;
- дистанционное обучение и повышение квалификации, освоение новых методов диагностики и лечения без отрыва от основного места работы, проведение мастер-классов;
- тиражирование опыта ведущих медицинских центров, в том числе в процессе интерактивного обсуждения больных с ведущими специалистами;
- пропаганду медицинских знаний;
- информационную поддержку организационных решений в целях управления в административно-клинических целях, включая выбор адекватных мер и способов оказания помощи, в том числе отвечающих масштабам катастрофы при чрезвычайных ситуациях;

- выход в интегрированные медицинские сети (территориальные и по разделам медицины) для оперативного доступа ко всей сумме медицинских данных наблюдаемых пациентов.

Среди приоритетов Европейского союза в программе «Технологии информационного общества», начало которой положено в 1994 г., были названы «виртуальные лечебные учреждения», предлагающие гражданам индивидуальное медицинское обслуживание и различные телемедицинские системы для охраны здоровья. Под виртуальными лечебными учреждениями в настоящее время понимают возможность проведения консультаций в режиме *online*, создания локальных сетей «пациент—врач», сбора данных о пациенте в электронную форму, которая может содержать оцифрованные изображения, рекомендации врача.

## 9.2. ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

I этап (с 60-х по 90-е годы XX в.) — телеметрическая оценка параметров жизнедеятельности космонавтов; международные телемедицинские проекты по поддержке врачей, оказывавших помощь пострадавшим при землетрясении в Спитаке (1988) и в техногенной катастрофе под Уфой (1989); первые отечественные телемосты, организованные в консультативных целях Институтом медико-биологических проблем РАН для медицинских учреждений Сибири.

II этап (1995–2000) — формирование телемедицинских центров в федеральных клинических медицинских учреждениях, в ведущих стационарах отдельных регионов; эксперимент по дистанционному контролю состояния здоровья участников антарктической экспедиции на станции «Восток».

III этап (2001–2005) — активное создание территориальных сетей в субъектах Российской Федерации, обеспечивших вовлечение районных больниц в орбиту телемедицины; отечественная система «Телемедицина катастроф» для поддержки врачей полевого госпиталя.

IV этап (с 2006 г.) — формирование региональных сетей по федеральным округам; создание передвижных телемедицинских систем, базирующихся на автомобилях, поездах, судах, вертолетах; первые шаги в области интрагоспитальной телемедицины.

### 9.3. ТЕЛЕКОНСУЛЬТИРОВАНИЕ, ТЕЛЕНАБЛЮДЕНИЕ И ТЕЛЕПОМОЩЬ

Чрезвычайно важна организация телемедицинской консультативной помощи в отношении социально значимых и трудно дифференцируемых заболеваний. Телеконсультации и телеконсилиумы с участием группы врачей-специалистов проводятся в различных ситуациях, которые можно классифицировать следующим образом:

- сложные в диагностическом плане случаи;
- состояния, угрожающие жизни пациента (при инсультах, инфарктах, аритмиях и др.);
- комплекс мер экстренного медицинского характера при чрезвычайных ситуациях;
- анализ данных исследований (функциональных, радиологических, инструментальных, лабораторных);
- выбор и коррекция лечебной тактики, включая оперативные методы лечения;
- эндоскопические исследования и вмешательства с дистанционным участием «узких» специалистов;
- догоспитальное консультирование больных для уточнения предварительного диагноза: просмотр медицинской документации (включая материалы визуального характера) и обсуждение (при необходимости — с демонстрацией больного) результатов диагностики в учреждении, обращающемся за консультацией, после чего решается вопрос о характере предстоящего лечения и сроках вызова больного в специализированное учреждение;
- реабилитация больных в отдаленном периоде после оказания высокотехнологичной медицинской помощи в удаленных медицинских учреждениях.

Дистанционный характер консультации имеет свои особенности организационного и клинического характера (согласование, подготовка данных в электронном виде, представление дополнительной информации по запросу). Особенно это относится к проведению их в режиме видеоконференций.

**Видеоконференция** — это двусторонний или многосторонний (многоточечный) интерактивный обмен аудиовизуальной информацией на расстоянии в режиме реального времени с использованием аппаратно-программных и телекоммуникационных средств.

Последовательность действий в процессе проведения телеконсультаций представлена на схеме (рис. 9.1).

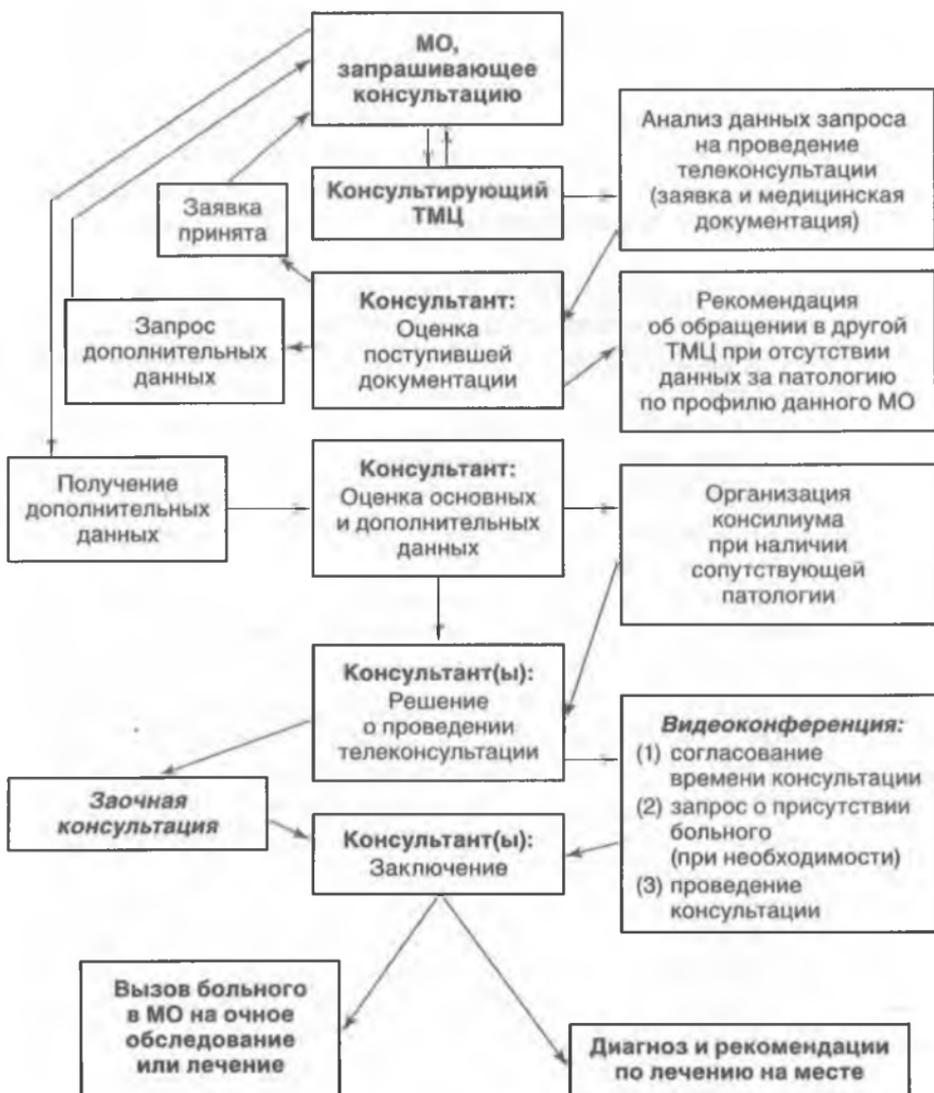


Рис. 9.1. Схема проведения телеконсультаций

Телемедицинские консультации в плане технологии их проведения включают следующие варианты.

1. Видеоконференции, обеспечивающие интерактивный аудиовизуальный контакт двух участников или более в режиме *online* в процессе телеконсультации (с участием или без участия пациента).
2. Обмен оцифрованными медицинскими данными (текст, неподвижные изображения, видеофрагменты и т.д.) между лечащим врачом и консультантом по электронной почте (или через интернет-сервер) в режиме *offline* — отсроченные телеконсультации, при которых осуществляется заочное консультирование больных.
3. Интернет-медицина (в иностранной литературе встречается наименование «кибермедицина») как частный случай телемедицины — это получение так называемого второго мнения (*second opinion*) от любого, не конкретного врача при размещении вопроса и медицинской информации на специализированном форуме (с помощью особой веб-формы на Web-странице); такие телеконсультации также являются заочными отсроченными, но вопросы адресованы не в определенное учреждение, а к медицинскому сообществу в целом.

Схема аппаратно-программно-коммуникационного комплекса для телемедицинских консультаций в режиме реального времени или в отсроченном режиме, включая варианты подключения медицинских приборов с цифровым выходом или без него, представлена на рис. 9.2.

Теле-СМП (Tele-ambulance) — за рубежом существует телемедицинская система для скорой медицинской помощи на основе высокоскоростной мобильной сети. Такая система обеспечивает передачу данных, включая изображение с места происшествия, и позволяет организовать по мультимедийной линии поддержку медикам/спасателям при различных ситуациях. Использование мобильных комплексов — одно из перспективных направлений развития российской телемедицины. Эффективными могут быть выездные бригады с телемедицинскими системами на базе санитарной авиации, которые на самолете, вертолете или автомобиле доставят в отдаленную больницу необходимое телемедицинское и диагностическое оборудование, выполнят обследование пациента и проведут телемедицинскую консультацию со специалистами соответствующего консультативного центра.

Видеоконференции, т.е. интерактивные консультации в режиме реального времени, имеют существенные преимущества. Проведение ви-



Рис. 9.2. Аппаратно-программно-коммуникационный комплекс для телемедицины

деоконсультаций позволяет врачу-консультанту самостоятельно увидеть разнообразные фенотипические проявления, имеющие существенное диагностическое значение при наследственных заболеваниях и врожденных пороках развития, наблюдать больного в динамике, например характер движений при костно-мышечной и неврологической патологии, поведение пациента в процессе беседы при психических заболеваниях. Видеоконсультации обеспечивают возможность совместного обсуждения состояния больного лечащим врачом и консультантом при визуальном анализе всего необходимого комплекса первичных медицинских данных пациента, включая эхограммы, рентгенограммы, МРТ и т.п. В кардиологии и кардиохирургии важно наблюдать работу сердца в динамике; в частности, режим видеоконференцсвязи *dualvideo* позволяет передавать консультанту сразу два видеоизображения, например положение датчика и собственно данные исследования. Обсуждение имеет особенно большое значение, так как лечащий врач, за которым остается ответственность за больного, должен обязательно понимать

логику принятия решений консультантом, а не просто принимать или не принимать во внимание его мнение, изложенное или высказанное в рекомендации/заключении. По мнению английского ученого Малколма Кларка, телемедицина (имеются в виду видеоконференции) должна быть столь же эффективна, как консультация лицом к лицу.

Возможность консультаций в режиме реального времени позволяет, наряду с плановыми сеансами, проводить экстренные телеконсультации, что особенно важно при неотложных состояниях, в том числе в чрезвычайных ситуациях. Телеконсультации могут проводиться и с использованием первичной объективной информации, получаемой непосредственно во время видеоконсультации. Для этого используют электронный стетоскоп, позволяющий выслушивать сердце на расстоянии, электронный отоскоп, а также специализированные видеокамеры для дерматологии, оториноларингологии, офтальмологии, гинекологии и т.п.

Видеоконсультации способствуют повышению квалификации лечащих врачей, так как происходит обучение «на примерах» в процессе обсуждения медицинских данных больного.

Эффективность телемедицинских консультаций в значительной степени определяется уменьшением количества больных, направляемых для госпитализации в медицинские учреждения более высокого уровня, и продолжением лечения на месте в соответствии с полученными рекомендациями. Также уменьшается при предварительном согласовании количество больных, направляемых не по профилю или несвоевременно в другие лечебные учреждения.

Происходящий процесс дифференциации клинической телемедицины аналогичен такому же процессу в медицине. Сформировался ряд направлений: телехирургия, телекардиология, теледерматология, телепатология, телерадиология и др. Формирование этих направлений обусловлено двумя основными моментами — спецификой специальностей и особенностями отображения и передачи данных при дистанционном консультировании. Рассмотрим более подробно отдельные разделы телемедицины.

**Телерадиология** — это передача радиологических (растровых) изображений (УЗИ, РКТ, МРТ и др.) в электронной форме с целью их интерпретации и (или) консультации. Возможно и прямое участие дистанционного консультанта в проведении обследования с рекомендациями, например, о расположении датчика при ультразвуковом исследовании. Ее быстрому продвижению способствовало появление систем архивации

и передачи изображений (Picture Archiving and Communication System — PACS) и международно принятого стандарта для растровых цифровых изображений в медицине — DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Основным способом оцифровки рентгеновских изображений — с помощью специального дигитайзера (или обычного офисного сканера со специальной приставкой для сканирования прозрачных оригиналов). При обращении к PACS-системам удаленный консультант может получить и просмотреть все необходимые изображения, включая архивные, что обеспечивает анализ динамики изменений.

**Телепатология** — *дистанционная оценка микроскопических препаратов (гистологических, цитологических), пересланных по электронной почте или наблюдаемых в режиме online на экране компьютера.* В последнем варианте удаленный консультант не просто рассматривает изображение микропрепарата, передаваемое ему из консультирующейся медицинской организации (МО), но имеет возможность, при наличии специальной техники и программного обеспечения, самостоятельно дистанционно перемещать исследуемый препарат в желаемом направлении для оценки не одного, а нескольких полей зрения микроскопа. Одно из направлений телепатологии — оперативная теледиагностика биопсийного материала опухоли в процессе хирургических операций. Система видеоконференцсвязи объединяет дистанционно управляемый микроскоп (с моторизованным столиком), оснащенный видеокамерой, который устанавливается в операционной, и рабочее место консультирующего патоморфолога. Такая телесистема — в настоящее время один из модулей цифровой операционной.

**Теледерматология** — одно из активно развивающихся направлений телемедицины. Теледерматологические консультации могут проводиться как в режиме видеоконференции, так и с помощью отсроченных консультаций, когда изображение кожи больного фиксируется медицинской сестрой или врачом общего профиля и затем передается по компьютерным сетям консультанту-дерматологу вместе с текстовыми данными истории болезни. Особый интерес вызывают системы, позволяющие в автоматическом режиме оценивать патологию кожи, основываясь на ее цифровых изображениях, в частности выявлять рак кожи и предраковые изменения. Для автоматической оценки цветоискажения полученных изображений кожи и проведения соответствующей коррекции в России разработан специальный программный комплекс, что позволяет значительно повысить качество представляемых врачу для диагностики изображений кожи.

**Теленеврология** включает диагностику острых и хронических заболеваний. Это направление особенно нуждается в проведении видеоконференций для наблюдения за движениями, доступными пациенту, примером чему могут служить больные с инсультом, миопатиями, эпилепсией. При инсульте это также оперативное решение вопросов специализированного лечения, восстановления и долгосрочного лечения пациента, вторичной профилактики. Европейская организация инсульта (European Stroke Organisation) рекомендует в отдаленных или сельских районах использовать телемедицинские технологии для улучшения доступа больных к лечению с помощью высококвалифицированных специалистов, включая консультации хирургов по поводу пластических операций на сосудах и стентирования.

**Телепсихиатрия** — *интерактивное дистанционное общение врача с пациентом в целях диагностики и лечения* в следующих случаях:

- контроль эффективности терапии после выписки из психиатрического стационара;
- оказание помощи на расстоянии пациентам с психическими заболеваниями, находящимся в больницах общего профиля, в санаториях;
- дистанционное проведение сеансов психотерапии и когнитивно-поведенческой терапии;
- консультации школьников с отклонениями поведения и проблемами обучения непосредственно в учебных заведениях.

Телепсихиатрия в большинстве случаев базируется на использовании видеоконференций, позволяющих врачу общаться с больным.

Телепсихиатрия имеет и ограничения: нежелательно использовать видеоконференции для консультаций больных психозами, бредовыми идеями и т.п., так как применение технических средств может усугубить состояние таких больных. Преимущественная область применения телепсихиатрии — так называемая малая психиатрия (неврозы, легкие депрессии и т.п.).

**Телеофтальмология** — дистанционная диагностика глазной патологии с использованием специализированного аппаратно-программного комплекса.

В телеофтальмологии, наряду с телеконсультациями, можно привести конкретный пример так называемой телепомощи, реализованный в Нидерландах в отношении глаукомы. Для выявления пациентов с риском глаукомы в магазинах оптики людям были предоставлены возможности для обследования глаз с использованием специальной

цифровой диагностической техники. Полученные изображения сохраняются в Интернете в базе данных, которая доступна для офтальмологов. Благодаря такой системе были обнаружены недиагностированные ранее случаи глаукомы.

**Телеанестезиология** *базируется на сочетании телемониторинга состояния оперируемого пациента, видеоконференцсвязи и видеомониторинга операции.* Такой симбиоз может стать составной частью интегрированных монитorno-компьютерных визуализирующих систем для хирурга и анестезиолога. Появляется уникальная возможность в реальном времени через Интернет контролировать динамику физиологических параметров пациента во время операции параллельно с визуализацией через web-камеру операционного поля. Примером может служить система, реализованная в Российском научном центре хирургии им. Б.В. Петровского, которая обеспечивает врачу возможность получать автоматически формируемые сообщения о проводимой операции и текущих параметрах гемодинамики больного. При необходимости главный анестезиолог, также получающий всю информацию, может связаться с врачом-анестезиологом в конкретной операционной, обсудить текущую ситуацию и дать необходимые указания.

В последнее время появился новый термин — **телеприсутствие**, что предполагает обеспечение полного дистанционного участия консультанта в лечебно-диагностическом процессе путем использования роботизированных комплексов и (или) высокоскоростных телекоммуникационных средств. Системы телеприсутствия позволяют более квалифицированному врачу-консультанту дистанционно ассистировать или управлять действиями менее опытного коллеги, непосредственно выполняющего некую манипуляцию пациенту (телеассистирование или дистанционное манипулирование). При этом консультант работает в полном объеме непосредственно с диагностической и лечебной аппаратурой, одновременно имея возможность наблюдать за реакцией (состоянием) пациента. Такие телеманипуляции в режиме видеоконференции используются при проведении исследований больных (например, управление зондом при ультразвуковом исследовании) и эндохирургических операциях. В случае телехирургии (роботохирургии — *roboticsurgery*) операция в полном объеме проводится дистанционно удаленным врачом (бригадой врачей) с использованием манипуляторов.

Современные хирургические манипуляторы способны в некоторой степени «оптимизировать» свои движения по сравнению с движения-

ми рук человека, т.е. свести к минимуму тремор для обеспечения максимально аккуратных действий хирурга. Для дистанционной хирургии разработаны также специальные системы стереозрения, представляющие собой две видеокамеры, имитирующие бинокулярное зрение, что позволяет наблюдать операционное поле в трехмерном виде.

Важный компонент — средства обратной связи, которые могут передавать сенсорную (прежде всего тактильную) информацию с абонентской части системы. Такие устройства, называемые телегаптическими, создают реалистичность ощущений при выполнении телехирургических вмешательств (на элементы управления передается информация, с помощью которой воспроизводится сопротивление тканей, степень натяжения шовного материала и т.д.).

**Внутрибольничная телемедицина** — еще одно приложение или направление в области телемедицинских технологий. В цифровых диагностических кабинетах и операционных (ЦДКО или DOR — Digital Operation Room) вся информация переводится в цифровой вид, что стало основой для интеграции информационных и телемедицинских технологий.

В результате врачи не только получают доступ к любым данным пациентов, хранящимся в информационных медицинских системах своей и других МО, но одновременно могут в режиме реального времени обращаться к врачам своей или другой медицинской организации, которые имеют возможность непосредственно со своих рабочих мест провести консультацию в тот момент, когда она необходима, в частности в процессе хирургического вмешательства. Эта возможность является следствием того, что ЦДКО имеет функцию так называемого рабочего стола, с помощью которого производится совместный анализ медицинских изображений.

**Телемониторинг как вариант теленаблюдения за пациентами предполагает профилактический и постгоспитальный контроль физиологических показателей пациентов.** Это могут быть беременные, хронические больные и инвалиды, а также пациенты после проведенных оперативных вмешательств, находящиеся вне пределов медицинских организаций. В Германии в 1971 г. впервые был предложен транстелефонный дистанционный контроль функционирования пейсмекеров. В настоящее время именно дистанционный контроль имплантируемых устройств, являющийся специфическим направлением индивидуальной телекардиологии, интенсивно применяется за рубежом. Развивается такое направление персональной телемедицины для па-

циентов с кардиологической патологией, как применение регистраторов и анализаторов ЭКГ, интегрированных в мобильный телефон (коммуникатор).

Телемониторинг тесно связан с понятиями домашней телемедицины и телепомощи.

**Телепомощь** (*telecare*) с использованием видеоконференцсвязи — *домашняя, или персональная, телемедицина, ориентированная на оказание помощи в таких местах и ситуациях, когда рядом с пациентом нет медицинских работников.* Домашняя телемедицина включает консультативную медицинскую помощь, психологическую и социальную поддержку, удаленное видеонаблюдение за лежачими больными, включая контроль за приемом лекарств. Она нашла широкое применение в вопросах мониторингования состояния больных сахарным диабетом, артериальной гипертензией, аритмиями и другими заболеваниями. Специальные устройства способны передавать текущие показатели, полученные с помощью тонометров, электрокардиографов, глюкометров и т.п. приборов, по сети Интернет на сервер медицинской организации, где они становятся доступны лечащему врачу. При резком изменении показателей (порог изменения устанавливается индивидуально для каждого больного) об этом в автоматическом режиме оповещается лечащий врач или служба скорой помощи. Дистанционный патронаж беременных позволяет осуществлять постоянный физиологический контроль эмбрионального развития (например, на основании мониторинга частоты сердечных сокращений плода). Это дает возможность оценивать состояние плода, например, при стрессовом воздействии, с которым достаточно часто сталкиваются беременные.

Реально домашняя телемедицина может развиваться в тех случаях, когда при медицинской организации имеется телемедицинский пункт, обеспечивающий телепатронаж и телемониторинг пациентов. Особенно важно это в условиях переноса на поликлиническое звено задач долечивания и реабилитации больных после их выписки из стационара. В отличие от традиционной схемы телеконсультирования, в этом случае консультант общается непосредственно с пациентом или его родственниками. Специальный «домашний» комплект для дистанционного контакта должен включать компьютер, имеющий выход в Интернет, и соответствующие приборы функциональной диагностики, позволяющие получить необходимый объем информации о пациенте. Такой подход позволяет по-новому подойти к организации и проведению восстановительного лечения: а) принять решение о переводе

больных на постстационарную реабилитацию в домашних условиях (с учетом показаний и противопоказаний); б) повысить преемственность лечебно-восстановительных мероприятий между стационаром и амбулаторно-поликлинической службой; в) оптимизировать контроль адекватности и эффективности лечения.

Домашняя телемедицина все более широко используется в развитых странах. В США ежедневно осуществляется 1,5 млн сеансов телепомощи на дому. При этом медицинская сестра, обычно обслуживающая традиционным способом 5–6 пациентов, с помощью телемедицинских технологий может помочь 15–25 пациентам. Европейское сообщество в рамках проекта «Технология информационного общества» (Information Society Technologies) реализует систему @Home для дистанционного мониторинга пациентов после выписки из клиники и для контроля состояния хронических больных. Платформа @Home обеспечивает в удаленном режиме (на дому) слежение за температурой тела, артериальным давлением, частотой пульса и другими витальными, но легко определяемыми параметрами. О выявленных тревожных симптомах система немедленно оповестит персонал клиники. Применение таких систем показало сокращение продолжительности стационарного лечения ориентировочно на 30%.

Потребность в телереабилитационных услугах существует в школах. Во многих странах восстановительная терапия в школах уже обеспечена логопедами, психологами, врачами и медицинскими сестрами. Поскольку телереабилитация на базе школы интегрируется в медицинские и школьные программы, дополнительные услуги восстановления речи и психологической реабилитации могут быть обеспечены дистанционно в режиме многоточечных видеоконференций.

Понятие «персональная телемедицина» лучше всего раскрывается на примере мониторинга у альпинистов витальных признаков (содержание кислорода в крови, частота сердечных сокращений, температура кожи на различных участках) с использованием специальных сенсоров, закрепленных на их теле, и при необходимости видеоизображения. Менее экзотическое использование — возможность передачи своих физиологических данных из отдаленных от медицинских организаций мест отдыха и получение квалифицированного совета по первой помощи.

Сотрудниками Института медико-биологических проблем РАН предложен термин «телемедицинская экология». Его суть заключается в дистанционном анализе состояния людей, находящихся в экологически различных условиях. Был проведен эксперимент, в котором

участвовали 130 добровольцев-испытателей, находившихся в 12 регионах — в России, Белоруссии, Казахстане, Европе и в США. Однотипные для всех методы включали методики для изучения центрального и периферического кровообращения, ЭКГ, анализ variability сердечного ритма, дисперсионное картирование ЭКГ. Регистрировались антропометрия и ответы на вопросы о жалобах и образе жизни. Оперативные исследования проводились ежемесячно, функциональные пробы с физической, умственной и ортостатической нагрузками проводились ежеквартально. Информация передавалась в Москву по электронной почте.

В США использовался комплекс «HeartWizard» для сбора информации, донозологического контроля и анализа. Осуществлялась оценка риска развития заболеваний по вероятностным характеристикам функциональных состояний. Предварительные результаты показали, что ежемесячная и сезонная динамика функционального состояния здоровых людей зависит от конкретной экологической обстановки.

Телемедицинская поддержка участников антарктических экспедиций включает: а) автоматическую/полуавтоматическую регистрацию электрофизиологических, тактильных, субъективно-описательных и других показателей с помощью приборов, входящих в состав модульной станции для оказания экстренной консультативно-диагностической помощи; б) обработку и анализ полученных данных; в) экспертную оценку функционального состояния обследованных пациентов по результатам обработки данных; г) выдачу рекомендаций для коррекции функционального состояния; д) мониторинг процесса коррекции состояния полярников.

К понятию телепомощи, но уже медицинским работникам и спасателям, могут быть отнесены теле«подсказки» (советы первой помощи) и телеманипуляции (прямые дистанционно осуществляемые исследования и действия).

## 9.4. ДЕОНТОЛОГИЯ В ТЕЛЕМЕДИЦИНЕ

В 1992 г. на 44-й Всемирной медицинской ассамблее (Марбелла, Испания) было принято «Положение о медицинском обследовании, «телемедицине» и медицинской этике». ВОЗ рекомендует использовать следующие деонтологические принципы:

- перед использованием телемедицинской системы врач должен установить, что пациент или его семья компетентны и хорошо

информированы. Системы, доверяющие пациенту или его семье сбор и передачу данных, не будут эффективны, если пациенты не понимают значения исследований и важность их проведения; существенным является психологическая и физическая готовность пациента;

- организации, предоставляющие телемедицинские услуги, должны уважать право пациента на выбор своего личного врача;
- для достижения гуманной, индивидуальной и качественной помощи важным является тесное сотрудничество между личным врачом пациента и персоналом «телемедицинского» центра;
- должна быть обеспечена конфиденциальность данных всех пациентов; должны существовать строгий контроль за доступом к данным, техническая защита и суровые правовые санкции за нарушения;
- для адекватности помощи существенным является контроль качества используемого оборудования и переданной информации; для безопасности пациента необходима строгая мониторинговая система калибровки и эксплуатации оборудования.

## 9.5. ТЕЛЕМЕДИЦИНА В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Чрезвычайные ситуации (ЧС), приводящие к множественным жертвам, требуют оперативного принятия организационно-тактических решений, проведения медицинской сортировки, консультативной поддержки действий медицинского персонала в системе лечебно-эвакуационной помощи пострадавшим. Использование современных телекоммуникационных средств связи — основа для перехода на принципиально новый уровень информационного обеспечения службы медицины катастроф. Этим определяется значение телемедицинских технологий для принятия адекватных мер, отвечающих масштабам катастрофы при чрезвычайных ситуациях.

Экстренные извещения, мониторинг медико-тактической обстановки, консультативная поддержка различных аспектов деятельности мобильных бригад специалистов, лечебно-эвакуационное обеспечение больных и пораженных, — вот далеко не полный перечень задач медицины катастроф, эффективность решения которых в ЧС во многом определяется оперативным информационным обеспечением.

Впервые современные телекоммуникационные технологии в медицинских целях в условиях катастрофы были использованы NASA в

1985 г. после землетрясения в Мексике. Это позволило правильно оценить медико-санитарные последствия землетрясения и своевременно провести аварийно-спасательные мероприятия. В рамках международного российско-американского сотрудничества по применению телемедицины в чрезвычайных ситуациях в 1988 г. был организован совместно с NASA телемедицинский мост при землетрясении в Армении. Так была обеспечена аудио-, видео- и факсимильная связь между зоной бедствия, клиниками Москвы и четырьмя медицинскими центрами США. Первая отечественная телемедицинская система для работы в ЧС впервые реализована в 2001 г. в полевом педиатрическом госпитале в Чеченской республике.

В настоящее время можно говорить о переходе к постоянному использованию телемедицинских технологий в чрезвычайных ситуациях для решения организационных и клинических вопросов. В России формируется телекоммуникационная сеть Всероссийской службы медицины катастроф, включающая стационарные телемедицинские центры и мобильные системы. Используемая для этого телекоммуникационная спутниковая сеть имеет трехуровневую топологию — «вложенные звезды»: центральная станция, межрегиональные — в федеральных округах, терминальные и мобильные — в субъектах РФ.

## 9.6. ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ

Телеобучение (телеобразование) медицинским знаниям и приемам — динамический процесс, основными принципами которого являются: обучение в течение всей жизни, пропаганда медицинских знаний, интерактивное обучение, обучение «без границ», непрерывное профессиональное обучение с использованием телемедицинских и интернет-технологий. Для этого все шире используются видеоконференции.

Телеобразование подразумевает: во-первых, внедрение телемедицинских методов обучения в непрерывную систему подготовки медицинских работников, включая теленаставничество (обучение в процессе обследования или лечения больных); во-вторых, «телепросвещение» пациентов (с одной стороны, предоставление информации о заболеваниях, лечебных мероприятиях, образе жизни, с другой стороны — сведения о доврачебном обследовании и рекомендации по использованию средств «домашней аптечки» через различные информационные «киоски»).

Основные технологии дистанционного обучения в медицине:

- видеоконференция — проведение телелекций и телесеминаров, трансляций в реальном времени;
- вебинар — проведение синхронных семинаров, лекций, конференций через Интернет посредством одновременного использования специального программного обеспечения. Во время вебинара каждый из участников находится у своего персонального компьютера, для связи используется IP-протокол, обмен данными производится посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника, или через веб-приложение;
- веб-платформа для обучения (виртуальная среда для обучения) — интернет-инструменты для создания, редактирования, управления и использования учебных курсов и модулей; инструменты веб-платформ позволяют размещать в модулях: текстовую, звуковую, статическую и динамическую визуальную информацию, опросники, задания, тесты, анкеты, глоссарии и т.д.;
- специализированные сайт-ресурсы Интернета, представляющие собой удаленные источники медицинской информации (медицинские библиотеки, сайты медицинских сообществ и специальностей, базы данных);
- электронная рассылка — периодическая регулярная рассылка обучающихся материалов с последующей обратной связью;
- мультимедийная обучающе-контролирующая интерактивная система («медиа-педагог»), сетевой электронный учебник — размещенные в сети Интернет интерактивные ресурсы с учебной информацией, контрольными задачами, тестовым контролем и т.д.

Для определенных дисциплин у преподавателя и обучающихся может быть реально использовано медицинское оборудование. Например, на занятии по патологической морфологии преподаватель может попросить одного или нескольких обучающихся указать на исследуемом изображении поля с конкретными признаками заболевания и затем сохранить изображение с пометками каждого обучающегося в своей базе данных. При наличии микроскопа с компьютерным управлением возможен контроль за самостоятельным анализом препарата обучающимся. Один из студентов дистанционно проводит исследование, а остальные обучающиеся видят препарат и слышат комментарии преподавателя.

Эффективный процесс дистанционного обучения обеспечивается при выполнении следующих условий: 1) непрерывного визуального

наблюдения обучающихся за всеми процессами диагностики в реальном времени; 2) аудиоконтакта между всеми обучаемыми и преподавателем; 3) возможности для обучающихся делать оперативную запись наиболее важных этапов занятия для сохранения и повторения ранее пройденного.

В процессе клинических лекций может использоваться электронный стетоскоп, и преподаватель может опрашивать слушателей по поводу характера наблюдаемых у пациента аускультативных проявлений в легких, сердце.

Сеансы дистанционного медицинского обучения в процессе реальной диагностики, лечения и хирургического вмешательства могут проводиться непосредственно из цифровых диагностических кабинетов и операционных. Это особенно удобно для мастер-классов, которые предполагают демонстрацию действий высококвалифицированных специалистов, сопровождаемую комментарием в режиме видеоконференции.

Теленаставничество предполагает выполнение манипуляций, в том числе хирургических, менее опытными врачами под контролем и при «подсказках» наставников из специализированных центров, использующих системы видеоконференцсвязи.

Виртуальный университет — это:

- виртуальный преподаватель, например фонд лучших лекций (сетевая технология предполагает не виртуального, а удаленного преподавателя);
- компьютерные моделирующие и тестирующие программы образовательной среды;
- электронные учебные пособия и обучающие программы (например, компьютерный пакет, позволяющий оценить послойное строение человеческого тела);
- региональные учебные центры и Интернет в целом, где доступны многочисленные информационные базы данных (учебного характера, по новым методам диагностики и лечения, описания сложных случаев и т.д.).

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ К РАЗДЕЛУ 3

1. Что такое вычислительная сеть?
2. Перечислите основные виды сетей передачи данных, определите их преимущества и недостатки.

3. Что включают в себя мероприятия по обеспечению безопасности персональных данных?
4. Поясните основные компоненты реализации доступа к информационным ресурсам.
5. Назовите основные цели резервного копирования и архивации.
6. Назовите требования к антивирусной защите.
7. Какие способы организации поиска существуют в сети Интернет?
8. Как осуществляется поиск информации в каталогах и базах данных?
9. С какой целью используется в запросе знак «—»?
10. Как необходимо составить запрос для поиска по точной словоформе?
11. Что дает врачу использование Интернета?
12. Дайте определение телемедицины.
13. Назовите этапы становления телемедицины.
14. Чем телемедицина принципиально отличается от ранее существовавшего дистанционного консультирования?
15. Что входит в понятие «телемедицинские услуги»?
16. В каких случаях проводятся телеконсультации?
17. Каковы наиболее распространенные направления в телемедицине?
18. Что означает понятие «телерадиология»?
19. Каковы особенности телепатологии?
20. Что представляет собой внутрибольничная телемедицина?
21. Каковы направления домашней телемедицины?
22. Что понимается под термином «телеобразование»?

# ВВЕДЕНИЕ В МЕДИЦИНСКУЮ ИНФОРМАТИКУ

## Глава 10

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ

Необходимость использования нарастающих объемов информации разного характера, требуемой для высокого уровня оказания медицинской помощи, привела к формированию такого направления в здравоохранении, как медицинская информатика. Это прикладная дисциплина, фундамент которой — кибернетика и информатика.

### 10.1. ОСНОВНЫЕ ВЕХИ В СТАНОВЛЕНИИ КИБЕРНЕТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Появление кибернетики как самостоятельной науки относят к 1948 г., когда известный американский математик Норберт Винер (1894–1964) опубликовал книгу «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине». В этой книге Винер обобщил закономерности, относящиеся к системам управления разной природы — биологическим, техническим и социальным.

Как и всякое новое научное направление, кибернетика не возникла на пустом месте, а была подготовлена многочисленными работами математиков, физиков, медиков и инженеров. В качестве трех фундаментальных основ кибернетики могут быть указаны:

- 1) теоретическая составляющая (системология);
- 2) математический аппарат (математическая логика, теория алгоритмов, теория информации);
- 3) техническая база (автоматические регуляторы, аналоговые и вычислительные машины) (рис. 10.1).



Рис. 10.1. Основные предпосылки возникновения кибернетики

Большой вклад в создание теоретической базы современной кибернетики внесли такие ученые, как А.А. Богданов, Л. фон Берталанфи, П.К. Анохин. С их именами связаны развитие учения об общих свойствах систем любой природы (системологии), исследование процессов управления в живых организмах, формирование представления о саморегуляции и гомеостазе.

Математическая компонента теории дискретных преобразователей информации основана на работах ученых по математической логике (Дж. Буль, Д. Гильберт, К. Гедель, А. Черч), теории алгоритмов (А. Тьюринг, А.А. Марков, А.Н. Колмогоров) и теории информации (Р. Хартли, К. Шеннон).

К началу XX в. были созданы первые образцы электромеханических счетно-аналитических машин, позволивших автоматизировать простейшие преобразования дискретной информации.

Решающее значение для становления кибернетики имело создание в 40-х годах XX в. электронных вычислительных машин. Благодаря ЭВМ возникли принципиально новые возможности для исследования и создания сложных управляющих систем.

В 1948 г. Н. Винер сделал завершающий шаг по объединению всего накопленного к этому времени материала, выстроил его в единую стройную теорию и дал название новой науке — кибернетика. Возникшая на стыке математики, логики, лингвистики, физиологии, биологии, социологии (до этого слабо связанных между собой), кибернетика, наряду с физикой, химией и биологией, стала оказывать существенное влияние на развитие мировой науки.

Современное определение кибернетики как науки, получившее наибольшее распространение в нашей стране, принадлежит академику А.И. Бергу: «Кибернетика — наука об управлении в сложных динамических системах».

Первые сообщения о возможных направлениях использования ЭВМ в медицине и здравоохранении появились в Советском Союзе в конце 50-х—начале 60-х годов. По инициативе руководителя Научного совета по кибернетике при Президиуме АН СССР академика А.И. Берга была создана биомедицинская секция, которую возглавил советский физиолог, академик АН и АМН СССР В.В. Парин (1903—1971).

Среди направлений, ставших приоритетными с начала использования ЭВМ в медицине, особое внимание уделялось помощи врачу при постановке сложных диагнозов и выборе лечебной тактики; контролю за автоматизированным управлением жизнедеятельностью организма, на основе моделей, в случаях, требующих особой быстроты и точности реакций.

В течение нескольких лет были созданы профильные лаборатории по кибернетике в Институте хирургии им. А.В. Вишневского (руководитель — М.Л. Быховский), в Северо-Западном политехническом институте (Ленинград) (руководитель — В.М. Ахутин), на территории хирургической клиники Военно-медицинской академии (руководитель — П.А. Куприянов), в Московском научно-исследовательском онкологическом институте им. П.А. Герцена (руководитель — П.Е. Курнин). В Институте туберкулеза и грудной хирургии (Киев) был организован семинар «Некоторые проблемы биокибернетики и применение электроники в биологии и медицине» (руководитель — Н.М. Амосов).

Уже в 60-х годах XX в. в СССР работали экспериментальные автоматизированные медицинские системы:

- в лаборатории кибернетики Института хирургии им. А.В. Вишневского — система автоматизированной диагностики врожденных пороков сердца;

- в Институте сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева — система автоматизированной диагностики поражения клапанов сердца.

К середине 70-х годов были разработаны автоматизированные системы для использования в клинике:

- в 1973 г. в РНЦХ РАМН — мониторно-компьютерная система «Симфония» для слежения за состоянием больного во время хирургической операции (на базе аналого-цифрового вычислительного комплекса Симфония-ЗМТ:ЭВМ «Электроника-100и» и полиграфа «САЛЮТ-МТ», в системе была реализована автоматизация ведения анестезиологической карты);
- в 1974—1975 гг. в ИССХ им. А.Н. Бакулева — автоматизированная система обеспечения решений врача АСОРВ (В.И. Бураковский, В.А. Лищук и др.);
- в 1975 г. — автоматизированная система формирования групп риска у детей (М.В. Жилинская и др.);
- в 1976 г. — вычислительная угрозометрическая система при неотложных состояниях у детей (Е.В. Гублер).

Быстрый рост функциональных возможностей вычислительной техники и активное ее внедрение во многие сферы деятельности человека привели к формированию нового научно-технического направления — информатики. Само понятие «информатика» возникло в начале 1970-х годов во Франции. Так была названа область знаний, изучающая применение электронных вычислительных машин для автоматизации обработки информации. Слово «информатика» образовано путем слияния французских слов «информация» (*information*) и «автоматика» (*automatique*). В англоязычных странах вместо термина «информатика» часто используют словосочетание «компьютерная наука» (*computerscience*).

Изначально ЭВМ была инструментом для автоматизации трудоемких вычислений. Однако с появлением микропроцессорной техники компьютер постепенно эволюционировал в инструмент для работы фактически с любой информацией, а не только числовой. Получая исходную информацию в виде чисел, таблиц, изображений, текстов, программное обеспечение вычислительных машин способно преобразовывать ее в другую информацию, а также сохранять и передавать в той или иной форме. Появление такого широкого спектра возможностей автоматизированной обработки информации привело к формированию информатики как самостоятельной научной дисциплины. И вся

дальнейшая история развития информатики теснейшим образом связана с развитием средств вычислительной техники (а позже — и средств коммуникации).

Такие известные ученые в области информатики, как академики АН СССР А.П. Ершов (1931—1988) и Б.Н. Наумов (1927—1988), определяли информатику как «фундаментальную» и «естественную» науку. Такой подход объясняется сущностью понятий «информация» и «процессы обработки информации», которые, несомненно, имеют общенаучную значимость и характерны для систем самой разной природы — искусственных, биологических, общественных. Черты технической науки придают информатике аспекты, связанные с созданием и функционированием машинных систем обработки информации. Так, академик А.А. Дородницын определял состав информатики как «три неразрывно и существенно связанные части: технические средства, программные и алгоритмические».

В состав технических средств входят компьютеры и связанные с ними периферийные устройства (мониторы, клавиатуры, принтеры, плоттеры, модемы), линии связи и т.п., т.е. те материальные ресурсы, которые обеспечивают преобразование и передачу информации, причем главенствующую роль среди них играет компьютер.

К программным продуктам относятся операционные системы и их интегрированные оболочки, системы программирования и проектирования программных продуктов, различные прикладные пакеты, например текстовые и графические редакторы. Конкретное применение каждого программного продукта специфично и служит для решения определенного круга задач прикладного или системного характера.

Информатика как фундаментальная наука занимается разработкой абстрактных методов и алгоритмов, а также связанных с ними математических моделей. Процессы преобразования информации затем применяются на практике.

В настоящее время существует множество определений информатики, что связано с многогранностью ее функций, возможностей, средств и методов. Однако большинство формулировок содержат два общих аспекта:

- 1) связь с процессами преобразования информации в социальной среде (т.е. только по отношению к деятельности человека);
- 2) обязательное использование компьютерной техники.

**Информатика** — научная дисциплина, изучающая вопросы, связанные с поиском, сбором, хранением, преобразованием и использованием информации в различных сферах человеческой деятельности.

Объектом информатики выступают как сами ЭВМ (компьютеры), так и основанные на них и телекоммуникационной технике информационные системы (ИС) различного класса и назначения. Информатика изучает все стороны их разработки, проектирования, создания, анализа и использования на практике.

Предметом информатики как новой фундаментальной науки выступают информационные ресурсы, а также методы взаимодействия человека с информационными ресурсами на базе средств вычислительной техники с использованием соответствующего программного обеспечения.

Начиная с середины 60-х годов XX века, в Советском Союзе формулируются основные концептуальные положения, которые легли в основу развития процесса внедрения информационных технологий (информатизации) в здравоохранение, реализуются первые проекты для всех уровней управления отраслью. Период с 1975 по 1985 г. можно охарактеризовать как время создания государственной системы организации и координации работ по внедрению методов информатики и средств вычислительной техники в практическую медицину, создания в регионах России территориальных медицинских информационно-вычислительных центров (в настоящее время — медицинские информационно-аналитические центры), подчиненных органам управления региональным здравоохранением. В середине 80-х годов для более четкой координации развития компьютерных технологий в здравоохранении на уровне регионов был создан Совет директоров ИВЦ, который долгое время успешно возглавлял профессор Г.И. Чеченин. К середине 90-х годов необходимость информатизации отрасли уже не вызывала сомнений на всех уровнях управления здравоохранением.

В.К. Гасников, отмечая особенности того этапа развития информатизации управления в здравоохранении, указывает на чрезвычайную важность «неразрывности управленческих и информационных процессов с учетом их содержательной сути, формирования эффективных систем информационно-аналитического обеспечения управления, а также комплексного подхода к организационному обеспечению внедрения компьютерных информационных технологий».

## 10.2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МЕДИЦИНСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

Основными понятиями как для кибернетики, так и для медицинской кибернетики и информатики принято считать понятия:

- система;
- управление;
- информация.

**Система** — это совокупность взаимозависимых и взаимообусловленных элементов, обладающая свойствами, не присущими каждому элементу в отдельности.

Система выделяется исследователем из единого окружающего нас мира в зависимости от цели исследования. Весь материальный мир можно описать взаимодействиями между объектами природы, которые мы объединяем в некие совокупности и называем системами. Элементы, не входящие в изучаемую систему, есть окружающая среда этой системы.

Системы обладают свойством иерархичности, т.е. всякая система является частью более обширной совокупности. Например:

- выделительная система животных включает в свой состав почки;
- структурно-функциональная единица почки — нефрон;
- нефрон состоит из почечного тельца и системы канальцев;
- почечное тельце состоит из клубочка и капсулы Боумена—Шумлянского;
- капсула Боумена—Шумлянского состоит из висцерального (внутреннего) и париетального (внешнего) листков;
- внешний листок представляет собой однослойный плоский эпителий (рис. 10.2).

Обязательные атрибуты любой системы — ее структура и функции. Структура системы — пространственное отношение элементов между собой. Функция системы (от лат. *functio* — исполнение, совершение) характеризует проявление ее свойств и качеств во взаимодействии с другими (внешними) объектами. Совокупность структуры и функций системы называют организацией системы.



Рис. 10.2. Пример иерархичности систем в биологии

Для исследования выделенной системы необходимо определить параметры, которые измеряются при оценке состояния системы. Например, для описания состояния почки используют данные УЗИ (размер, плотность и структура паренхиматозной зоны и чашечно-лоханочной системы); биохимического анализа крови (альбумин, гамма-глобулин, креатинин, мочевины); общего анализа мочи (плотность, лейкоциты, эритроциты, белок, цилиндры); пробы Реберга–Тареева и т.д.

Состояние системы — совокупность значений ее существенных параметров в конкретный момент времени. Значения параметров могут меняться во времени. Изменение количественного значения хотя бы одной переменной называется событием. Динамичность — способность системы к изменению своего состояния во времени. Количество событий в единицу времени можно рассматривать в качестве меры динамичности системы.

**Управление** — это процесс изменения организации системы (ее структуры и функций) путем переработки информации в управляющий сигнал для достижения определенной цели.

Присутствие термина «процесс» в определении означает обязательную последовательность некоторых действий и событий, которые могут быть распределены во времени и пространстве. Графически процесс управления принято изображать в виде контура управления. В общем виде обязательными элементами такого контура стали две взаимодействующие системы: объект управления — динамическая система, состоянием которой будут управлять, и субъект управления — система, которая осуществляет управление. В частном случае, когда в качестве субъекта процесса управления выступает человек, принято использовать термин «лицо, принимающее решение» (ЛПР).

Еще одна важная черта процесса управления — его целеобусловленность. Субъект управления (или ЛПР) должен иметь реально достижимую цель — определенные характеристики организации или состояния объекта управления, на установление которых будет направлен весь процесс управления.

В процессе управления принято выделять четыре этапа:

- 1-й этап — сбор и обработка информации о состоянии объекта управления;
- 2-й этап — диагностика, т.е. отнесение состояния объекта к одному из известных классов состояний, сформулированное в принятых для данной предметной области терминах;
- 3-й этап — принятие решения о воздействии на объект;
- 4-й этап — реализация принятого решения (рис. 10.3).

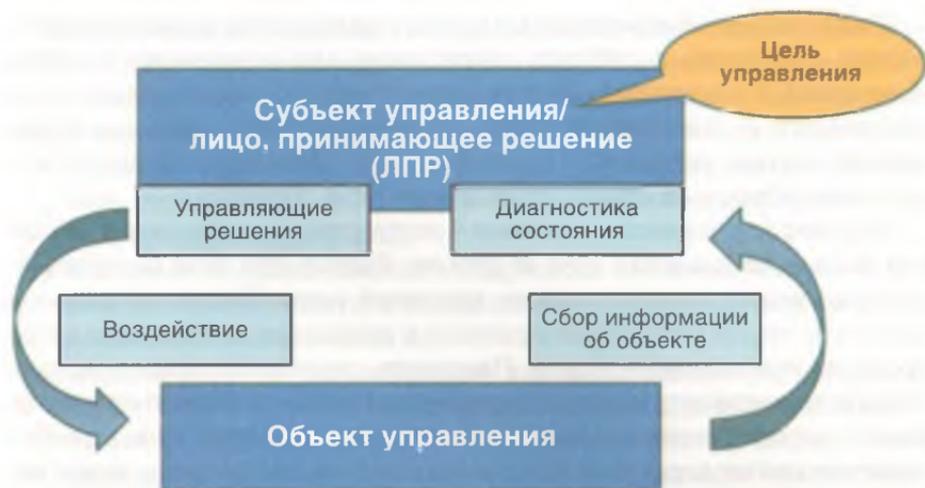


Рис. 10.3. Схема контура управления

Реализация 1-го этапа осуществляется с использованием принятых для конкретной области деятельности способов получения, представления и фиксации информации. Сбор информации — процесс целенаправленный, т.е. характер, глубина и объем собираемых сведений во многом определяются заранее сформулированной целью управления. В процессе сбора и первичного анализа информации могут быть задействованы технические средства и программные продукты.

Этап диагностики подразумевает обязательный анализ всей собранной ранее информации, с учетом характерных для данной предметной области теоретических подходов и методов, а также классификаций и терминологии.

Принятие управляющих решений должно осуществляться с учетом возможных последствий их реализации. Наиболее точное прогнозирование результатов управляющих воздействий на объект возможно при наличии его модели.

**Воздействие** — это реализация сформулированных ранее управляющих решений. Таким образом, контур управления замыкается. Воздействие является внешней по отношению к объекту управления силой. Поскольку в качестве объекта управления в кибернетике рассматриваются динамические системы, то внешнее воздействие должно привести к ответной реакции: ожидаемой (т.е. заранее спрогнозированной) или неожиданной.

Информация об изменениях в состоянии объекта управления вновь должна поступить к субъекту управления для повторного анализа. Изменения в состоянии объекта управления оказывают влияние на дальнейшую реализацию процесса управления. Таким образом, в замкнутом контуре управления реализуется не только прямая связь (воздействие субъекта на объект управления), но и обратная.

Перечисленные выше основные 4 этапа управления следуют в жесткой последовательности друг за другом, будучи при этом совершенно равнозначными для достижения конечной цели. Снижение качества любого из этапов управления приводит к снижению качества или срыву процесса управления в целом. Например, реализация этапов диагностики и принятия управляющего решения во многом зависит от знаний, опыта и профессионализма ЛПР. Одновременно с этим существенное значение имеют характеристики собранной на предыдущем этапе информации — достоверность, полнота, актуальность, доступность.

**Медицинская кибернетика** — наука об управлении в сложных динамических медицинских системах.

В зависимости от уровня реализации управления в медицине могут быть выделены различные субъекты и объекты управления, а также его цели:

- *на базовом (клиническом) уровне* объект управления — пациент, субъект управления (ЛПР) — врач, цель управления — излечение, достижение состояния устойчивой ремиссии или компенсации нарушенных функций, реабилитация или профилактика;
- *на учрежденческом уровне* объект управления — учреждение здравоохранения или его отдельные службы (стационар, поликлиника, отделение стационара, аптека и т.п.), субъект управления — руководитель учреждения (главный врач, заведующий), цель управления — повышение эффективности и качества работы учреждения;
- *на территориальном и федеральном уровнях* объектами управления выступают структуры, службы и социальные институты здравоохранения, а также здоровье населения и состояние окружающей среды в регионе, субъектами управления при этом являются руководящие должностные лица соответствующего уровня; цель управления — оптимальное обеспечение службы здравоохранения региона всеми видами ресурсов, оценка, мониторинг и прогнозирование состояния окружающей среды и здоровья населения.

Управление в медицинских системах осуществляется на основе преобразования медицинской информации в управляющий сигнал.

**Медицинская информация** в широком смысле этого словосочетания — любая информация, относящаяся к медицине. В зависимости от характера, содержания и сферы применения медицинская информация подразделяется:

- на *научную* (сведения из научных и профессиональных публикаций, отражающие объективные закономерности в области медицины и здравоохранения);
- *клиническую* (возникающую в процессе оказания медицинской помощи и отраженную в медицинских документах) *персонифицированную и статистическую*;
- *общественную* — по вопросам здравоохранения (официальная информация о политике в области здравоохранения, социологическая информация о потребностях населения в медицинской помощи, а также научно-популярные медицинские знания, ориентированные на формирование основ здорового образа жизни населения);
- *информационно-рекламную и конъюнктурную* (сведения о новых технологиях, препаратах и оборудовании медицинского назначения и конъюнктуре медицинского рынка) (рис. 10.4).

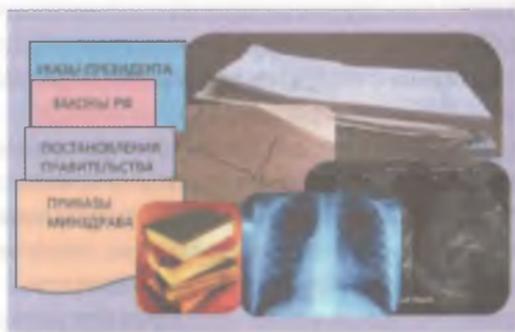


Рис. 10.4. Разнообразие медицинской информации по назначению

Для врача основными методами диагностики были и остаются осмотр, пальпация, перкуссия и аускультация. Таким образом, данные с позиции их восприятия врачом можно подразделить на следующие виды.

- **Зрительная информация:**
  - **визуальная информация.** Характеристики статической визуальной информации — внешний вид (фенотип), цвет кожи, волос, глаз, венозная сеть и т.п. Примеры динамической визуальной

- информации — походка пациента, мимика или судороги, сухожильные рефлексы, реакция зрачка на свет, генерируемое диагностическим оборудованием динамическое изображение;
- графическая информация (статическая и динамическая). К этой категории информации относятся различные изображения (рентгенограммы, эхокардиограммы и т.д.). В зависимости от технических средств и других особенностей полученная информация может быть «серошкальной» (например, рентгеновское изображение) или цветной (например, эндоскопическое изображение);
  - алфавитно-цифровая информация — основа почти всех форм печатных и рукописных документов (кроме случаев, когда документ представляет собой график или схему), а также электронных форм, представленных на экране компьютера. Для человека этот вид информации — наиболее важный, так как именно через ее восприятие осуществляется процесс обучения.
  - Звуковая информация включает речь, естественные или усиленные электронным способом звуки человеческого организма, звуковые сигналы, генерируемые медицинским оборудованием. Некоторые виды или отдельные случаи звуковой информации могут входить в состав комбинированных видов медицинской информации (например, в сочетании с визуально-графической информацией при ультразвуковой доплерографии).
  - Тактильная информация, получаемая с помощью пальпации — последовательного ощупывания поверхностных тканей и глубже лежащих органов — и позволяющая установить, например, температуру и влажность кожного покрова, величину, положение, характер поверхности и консистенцию некоторых внутренних органов, свойства пульса, а также реакцию больного на пальпацию (например, ощущение боли).

Принято выделять еще один тип медицинской информации — комбинированную, т.е. различные сочетания описанных выше типов.

Все характеристики общего понятия «информация» приобретают особую значимость в случае медицинской информации.

Достоверность — медицинская информация должна в точности отражать реальную ситуацию как клиническую для конкретного пациента, так и научную — о современных подходах к диагностике и лечению заболеваний. Любое искажение медицинской информации (неверные результаты исследований, неверные сведения о переносимости и сов-

местимости лекарственных средств и т.п.) представляет непосредственную угрозу для жизни и здоровья пациента.

Полнота — врач должен располагать всей медицинской информацией, необходимой для принятия обоснованных заключений диагностического, терапевтического и тактического характера. Отсутствие части сведений (о наличии сопутствующей патологии, о состоянии беременности на ранних сроках, о терапевтической и токсической дозах лекарственного средства и т.д.) может привести к неверным выводам и решениям, что отрицательно скажется на здоровье пациента.

Актуальность — медицинская информация всех видов (клиническая, научная, общественная по вопросам здравоохранения) должна соответствовать текущему моменту времени и постоянно обновляться. Принятие любых решений на основе «устаревших» сведений может привести к негативным последствиям.

Доступность — это мера возможности получить и обработать информацию. Медицинский сотрудник должен располагать методами и средствами получения необходимой клинической информации о пациенте (в том числе сведений из других МО), научной и общественной медицинской информации. Вся предлагаемая информация должна быть в доступном для восприятия и понимания виде зафиксирована в распознаваемых форматах, на знакомом языке, разборчиво, с расшифровкой всех сокращений и аббревиатур.

Помимо перечисленных выше общих свойств информации для клинической медицинской информации характерны еще два важных качества: конфиденциальность и необходимость интерпретирующей среды.

Права граждан на конфиденциальность информации о факте обращения к врачу и иных передаваемых ими при обращении за медицинской помощью сведений установлены Основами законодательства РФ об охране здоровья граждан (постановление Правительства Российской Федерации от 22.07.1993 № 5488-1). Ряд данных, зафиксированных и хранимых в ходе лечебно-диагностического процесса, являются персональными данными или могут составлять врачебную тайну. На уровне МО в медицинской информации можно выделить ряд составляющих:

- персональные данные (позволяющие однозначно идентифицировать пациента — ФИО, пол, возраст, анкетные данные);
- информация о состоянии его здоровья (результаты опросов и осмотров, оценка и динамика тяжести состояния, диагностические заключения);

- рекомендации и назначения (план дополнительных обследований, консультации специалистов, схема терапии);
- информация о проведенном лечении;
- статистические данные.

Конфиденциальной медицинской информацией являются комбинации клинических сведений с полными персональными данными, тогда как отдельные фрагменты медицинской информации тайны не составляют. Так, информация о диагнозе, о ходе заболевания и лечения может быть опубликована в открытой печати (медицинские статьи) даже в совокупности с фрагментами персональных данных (пол, возраст, принадлежность к группе), но без ФИО и точного места жительства пациента. Медицинская информация о диагнозах, количестве обращений, нетрудоспособности вместе с данными о групповой принадлежности (регион проживания, пол, возрастная группа и пр.) составляют статистическую информацию, также не являющуюся конфиденциальной. Любое использование клинической медицинской информации (помимо конкретного лечебно-диагностического процесса) должно сопровождаться деперсонализацией.

Первичная клиническая медицинская информация (результаты опроса, физикальных, лабораторных и инструментальных методов диагностики) нуждается в обязательной интерпретации. Врач должен проанализировать полученные сведения — не только каждое в отдельности (на предмет соотношения с принятыми значениями «нормы»), но и в различных сочетаниях. Например, при интерпретации величины артериального давления важно учитывать не только общепринятую стандартную «норму» 120/80 мм рт.ст., но и величину рабочего давления пациента. Рабочее артериальное давление — это уровень артериального давления, к которому организм пациента адаптирован. Снижение уровня артериального давления ниже значения адаптации (или повышение сверх этого уровня) может негативно сказаться на состоянии больного, увеличив риск осложнений, в том числе инфаркта миокарда.

Таким образом, интерпретация клинической медицинской информации в совокупности, с одновременным учетом различных сведений, должна подчиняться принципам системного подхода.

Информация в кибернетике выполняет одну из важнейших базовых функций и является необходимым элементом в процессе управления. Связь любой кибернетической системы с окружающей средой — это, по сути, процессы восприятия информации, ее хранения и передачи. А управление — это процессы переработки воспринятой ЛПР инфор-

мации в сигналы, корректирующие функционирование кибернетической системы.

Перенос и восприятие данных от исследуемого (передающего) объекта к воспринимающему объекту, как уже говорилось в главе 1, называют *информационным процессом*. Только к информационному процессу применимо понятие сообщения. Элементы информационного процесса: источник энергии, исследуемая система, канал связи (среда, по которой передается сигнал), воспринимающая система, анализирующая система (рис. 10.5).

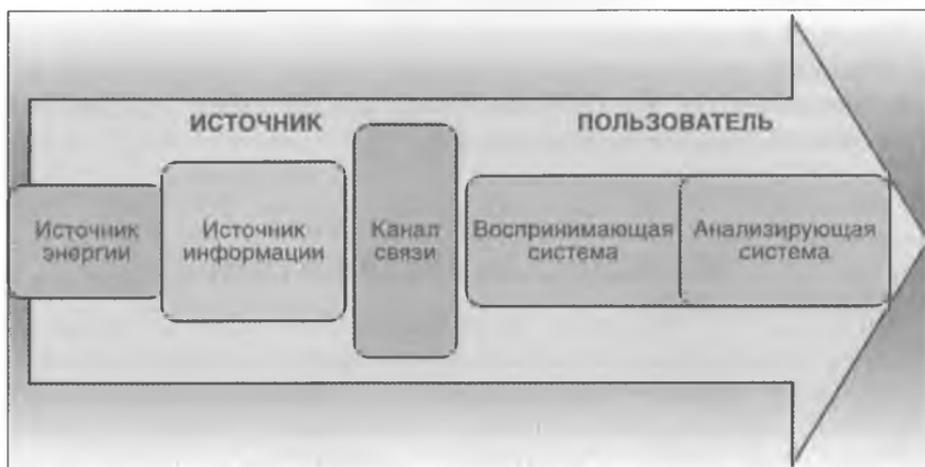


Рис. 10.5. Элементы информационного процесса

Рассмотрим составляющие информационного процесса на примере рентгенографического исследования органов грудной клетки. Данный информационный процесс есть взаимодействие пациента (как источника информации) и врача (пользователя) с целью получения необходимых данных для дальнейших этапов диагностики и принятия решений:

- источник энергии — рентгеновский аппарат;
- источник информации — пациент;
- канал связи — рентгенограмма (фиксирует визуальную, графическую, медицинскую информацию и доставляет ее пользователю);
- воспринимающая система — в данном случае зрительный анализатор;
- анализирующая система — знания и умения врача интерпретировать рентгенографические снимки.

Указанные элементы информационного процесса могут быть выделены для любого уровня в системе здравоохранения.

Рассматриваемое в качестве примера информационного процесса рентгенографическое исследование органов грудной клетки сможет предоставить достоверную, полную и актуальную информацию о пациенте только при обязательном наличии:

- исправно работающего рентгеновского аппарата;
- правильно проведенного исследования;
- качественной и вовремя доставленной рентгенограммы;
- внимательного изучения и правильной интерпретации рентгеновского снимка врачом.

Таким образом, так же как для процесса управления, в любом информационном процессе все составляющие обладают равноценной значимостью для конечного результата.

### 10.3. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ

По мнению В.Г. Кудриной, «информационные процессы в здравоохранении являются каркасом для всех видов практической, научной, образовательной и управленческой деятельности». Сложноорганизованные и объемные информационные потоки обеспечивают решение вопросов, связанных как с лечением конкретного человека, так и с организацией адекватного оказания медицинской помощи населению в целом.

Специфика информационных процессов в медицине и здравоохранении способствовала бурному развитию медицинской информатики.

Подходов к определению медицинской информатики как науки (или научной дисциплины) в настоящее время существует несколько. На первый план ставится или роль информации в решении проблем отрасли, или технические преимущества для здравоохранения с позиций современной информатики, или специфика информационных процессов в медицине.

В.Г. Кудрина в учебном пособии «Медицинская информатика» (1999) написала: «Медицинская информатика — это научная дисциплина, представляющая собой систему знаний об информационных процессах в медицине, здравоохранении и смежных дисциплинах, обобщающая и определяющая способы и средства рациональной организации и использования информационных ресурсов в целях охраны здоровья населения».

Обобщая различные точки зрения, определение медицинской информатики может быть сформулировано следующим образом.

Медицинская информатика — это наука о получении, обработке и передаче медицинской информации на основе использования информационно-коммуникационных технологий. В настоящее время медицинская информатика признана как самостоятельная наука, имеющая свои предмет и объект изучения.

Информационные процессы, связанные с медико-биологическими, клиническими и профилактическими проблемами медицины, — объект изучения медицинской информатики.

Чл.-кор. РАН Д.Д. Венедиктов, подчеркивая значимую роль информатики и телекоммуникаций в процессе обработки и анализа «небывалых массивов информационных данных», выделяет несколько наиболее важных уровней изучения центральных проблем в медицинской науке: молекулярно-биологический; клеточный; иммунологический; тканевый и органный; организменный; популяционный; социальный. На каждом из указанных уровней реализация информационных процессов предусматривает сбор, обработку, накопление, хранение, поиск, распространение и использование медицинской информации. В решении всех перечисленных задач активно используются современные информационные технологии. Они могут применяться при создании и функционировании всех элементов информационного процесса. Например:

- источник информации — информационно-справочные системы;
- канал связи — средства получения информации о пациенте из другой МО, передача статистической информации на вышестоящий уровень организации здравоохранения, получение/передача персональных медицинских данных в процессе телеконсультации и т.д.;
- воспринимающая система — прикроватные мониторно-компьютерные комплексы;
- анализирующая система — системы поддержки принятия решений.

Таким образом, предметом изучения медицинской информатики выступают информационные технологии в системе здравоохранения и практической медицины.

На текущем этапе развития медицины и здравоохранения необходимость активного использования методов медицинской информатики не вызывает сомнений. Возможности современных информационных технологий, включающих в себя как универсальные, так и специальные

средства и системы, находят применение на всех уровнях оказания медицинской помощи.

В ходе лечебно-диагностического процесса широкий спектр современных медицинских информационных систем активно используется на этапах диагностики, назначения лечения, наблюдения за состоянием пациентов, а также прогнозирования течения заболевания и возможных осложнений.

Внедрение медицинских информационных систем уровня МО всех видов и любого медицинского профиля существенно повышает эффективность их работы, а именно своевременность поступления информации, точность и оперативность ее передачи, снижение трудоемкости в процессе ее анализа.

Использование грамотно разработанных медицинских информационных систем может быть названо одним из обязательных условий для реализации полноценного профилактического направления с проведением целевых диспансеризаций. Без медицинской информатики невозможна динамическая объективная оценка состояния здоровья населения и окружающей природной среды как на территориальном, так и на федеральном уровнях, а значит, и принятие соответствующих адекватных решений. Планирование научных экспериментов, грамотная организация работы медицинских организаций, объективная оценка их деятельности — все это должно осуществляться с помощью медицинской информатики.

Таким образом, перспективность внедрения информационно-коммуникационных технологий в здравоохранение и дальнейшего развития медицинской информатики очевидна. Именно эта научная дисциплина, по мнению многих специалистов, призвана сыграть главную роль в создании единого информационного пространства здравоохранения. Конечно, создание реального единого пространства потребует много времени и участия людей разных профессий. Решать такую задачу следует эволюционно, опираясь на уже имеющиеся системы, которые станут подсистемами и фрагментами будущего формирующегося пространства (подробнее см. гл. 13). Интеграция фрагментов — не простая задача. Однако предпосылки для ее решения уже есть — это получающие все большее распространение стандарты взаимодействия информационных систем и передачи данных (см. гл. 5).

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ

### 11.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МЕДИЦИНЕ

Математические методы в медицине применяют для описания биомедицинских процессов (прежде всего — нормального и патологического функционирования организма и его систем, диагностики и лечения). Применение математических методов в основном осуществляется по двум направлениям.

1. Для обработки биомедицинских данных используют различные методы математической статистики, выбор одного из которых в каждом конкретном случае основывается на характере распределения анализируемых данных. Речь об этом уже шла в главе 3. Эти методы предназначены для выявления закономерностей, свойственных биомедицинским объектам, поиска сходства и различий между отдельными группами объектов, оценки влияния на них разнообразных внешних факторов и т.п. На основе определенной гипотезы о типе распределения изучаемых данных в серии наблюдений и использования соответствующего математического аппарата с той или иной достоверностью устанавливаются свойства биомедицинских объектов, делаются практические выводы, даются рекомендации. Описания свойств объектов, получаемые с помощью методов математической статистики, иногда называют *моделями данных*. Модели данных не содержат какой-либо информации или гипотез о внутренней структуре реального объекта и опираются только на результаты инструментальных, лабораторных и других измерений.
2. Другое направление связано с *моделями систем* и основывается на математическом описании объектов и явлений, содержательно использующих сведения о структуре изучаемых систем, механизмах взаимодействия их отдельных элементов. Разработка и практическое использование математических моделей систем

(математическое моделирование) составляют перспективное направление применения математических методов в биологии и медицине.

Математическое моделирование систем — важное направление применения математических методов в медицине.

Моделирование в научных исследованиях стало применяться еще в глубокой древности и постепенно захватывало все новые области научных знаний: техническое конструирование, строительство и архитектуру, астрономию, физику, химию, биологию и, наконец, медицину. Большие успехи и признание практически во всех отраслях современной науки метод математического моделирования получил в XX в. Однако методология моделирования долгое время развивалась независимо отдельными науками. Отсутствовали единая система понятий, единая терминология. Лишь постепенно стала осознаваться роль моделирования как универсального метода научного познания. Термин «модель» широко используется в различных сферах человеческой деятельности и имеет множество смысловых значений. Будем рассматривать только такие модели, которые являются инструментами получения знаний.

*Модель — это такой материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает реальный объект (объект-оригинал) так, что его непосредственное изучение дает новые знания об объекте-оригинале.*

Под **моделированием** понимается процесс построения, изучения и применения моделей. Оно тесно связано с такими категориями, как абстракция, аналогия, гипотеза и др. Процесс моделирования включает и построение абстракций, и умозаключения по аналогии, и конструирование научных гипотез. Главная особенность моделирования состоит в том, что это метод опосредованного познания с помощью объектов-заместителей. Модель выступает как своеобразный инструмент познания, который исследователь ставит между собой и объектом и с помощью которого изучает интересующий его объект. Именно эта особенность метода моделирования определяет специфические формы использования абстракций, аналогий, гипотез и других категорий и методов познания.

Необходимость использования метода моделирования определяется тем, что многие объекты (или проблемы, относящиеся к этим объектам) непосредственно исследовать или вовсе невозможно, или же это исследование требует много времени и средств.

*Этап построения* модели предполагает наличие некоторых знаний об объекте-оригинале. Познавательные возможности модели обусловлены тем, что модель отражает какие-либо существенные черты объекта-оригинала. Вопрос о необходимости и достаточной мере сходства оригинала и модели требует конкретного анализа. Очевидно, модель утрачивает свой смысл как в случае тождества с оригиналом (тогда она перестает быть моделью), так и в случае чрезмерного во всех существенных отношениях отличия от оригинала.

Как правило, модель строится с некоторым упрощением и при некоторой идеализации объекта-оригинала. Поэтому любая модель замещает оригинал лишь в строго ограниченном смысле. Из этого следует, что для одного объекта может быть построено несколько «специализированных» моделей, каждая из которых отражает определенные стороны исследуемого объекта или же характеризует объект с разной степенью детализации.

На *втором этапе* процесса моделирования модель выступает как самостоятельный объект исследования. Один из методов такого исследования — проведение численных экспериментов с моделью, при которых сознательно изменяются условия функционирования модели и систематизируются данные о ее «поведении». Конечным результатом этого этапа является множество знаний о модели.

На *третьем этапе* осуществляется перенос знаний с модели на оригинал — происходит формирование множества знаний об объекте. Этот процесс переноса знаний проводится по определенным правилам. Знания о модели должны быть скорректированы с учетом тех свойств объекта-оригинала, которые не нашли отражения или были изменены при построении модели.

*Четвертый этап* — практическая проверка получаемых с помощью моделей знаний и их использование для построения обобщающей теории объекта, его преобразования или управления им.

Для понимания сущности моделирования важно не упускать из виду, что моделирование — не единственный источник знаний об объекте. Процесс моделирования «погружен» в более общий процесс познания. Это обстоятельство учитывается не только на этапе построения модели, но и на завершающей стадии, когда происходит объединение и обобщение результатов исследования, получаемых на основе многообразных средств познания.

Моделирование — циклический процесс. Это означает, что за первым четырехэтапным циклом может последовать второй, третий и т.д.

При этом знания об исследуемом объекте расширяются и уточняются, а исходная модель постепенно совершенствуется. Недостатки, обнаруженные после первого цикла моделирования, обусловленные недостаточным знанием объекта и ошибками в построении модели, можно исправить в последующих циклах. В методологии моделирования, таким образом, заложены большие возможности саморазвития.

Метод моделирования находит свое применение в медицине и сопутствующих ей науках. Моделирование в медицине — это средство, позволяющее устанавливать все более глубокие и сложные взаимосвязи между теорией и экспериментом. В последнее столетие экспериментальный метод в медицине начал наталкиваться на определенные ограничения, и выяснилось, что целый ряд исследований невозможен без использования метода моделирования. Если остановиться на некоторых примерах ограничений области применения эксперимента в медицине, то они будут в основном следующими:

- вмешательство в биологические системы иногда имеет такой характер, что невозможно установить причины появившихся изменений (вследствие вмешательства или по другим причинам);
- некоторые теоретически возможные эксперименты не осуществимы вследствие низкого уровня развития экспериментальной техники;
- большую группу экспериментов, связанных с экспериментированием на человеке, следует отклонить по морально-этическим нормам.

Однако моделирование находит широкое применение в области медицины не только из-за того, что может заменить эксперимент. Оно имеет большое самостоятельное значение, которое выражается в целом ряде преимуществ:

- с помощью метода моделирования на одном комплексе данных можно разработать целый ряд различных моделей, по-разному интерпретировать исследуемое явление и выбрать наиболее плодотворную из них для теоретического истолкования;
- в процессе построения модели можно сделать различные дополнения к исследуемой гипотезе и получить ее упрощение;
- в случае сложных математических моделей целесообразно применять ЭВМ;
- открывается возможность проведения модельных экспериментов.

Все это показывает, что моделирование выполняет в медицине самостоятельные функции и становится все более необходимой ступенью в процессе создания теории.

Основное понятие, используемое при анализе с помощью математического моделирования, — математическая модель системы.

Под **математической моделью** понимается *описание какого-либо класса объектов или явлений, выполненное с помощью математической символики*. Модель представляет собой компактную запись некоторых существенных сведений о моделируемом явлении, накопленных специалистами в конкретной области (физиологии, биологии, медицине).

В математическом моделировании выделяют несколько этапов. Основной этап — формулирование качественных и количественных закономерностей, описывающих основные черты явления. На этом этапе необходимо широкое привлечение знаний и фактов о структуре и характере функционирования рассматриваемой системы, ее свойствах и проявлениях. Этап завершается созданием качественной (описательной) модели объекта, явления или системы. Этот этап не специфический для математического моделирования. Словесное (вербальное) описание (часто с использованием цифрового материала) в ряде случаев есть конечный результат физиологических, психологических, медицинских исследований. Математической моделью описание объекта становится только после того, как оно на последующих этапах переводится на язык математических терминов.

Математические модели в зависимости от используемого аппарата подразделяют на несколько классов. В медицине и биологии чаще всего применяются описания с помощью уравнений. При формализации более простых процессов, описывающих поведение биохимических, физиологических систем, задач управления функциями организма, применяются уравнения различных типов.

Если исследователя не интересует развитие процессов во времени (динамика объекта), можно ограничиться алгебраическими уравнениями. Модели в этом случае называются *статическими*. Несмотря на кажущуюся простоту, они играют большую роль в решении практических задач. Так, в основе современной компьютерной томографии лежит теоретическая модель поглощения излучения тканями организма, имеющая вид системы алгебраических уравнений. Решение ее компьютером после преобразований представляется в виде визуальной картины томографического среза.

Для описания свойств систем, изменяющихся во времени, используют *динамические модели*, чаще всего представленные в виде обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$dx_1/dt = f_1(x_1, x_2, \dots, x_n; a_1, \dots, a_n; u(t)),$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  — динамические переменные (переменные состояния);  $a_1, a_2, \dots, a_n$  — параметры модели;  $u(t)$  — внешние воздействия на систему;  $t$  — время,  $n = 1, 2, \dots, N$ .

Величина  $dx_1/dt$  — производная  $x_1$  по времени (скорость изменения  $x_1$ ). Разница между переменными  $x_i$  и параметрами  $a_i$  в уравнении заключается в следующем. К переменным относятся такие величины, которые могут влиять друг на друга и согласованно изменяться под действием внешних воздействий во время изучения объекта. Параметры отражают те свойства объекта, которые характеризуются неизменными значениями в течение всего времени изучения объекта (модель с неизменными постоянными параметрами, или стационарные) или меняются со временем, но вне всякой связи с изменением переменных (модель с изменяющимися параметрами, или нестационарные). Параметры модели — это коэффициенты описывающих ее уравнений. Следует отличать указанный смысл термина «параметры модели» от принятого в биомедицинской литературе, где часто под параметрами понимаются любые количественные характеристики состояния организма или его систем.

После записи математической модели проводится ее анализ с точки зрения адекватности задаче, которую планируется решать с ее помощью, — верификация модели. Верификация состоит в том, что на созданной модели воспроизводится (например, с помощью компьютера) круг моделируемых явлений или процессов, для которых имеется достоверный экспериментальный материал. При определенном совпадении результатов расчета с экспериментальными данными модель считается адекватной. В противном случае необходимо уточнять исходные концепции и допущения, а затем снова верифицировать модель.

Удовлетворяющая исследователя модель анализируется и обсчитывается на ЭВМ, что и называется **вычислительным экспериментом**. При анализе результатов вычислительных экспериментов следует учитывать, что модель — всегда лишь упрощенное описание реальных явлений. Поэтому выводы, получаемые с помощью моделирования, требуют дополнительного осмысления.

В медицине и биологии распространено **компарментальное моделирование**. Согласно определению американского фармаколога и биохимика Шеппарда (Sheppard C.W., 1948), **компармент** — это некоторое количество вещества, выделяемое в биологической системе и обладающее свойством единства. Поэтому в процессах транспорта и химических преобразований веществ его можно рассматривать как единое целое. Например, в качестве особых компарментов рассматривают весь кислород в легких, всю углекислоту в венозной крови, количество введенного препарата в межклеточной жидкости, запас гликогена в печени и т.п. Модели, в которых исследуемая система представляется в виде совокупности компарментов, потоков вещества между ними, а также источников и оттоков всех веществ, называются компарментальными.

В компарментальной модели каждому компарменту соответствует своя переменная состояния  $x_i$  (динамическая переменная) — количественная характеристика компармента (концентрация, масса вещества, парциальное давление газа и т.п.). Вещество попадает в систему через источники — естественные (физиологические процессы внешнего дыхания — источник кислорода) или искусственные (капельница или инъекции); удаляются через стоки — естественные (например, почка) или искусственные (например, аппаратура гемосорбции). Скорости потоков вещества из одного компармента в другой часто предполагаются пропорциональными концентрациям или количеству вещества в компарменте. Поэтому компарментальные модели описываются системой дифференциальных уравнений, число которых  $N$  равно числу рассматриваемых компарментов.

Компарментальные модели широко применяются в фармакокинетике для анализа процессов транспорта и накопления в организме лекарственных препаратов. Такие модели часто называют **камерными**. Камера — условно выделяемая часть организма (иногда она может соответствовать конкретной части — плазме крови, межклеточной жидкости), в которой данное вещество можно считать распределенным равномерно. Очевидно, что вещество в каждой камере можно рассматривать как компармент. Если в модели имеется несколько веществ одновременно, то одной камере соответствует несколько компарментов (например, количество кислорода в межклеточной жидкости и количество препарата в ней же). Камерные модели используются в фармакокинетических моделях для исследования поведения только одного вещества — введенного препарата.

**Интегрированные и минимальные модели.** При математическом моделировании выделяют два независимых круга задач, в которых используют модели. Первый носит теоретический характер и направлен на расшифровку структуры систем, принципов ее функционирования, оценку роли и потенциальных возможностей конкретных регуляторных механизмов и т.п. Модели, создаваемые для таких задач, носят название *интегрированных* (интегральных). В них стремятся наиболее полно учесть имеющиеся данные о структуре системы, ввести максимально возможное число параметров и переменных. По мере накопления знаний о биологическом объекте в интегрированных моделях наблюдается тенденция к усложнению структуры и повышению размерности описывающих их уравнений.

Другой круг задач имеет более практическую направленность. В медицине они применяются, например, с целью получения конкретных рекомендаций для индивидуального больного или группы однородных больных: определение оптимальной суточной дозы препарата для данного больного при различных режимах питания, физической нагрузки и т.д. В моделях этого типа сознательно ограничивается сложность описания, поэтому они часто называются *минимальными*.

Если для интегральных моделей достаточно выполнить требования верификации, т.е. обеспечить качественное совпадение основных процессов в модели и оригинале, непротиворечивость модели исходным теориям и фактам, то при разработке минимальных моделей требования к их адекватности возрастают. Индивидуализация математического описания требует специальной процедуры, которая в теории управления и кибернетике называется идентификацией.

**Идентификация** — *количественный выбор параметров модели, дающий наиболее близкое совпадение с результатами контрольных экспериментов* (например, минимизация среднеквадратической ошибки отклонений или других статистических критериев). Разработаны многочисленные методы идентификации, позволяющие решить эту задачу для линейных моделей. В нелинейных случаях для идентификации применяют компьютерные процедуры.

**Метод черного ящика** (подход экспериментатора). Первым примером упрощенного описания живых систем в медицине и биологии была модель черного ящика, когда все выводы делались только на основе изучения реакций объекта (выходов) на те или иные внешние воздействия (входы) без учета внутренней структуры объекта. Соответствующее описание объекта в понятиях вход—выход оказалось не-

удовлетворительным, так как оно не учитывало изменения выходных реакций объекта на одно и то же воздействие из-за влияния внутренних изменений в объекте. Поэтому метод черного ящика уступил место **методам пространства состояний**, в которых описание дается в понятиях вход—состояние—выход. Наиболее естественное описание динамической системы в рамках теории пространства состояний — описанное выше компартментальное моделирование, где каждому компартменту соответствует одна переменная состояния. В то же время соотношения «вход—выход» по-прежнему широко используются для описания существенных свойств биологических объектов.

Выбор тех или иных математических методов при описании и исследовании биологических и медицинских объектов зависит как от индивидуальных знаний специалиста, так и от особенностей решаемых задач. Например, статистические методы дают полное решение задачи во всех случаях, когда исследователя не интересует внутренняя сущность процессов, лежащих в основе изучаемых явлений. Когда знания о структуре системы, механизмах ее функционирования, протекающих в ней процессах и возникающих явлениях могут существенно повлиять на решения исследователя, прибегают к методам математического моделирования систем.

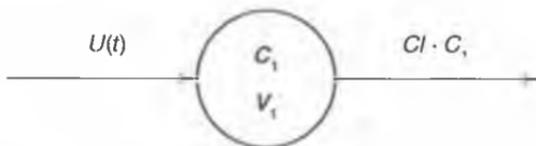
## 11.2. ПРИМЕРЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В МЕДИЦИНЕ

### 11.2.1. Камерные модели фармакокинетики

Простейшим примером камерных моделей может служить **однокамерная** модель фармакокинетики. При создании данной модели предполагается, что все поступившее в камеру вещество будет распределено равномерно во всем объеме камеры в каждый конкретный момент времени. Объем камеры полагается постоянным ( $V = \text{const}$ ). Вещество покидает камеру пропорционально его содержанию внутри камеры (рис. 11.1).

Под камерой в фармакокинетики может подразумеваться объем плазмы крови, объем межтканевой жидкости конкретного органа, объем сорбционной колонки и т.п.

Математической моделью камерной системы служит ее описание с помощью простых дифференциальных уравнений. Количество уравнений равно количеству изучаемых камер. Для математического описания



**Рис. 11.1.** Схема однокамерной модели фармакокинетики:  $U(t)$  — поток вещества, поступающего в камеру (например, плазму крови) за определенный промежуток времени;  $V_1$  — объем камеры;  $C_1$  — концентрация вещества в камере;  $Cl$  — коэффициент, с которым вещество покидает камеру

схемы, представленной на рис. 11.1, требуется одно дифференциальное уравнение.

Математическое описание составляется по **закону сохранения вещества** (закон действующих масс): *изменение количества вещества в камере за определенный промежуток времени равно разнице между суммарным количеством вещества, поступившим в систему, и суммарным количеством вещества, покинувшим систему, за тот же промежуток времени.*

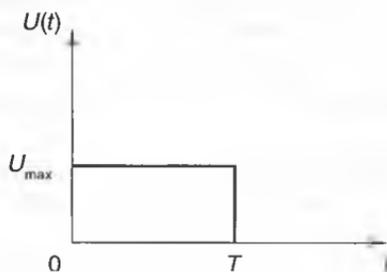
Исходя из этого математическая модель данной однокамерной системы будет выглядеть следующим образом:

$$\frac{dVC_1}{dt} = U(t) - Cl \cdot C_1. \quad (1)$$

Поскольку параметр  $V$  (объем) является константой, то его можно вынести за знак дифференциала. Тогда уравнение (1) примет вид:

$$\frac{VdC_1}{dt} = U(t) - Cl \cdot C_1. \quad (2)$$

Скорость введения лекарственного препарата  $U(t)$  в самом простом случае внутривенного введения может быть определена как ступенчатая функция от времени, имеющая вид, изображенный на рис. 11.2.



**Рис. 11.2.** Зависимость скорости введения препарата от времени:  $U_{\max}$  — максимальная скорость введения препарата;  $T$  — время введения препарата

Изображенная на рисунке 11.2 функция может быть описана следующей математической формулой:

$$U(t) = \begin{cases} U_{\max}, & \text{если } t < T; \\ 0, & \text{если } t \geq T. \end{cases}$$

Формула состоит из двух частей: в первой строке записано, что скорость введения препарата  $U(t)$  равна некоторой скорости  $U_{\max}$  до тех пор, пока текущее время  $t$  будет меньше, чем время введения, указанное врачом ( $T$ ); во второй строке — как только текущее время ( $t$ ) станет равным времени, указанному врачом ( $T$ ), и во все последующие моменты времени скорость введения препарата будет равна 0, т.е. введение препарата прекращается.

В настоящее время численную реализацию подобной модели на компьютере несложно осуществить с помощью программного пакета Microsoft Excel. Для этого левая часть уравнения (2) представляется в следующем виде:

$$\frac{VdC_1}{dt} = \frac{V(C_1(t+h) - C_1(t))}{h} \quad (3)$$

В выражении (3) была произведена замена изменения концентрации  $C_1$  во времени из непрерывного на дискретное. При этом происходит некоторая потеря точности вычислений. Данное приближение будет тем точнее, чем меньший шаг по времени будет выбран. В дальнейшем при реализации вычислений на компьютере производится процедура подбора шага.

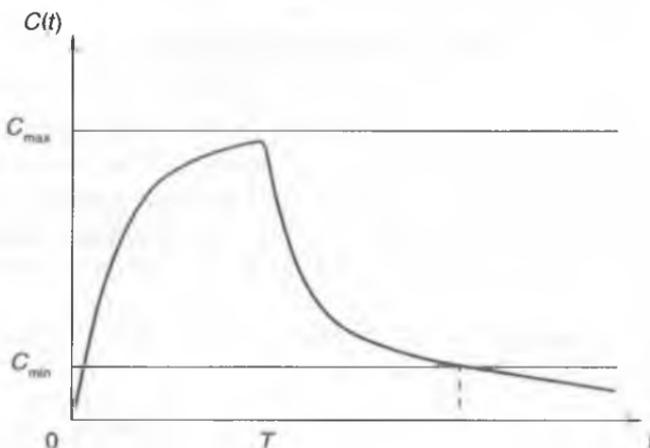
Подставив выражение (3) в уравнение (2) и выразив значение концентрации  $C_1(t+h)$ , получим:

$$C_1(t+h) = C_1(t) + (U(t) - Cl \cdot C_1(t)) h. \quad (4)$$

Формула (4) в математике называется *формулой Эйлера*. Как видно из формулы, для расчета концентрации  $C_1$  в момент времени  $t+h$  необходимо знать численное значение концентрации в момент времени  $t$ . Другими словами, для определения концентрации исследуемого вещества в какой-либо момент времени необходимо знать значение концентрации этого вещества в предыдущий момент времени. Следовательно, для возможности расчета концентрации в любой момент времени с шагом  $h$  необходимо задать значение концентрации в начальный момент времени  $t_0$ .

Реализация математической модели на компьютере позволяет лечащему врачу подбирать наиболее подходящий конкретному пациенту режим дозирования лекарственного вещества, учитывая индивидуальные особенности пациента. Подбор режима дозирования должен происходить таким образом, чтобы величины концентраций лекарственного вещества в крови в течение всего периода лечения находились в пределах терапевтического диапазона [интервал между минимальной терапевтической ( $C_{\min}$ ) и максимальной токсической концентрацией ( $C_{\max}$ )] для данного препарата.

Компьютерные фармакокинетические модели могут использоваться также для уточнения величин индивидуальных фармакокинетических параметров, если имеются какие-либо результаты клинического фармакокинетического исследования данного препарата (например, максимальная концентрация и время полувыведения определенной дозы препарата, введенной в организм человека).



**Рис. 11.3.** Изменение концентрации лекарственного вещества в крови  $C(t)$  при однократном внутривенном введении:  $C_{\min}$ – $C_{\max}$  — терапевтический диапазон, где  $C_{\min}$  — минимальная терапевтическая концентрация,  $C_{\max}$  — максимальная терапевтическая концентрация

На рис. 11.3 видно, что через какое-то время от начала введения концентрация препарата в плазме крови снижается и выходит из терапевтического диапазона (становится ниже  $C_{\min}$ ). Следовательно, лекарственное действие исследуемого вещества прекращается. В том случае, если лекарственную терапию необходимо продолжить, нам нужно определить кратность введения лекарственного вещества в течение

всего периода лечения. Другими словами, нужно задать время, через которое будет проводиться последующее введение препарата. Время должно быть выбрано таким образом, чтобы концентрация лекарственного препарата в крови находилась внутри терапевтического диапазона на протяжении всего периода лечения.

На рис. 11.4 показано последовательное введение препарата через промежутки времени, равные  $t_1$ .

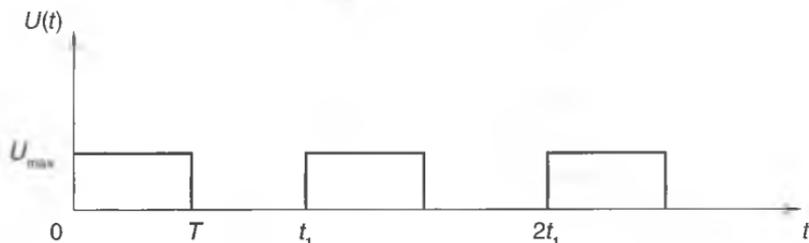


Рис. 11.4. Зависимость скорости введения препарата от времени:  $U_{\max}$  — максимальная скорость введения препарата;  $T$  — время введения препарата;  $t_1$  — период повторного введения препарата

При этом изменение концентрации лекарственного препарата в крови будет выглядеть следующим образом (рис. 11.5).

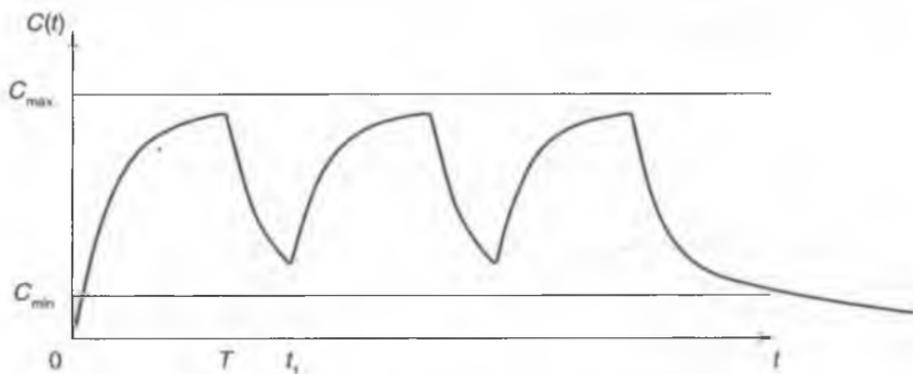
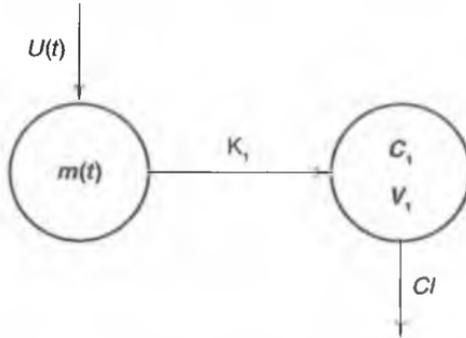


Рис. 11.5. Изменение концентрации лекарственного вещества в крови  $C(t)$  при многократном внутривенном введении:  $C_{\min}$ – $C_{\max}$  — терапевтический диапазон;  $C_{\min}$  — минимальная терапевтическая концентрация;  $C_{\max}$  — максимальная терапевтическая концентрация

Интервал времени  $t_1$  лучше подбирать таким образом, чтобы он кратно укладывался в течение суток (т.е. 24 ч должно делиться на  $t_1$  без остатка).

На рис. 11.6 представлена *двухкамерная схема* модели фармакокинетики, где лекарственное вещество вводится в мышцу. Подобное введение обычно производится одномоментно (т.е. не растянуто во времени). Из мышцы лекарственное вещество поступает в плазму крови с коэффициентом всасывания  $K_1$ .



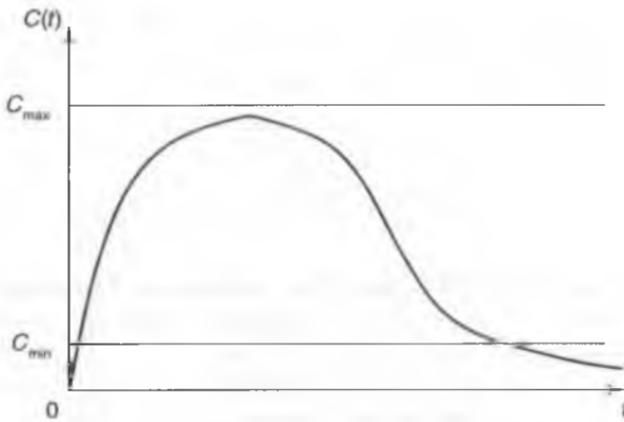
**Рис. 11.6.** Схема двухкамерной модели фармакокинетики:  $U(t)$  — поток вещества, поступающего в мышцу;  $m(t)$  — масса вещества в мышце;  $V_1$  — объем плазмы крови;  $C_1$  — концентрация вещества в плазме крови;  $Cl$  — коэффициент, с которым вещество покидает плазму крови

Математическую модель, изображенную на данной схеме, можно записать следующим образом:

$$\begin{cases} \frac{dm}{dt} = U(t) - K_1 \cdot m; \\ \frac{V_1 dC_1}{dt} = K_1 \cdot m - Cl \cdot C_1. \end{cases}$$

Решение математической модели, как и в предыдущем случае, не сложно получить с помощью электронных таблиц Microsoft Excel, используя формулу Эйлера. На рис. 11.7 представлено графическое решение данной модели.

Как и в случае однокамерной модели, при длительном лечении придется вводить лекарственный препарат многократно, при этом необходимо подобрать время последующего внутримышечного введения препарата.



**Рис. 11.7.** Изменение концентрации лекарственного вещества в крови  $C(t)$  при однократном внутримышечном введении:  $C_{\min}$ – $C_{\max}$  — терапевтический диапазон;  $C_{\min}$  — минимальная терапевтическая концентрация,  $C_{\max}$  — максимальная терапевтическая концентрация

### 11.2.2. Моделирование динамики популяций

Математические модели в биологии и медицине применяются не только для решения задач фармакокинетики. Математическое моделирование широко используется для изучения динамики популяций, взаимодействий типа «хищник–жертва», «симбиоз» и «конкуренция видов». Динамика конкретного вида в данном случае будет описываться нелинейным дифференциальным уравнением. Нелинейность возникает из-за взаимодействия видов между собой. Математически вероятность встречи видов друг с другом записывается как произведение численности каждого из видов.

Если рассматривается динамика только одного вида, то его поведение описывается одним дифференциальным уравнением. В этом случае мы имеем дело с нелинейными системами первого порядка. Если взаимодействуют два вида — с системами второго порядка. Численное исследование нелинейных систем часто бывает достаточно сложно осуществить. Еще труднее получить представление о поведении системы в целом. Для получения полного представления о поведении нелинейных систем малых порядков на практике часто прибегают к качественному исследованию нелинейных систем, которое дает представление о поведении системы в целом. При этом численное решение дифференциальных уравнений не производится (определение общих свойств

решения этих уравнений без фактического нахождения этих решений). Численное решение дифференциальных уравнений не всегда может дать полное представление о поведении системы. Получение полного представления о поведении нелинейных систем с помощью численных методов, как правило, достаточно трудоемко, так как для проведения такого исследования требуется перебрать большое количество сочетаний начальных условий и численных значений параметров системы.

### Качественное исследование нелинейных систем первого порядка

Проведение качественного исследования нелинейных систем *первого порядка* происходит следующим образом.

1. Строят график правой части дифференциального уравнения.
2. Находят точки пересечения графика с осью времени. Найденные точки являются стационарными состояниями исследуемой системы.
3. После нахождения стационарных состояний определяют их устойчивость (устойчиво или неустойчиво).
4. В зависимости от типа устойчивости строят полный портрет поведения системы.

**Пример:** качественное исследование поведения численности бактерий ( $x$ ) в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ).

Предположим, что динамика численности бактерий в ЖКТ описывается следующим дифференциальным уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = ax - bx - cx^2 - v \quad (a, b, c, v > 0),$$

где  $a$  — коэффициент скорости размножения;  $b$  — коэффициент скорости гибели за счет случайных причин;  $c$  — коэффициент скорости гибели при конкурентном взаимодействии бактерий друг с другом (эффект тесноты);  $v$  — постоянная скорость удаления бактерий из ЖКТ.

Решение:

1. Построим график правой части данного уравнения (рис. 11.8).
2. Точки пересечения графика с осью  $X$  (точки I и II) — стационарные состояния системы.
3. Исследуем устойчивость стационарных состояний:
  - а) при отклонении вправо от точки (I) значение производной (функции  $f(x) = dx/dt$ ) больше нуля, следовательно, значение  $X$  возрастает. При отклонении влево от точки (I) значение производной (функции  $f(x) = dx/dt$ ) меньше нуля, следовательно,

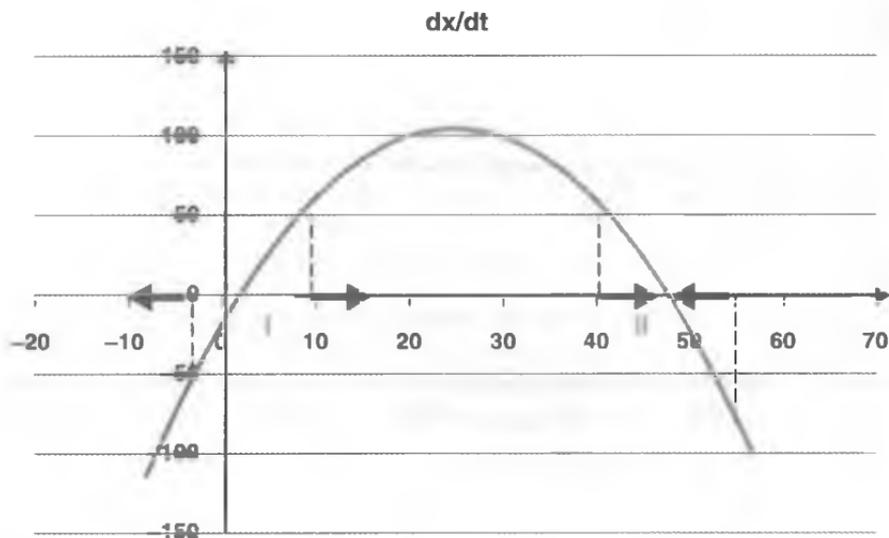


Рис. 11.8. Изменение значения производной (функции  $f(x)$ ) от величины  $x$

значение  $X$  убывает. Получается, что при любом малом отклонении от стационарного состояния (I) система не стремится вернуться в исходное состояние, следовательно, состояние системы (I) неустойчиво;

б) при отклонениях от стационарного состояния (II) наблюдается противоположная картина, следовательно, состояние системы (II) устойчиво.

4. Зная количество и устойчивость стационарных состояний, можно построить портрет полного поведения системы в зависимости от времени (динамику количества бактерий в ЖКТ) при различных начальных условиях (рис. 11.9).

**Биологическая интерпретация полученных результатов.** Из графика, иллюстрирующего полное поведение исследуемой системы, видно, что:

- 1) если начальное количество бактерий в ЖКТ находится между значениями стационарных состояний (I) и (II), то с течением времени количество бактерий будет стремиться к устойчивому стационарному состоянию (II), постепенно возрастая;
- 2) если начальное количество бактерий в ЖКТ находится выше значения стационарного состояния (II), то с течением времени количество бактерий будет стремиться к устойчивому стационарному состоянию (II), постепенно убывая;

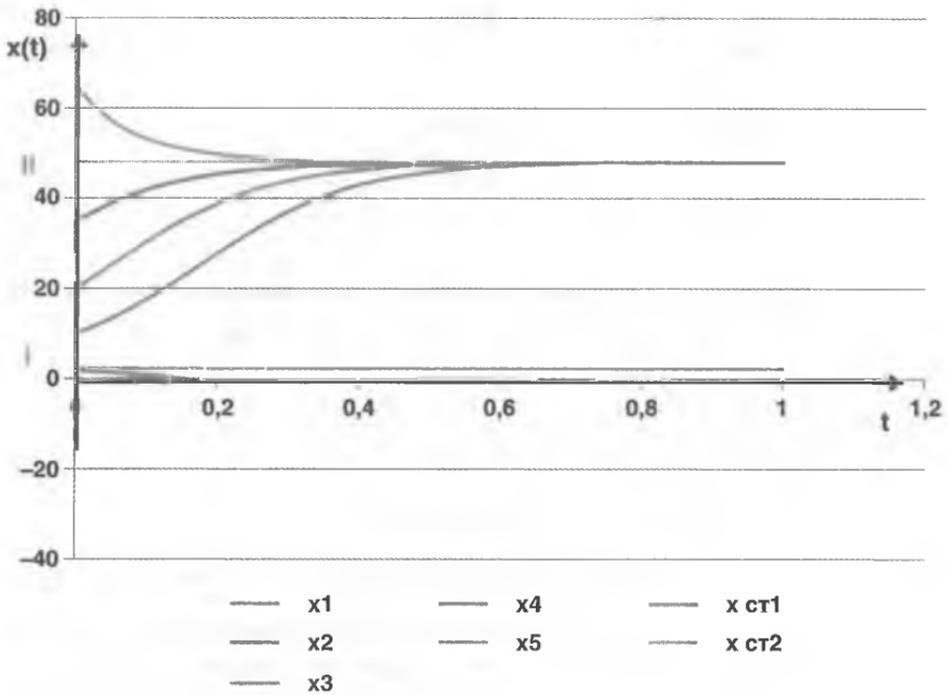


Рис. 11.9. Портрет полного поведения системы от времени, иллюстрирующий изменение количества бактерий в ЖКТ при различных начальных условиях

- 3) если начальное количество бактерий в ЖКТ будет находиться ниже значения стационарного состояния (I), но выше нуля, то с течением времени количество бактерий будет постепенно убывать и придет к нулю.

### Выводы

1. Для достижения стационарного состояния количества бактерий в ЖКТ наиболее целесообразно использовать начальное количество бактерий больше нуля и превышающее значение стационарного состояния (I), поскольку в этом случае их количество со временем увеличится и приблизится к значению стационарного состояния (II).
2. Вводить в ЖКТ начальное количество бактерий, превышающее значение стационарного состояния (II), нецелесообразно, так как в этом случае количество бактерий со временем уменьшится и также приблизится к значению стационарного состояния (II).

3. Вводить в ЖКТ начальное количество бактерий больше нуля, но ниже значения стационарного состояния ( $I$ ) также нецелесообразно, так как в этом случае количество бактерий со временем уменьшится и станет равным нулю.

Как видно из приведенного примера, с помощью модели динамики численности бактерий в ЖКТ можно определить, какое количество бактерий наиболее целесообразно ввести в ЖКТ, чтобы получить оптимальный лечебный эффект и минимизировать затраты.

### Качественное исследование нелинейных систем второго порядка

При проведении качественного исследования поведения нелинейных систем второго порядка интегральные кривые (графическое решение дифференциальных уравнений), составляющие полный портрет поведения исследуемой системы, располагаются в пространстве  $x, y, t$  (рис. 11.10).

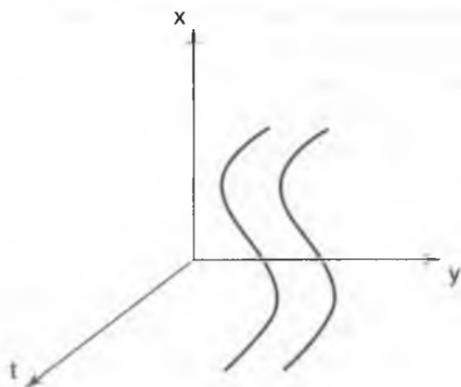


Рис. 11.10. Портрет полного поведения системы второго порядка от времени

В этом случае свойства решений определяют по проекциям интегральных кривых на плоскость  $XU$ . Плоскость  $XU$  носит название фазовой плоскости. А проекции интегральных кривых на фазовую плоскость называются *фазовыми траекториями*. Для построения фазовых траекторий первоначально строятся линии, имеющие одинаковый угол наклона касательных к фазовым траекториям (так называемые изоклины вертикальных касательных (ИВК) и горизонтальных касательных (ИГК)).

Точки пересечения разноименных изоклин (ИВК и ИГК) будут стационарными состояниями для систем второго порядка. Далее определяют характер устойчивости стационарных состояний. В зависимости от типа устойчивости стационарных состояний расставляют направления на ИВК и ИГК и строят фазовые траектории. По поведению фазо-

вых траекторий можно судить об изменении численности каждого вида от времени.

**Пример:** качественное исследование поведения системы второго порядка на примере взаимодействия видов типа «хищник—жертва».

Динамика численности взаимодействующих видов описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = a_1x - b_1xy - c_1x^2; \\ \frac{dy}{dt} = a_2y + b_2xy - c_2y^2. \end{cases} \quad (1)$$

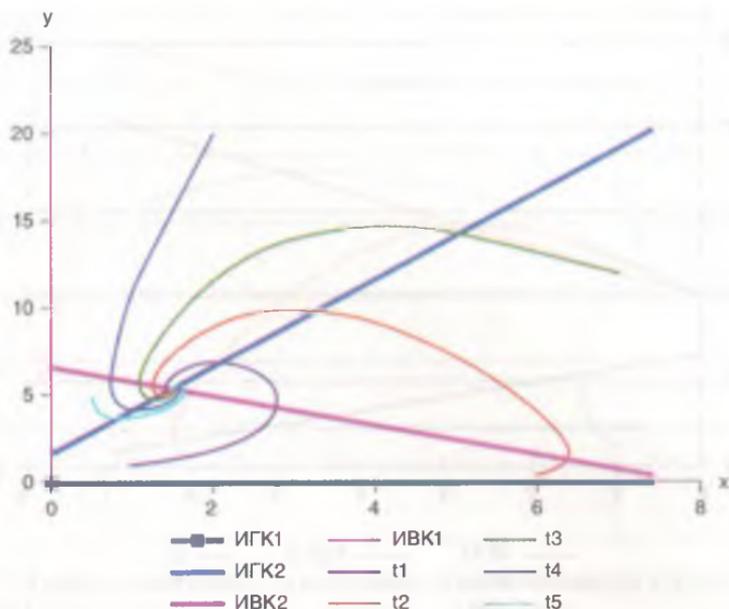
где  $x$  — численность 1-го вида;  $y$  — численность 2-го вида;  $a_1, a_2$  — коэффициенты скорости размножения;  $b_1, b_2$  — коэффициенты скорости изменения численности видов при взаимодействии друг с другом;  $c_1, c_2$  — коэффициенты скорости гибели видов при взаимодействии с особями своего вида (эффект тесноты).

Поскольку все коэффициенты в системе больше нуля, то, как видно из уравнений, при взаимодействии вида  $x$  с видом  $y$  численность вида  $x$  убывает, тогда как численность вида  $y$  возрастает. Такой тип взаимодействия видов называется взаимодействием «хищник—жертва». В данном случае вид  $y$  является «хищником», а вид  $x$  — «жертвой».

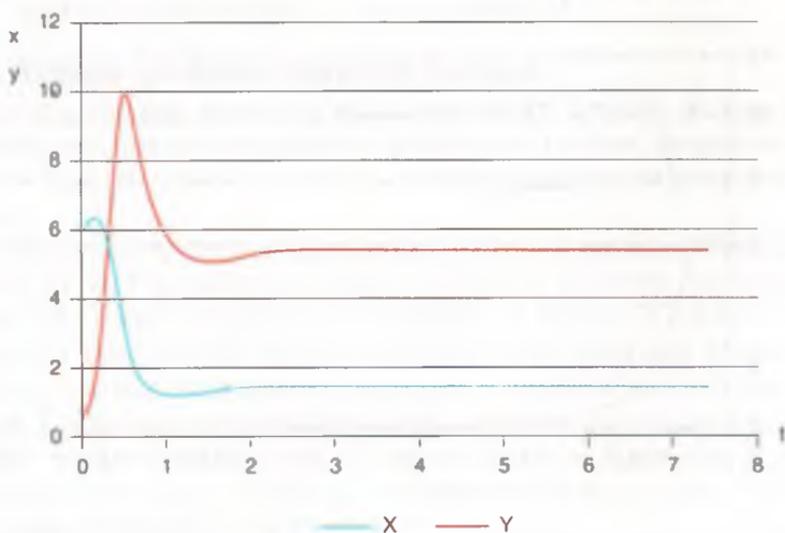
После проведения качественного исследования системы были получены фазовые портреты системы, изображенные на рис. 11.11 и 11.13.

Фазовые портреты, изображенные на рис. 11.11 и 11.13, различаются расположением ИВК и ИГК на фазовой плоскости. Это зависит от соотношения коэффициентов системы (1):

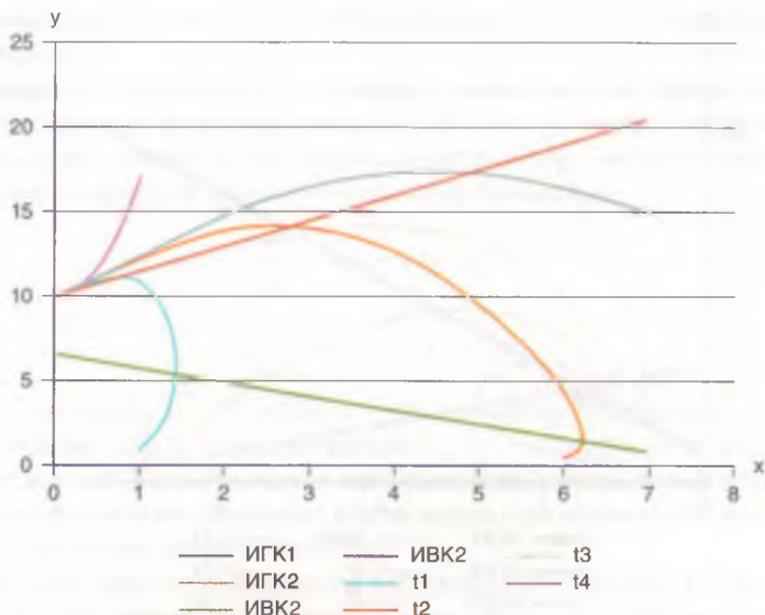
- а) если отношение  $a_1/b_1 > a_2/c_2$  (вар. 1), то ИВК и ИГК пересекаются на фазовой плоскости, и фазовые траектории сходятся в точку пересечения при любых значениях начальных условий (Н.У.). Следовательно, численность видов  $x$  и  $y$  приходит к стационарным состояниям, отличным от нуля (рис. 11.12). Это говорит о том, что при данном соотношении коэффициентов системы виды  $x$  и  $y$  со временем приходят к совместному сосуществованию;
- б) если отношение  $a_1/b_1 < a_2/c_2$  (вар. 2), то ИВК и ИГК не имеют точек пересечения на фазовой плоскости (обе координаты которых были бы отличны от нуля). Фазовые траектории в этом случае сходятся в точку пересечения ИВК и ИГК, расположенную на оси  $Y$ . Следовательно, при данном соотношении коэффициентов системы численность вида  $x$  со временем становится равной нулю,



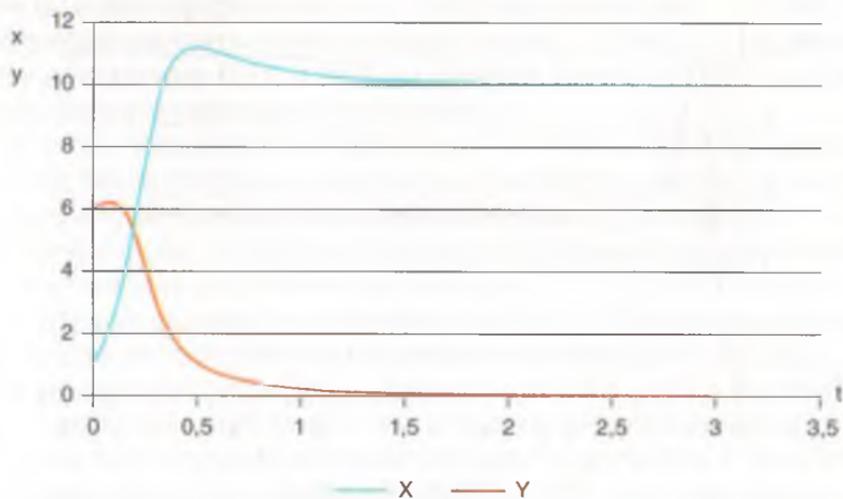
**Рис. 11.11.** Фазовый портрет полного поведения системы «хищник–жертва» от времени (вар. 1): ИГК — изоκлины горизонтальных касательных; ИВК — изоκлины вертикальных касательных;  $t_1 \div t_5$  — фазовые траектории, в зависимости от различных начальных условий



**Рис. 11.12.** График зависимости изменения численности видов  $x$  и  $y$  от времени (вар.1)



**Рис. 11.13.** Фазовый портрет полного поведения системы «хищник–жертва» от времени (вар. 2): ИГК — изоклины горизонтальных касательных; ИВК — изоклины вертикальных касательных;  $t_1 \div t_5$  — фазовые траектории, в зависимости от различных начальных условий



**Рис. 11.14.** График зависимости изменения численности видов  $x$  и  $y$  от времени (вар. 2). Н.У.:  $x_0 = 6; y_0 = 1,5$

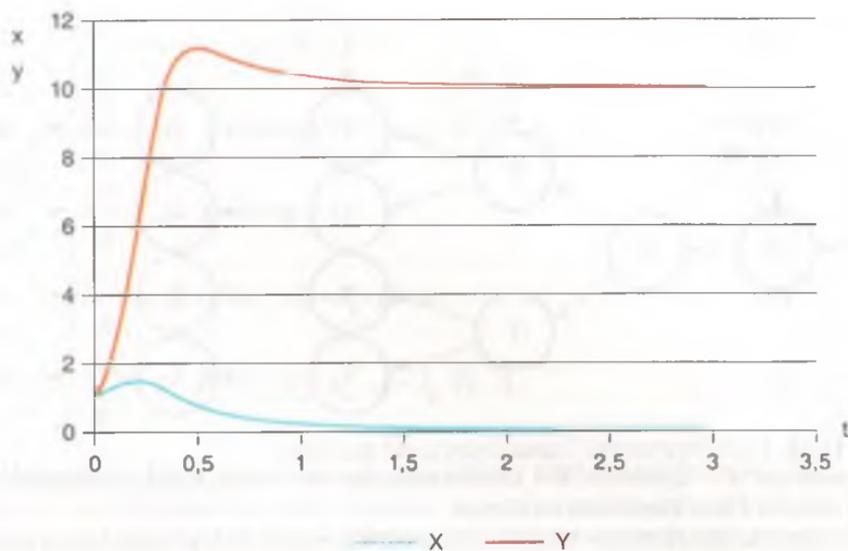


Рис. 11.15. График зависимости изменения численности видов  $x$  и  $y$  от времени (вар. 2). Н.У.:  $x_0 = 1$ ;  $y_0 = 1$

а численность вида  $y$  становится равной константе (рис. 11.14 и 11.15). Это говорит о том, что при данном соотношении коэффициентов побеждает вид  $y$ , а вид  $x$  вымирает.

### 11.2.3. Модель динамики иммунной реакции

Математические модели в медицине также широко используются для изучения функционирования различных систем организма. Рассмотрим одну из таких моделей на примере динамики иммунной реакции.

Математическая модель динамики иммунной реакции описывается в работе Ю.М. Романовского с соавт. (2004). В качестве переменных в модели выступают концентрации антигена и антител в крови, а также количества иммунокомпетентных клеток (иммуноцитов). Иммуноциты располагаются в организме локально: в лимфатических узлах и селезенке. В процессе иммунной реакции клетки проходят определенные морфологические изменения. Согласно гипотезе Серкарца и Кунса, можно различить три основных состояния клеток, на рис. 11.16 они обозначены буквами  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ .

При построении модели считают, что клетки-предшественники  $X$  поступают в лимфатические узлы с постоянной скоростью, цирку-

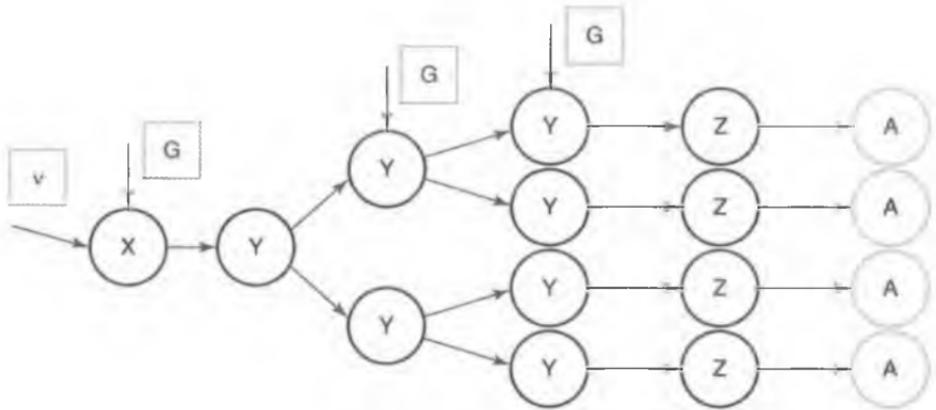


Рис. 11.16. Гипотетическая схема иммунной реакции:

$G$  — антиген;  $A$  — антитела;  $X$  — клетки-предшественники, дифференцирующиеся в клетки  $Y$  под влиянием антигена;

$v$  — скорость поступления клеток-предшественников из костного мозга в кровоток;

$Y$  — пул пролиферирующих клеток. Антиген стимулирует пролиферацию. Скорость размножения управляется концентрацией антигена. Обладают свойством клеток памяти ( $t_{1/2} =$  годы);

$Z$  — плазматические клетки. Не могут пролиферировать, но производят антитела против стимулирующего антигена ( $t_{1/2} = 2$  сут)

лируют там некоторое время, а затем, если не встречаются «свой» антиген, погибают и выводятся из организма. Взаимодействие клеток  $X$  с антигеном ( $G$ ) вызывает их переход в клетки  $Y$ .  $Y$  — быстроделющиеся незрелые плазмоциты. Известно, что антиген не проникает внутрь клетки, а соединяется с рецепторами, находящимися на поверхности клетки. В модели предполагается, что клетки  $Y$  быстро размножаются в присутствии антигена. После выведения антигена из организма клетки  $Y$ , по-видимому, утрачивают способность быстро делиться, однако их количество в организме остается достаточно долго на высоком уровне (т.е. время жизни клеток  $Y$  сравнимо со временем жизни всего организма). Клетки  $Y$  уже могут производить некоторое количество белков-антител, но основными производителями антител ( $A$ ) являются зрелые плазмоциты  $Z$ . Клетки  $Z$  образуются из клеток  $Y$  при вторичном взаимодействии с антигеном. Клетки  $Z$  практически утрачивают ядро (следовательно, и способность делиться), но имеют очень высокую скорость синтеза антител ( $A$ ).

Исходя из изложенного выше, можно записать математическую модель, описывающую динамику иммуноцитов, а также антигена и антител:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dX}{dt} = v - k_x \cdot X - a_x \cdot X \cdot G; \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dY}{dt} = a_x \cdot X \cdot G + \mu(G) \cdot Y - a_y \cdot Y \cdot G - k_y \cdot Y; \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dZ}{dt} = a_y \cdot Y \cdot G - k_z \cdot Z; \end{array} \right. \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dG}{dt} = b_0 \cdot G - k_g \cdot G - l_g \cdot G \cdot A; \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dA}{dt} = h_y \cdot Y + h_z \cdot Z - k_a \cdot A - l_a \cdot G \cdot A. \end{array} \right. \quad (5)$$

Член  $\mu(G) \cdot Y$  в уравнении (2) описывает размножение клеток  $Y$ . Исходя из экспериментальных данных, можно считать, что функция  $\mu(G)$  равна нулю при  $G = 0$  и стремится к постоянному значению при некоторых средних значениях  $G$ . Поэтому  $\mu(G)$  можно представить следующим образом:

$$\mu(G) = \frac{\mu_0 \cdot G}{K + G},$$

где  $\mu_0$  — время репродукции клеток  $Y$  при больших дозах антигена (рис. 11.17).

Первый член уравнения (4)  $b_0 G$  появляется в задачах инфекционного иммунитета. Он описывает размножение бактерий и вирусов в организме больного.

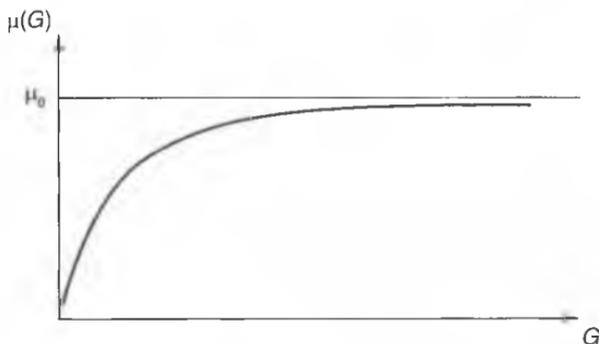


Рис. 11.17. График зависимости скорости размножения клеток  $Y$  от количества антигена в плазме крови

$\alpha_{XG}$  — скорость перехода клеток  $X$  в  $Y$  в результате взаимодействия с антигеном.

$\alpha_{YG}$  — скорость перехода клеток  $Y$  в  $Z$  в результате взаимодействия с антигеном.

$k_x, k_y, k_z$  — константы времени естественной гибели клеток  $X, Y$  и  $Z$ .

$k_e, k_a$  — константы времени естественной гибели антигена и антител соответственно.

$h_z, h_y$  — скорости производства антител клетками  $Z$  и  $Y$ .

$l_a(GA), l(GA)$  — взаимодействия антител с антигеном.

Система уравнений (1–5) была исследована численно. При моделировании первичного иммунного ответа были заданы следующие начальные условия:  $x = 1, y = z = a = 0, g = 1$ .

Результаты представлены на рис. 11.18 и 11.19.

Первичный иммунный ответ

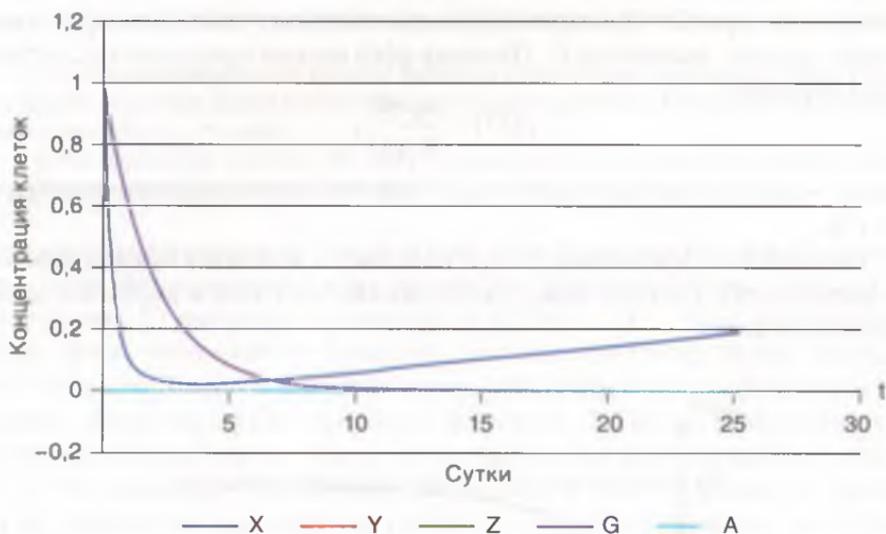


Рис. 11.18. График зависимости изменения численности иммунных клеток, антигена и антител от времени (первичный иммунный ответ)

При моделировании вторичного иммунного ответа начальные условия были заданы следующим образом:  $x = 0, y = 1, z = a = 0, g = 1$ . Результаты представлены на рис. 11.20.

Из рис. 11.18 и 11.19 видно, что стимуляция всех клеток  $X$  происходит за первые 5 сут. Концентрации клеток  $Y$  и  $Z$ , а также антител  $A$  в первые сутки экспоненциально растут. После достижения максимума

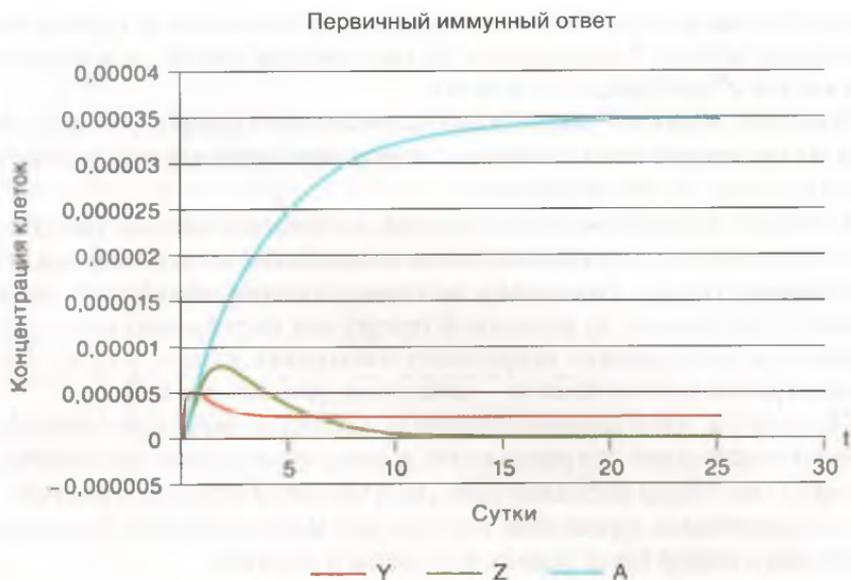


Рис. 11.19. График зависимости изменения численности клеток  $Y$ ,  $Z$  и количества антител ( $A$ ) от времени

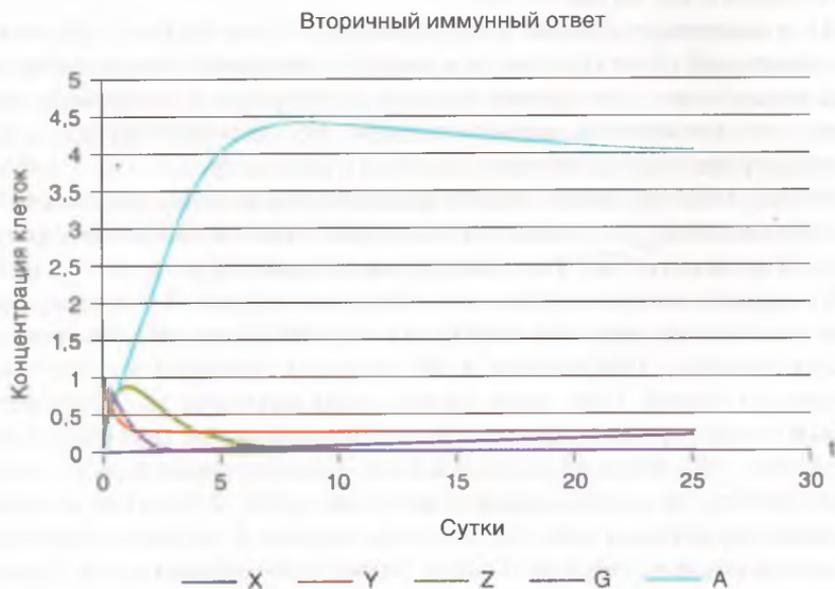


Рис. 11.20. График зависимости изменения численности иммуноцитов, антигена и антител от времени (вторичный иммунный ответ)

концентрации клеток  $Y$  и  $Z$  экспоненциально снижаются, причем концентрация клеток  $Y$  сохраняется на постоянном уровне, а концентрация клеток  $Z$  приближается к нулю.

В модели клетки  $Y$  продолжают вырабатывать антитела и после вывода из организма всего антигена, вследствие этого концентрация антител (см. рис. 11.19) не убывает.

Согласно рассматриваемой модели, количество клеток памяти ( $Y$ ) после первичного иммунного ответа сохраняется на постоянном (стационарном) уровне. Поскольку экспериментально обнаружить клетки памяти невозможно, то косвенной проверкой полученных результатов является моделирование вторичного иммунного ответа, для которого концентрация клеток памяти — начальное условие для клеток  $Y$ .

Полагается, что к моменту второй инъекции антигена концентрация антител в организме уже равна нулю, а популяция клеток-предшественников ( $X$ ) не успела восполниться. Доза антигена остается прежней.

Следовательно, начальные условия при моделировании вторичного иммунного ответа были заданы следующим образом:

$$x = 0, y = 1, z = a = 0, g = 1.$$

Результаты см. на рис. 11.20.

Из сравнения графиков, изображенных на рис. 11.18–11.20, видно, что вторичный ответ более интенсивный и наступает значительно быстрее первичного. Эти данные хорошо согласуются с экспериментальными, что, по мнению авторов модели, подтверждает правильность основных предположений, положенных в ее основу.

На рис. 11.21 приведен график зависимости максимальной концентрации антител  $A_{\max}$  в первичном иммунном ответе в зависимости от начальной дозы антигена, участвующего в реакции ( $G_0$ ).

Из графика можно сделать два основных вывода. Во-первых, организм интенсивно отвечает только на определенную область концентрации антигена. Отклонение в обе стороны приводит к ослаблению иммунного ответа. При очень малых дозах антигена это объясняется слабым стимулированием клеток-предшественников, при очень больших дозах — быстрым переходом клеток-предшественников  $X$  в клетки  $Z$ . Во-вторых, начальная концентрация антигена существенно влияет на размер популяции клеток  $Z$  и клеток памяти  $Y$ , которые остаются в организме после первичного ответа. Размер популяции клеток  $Y$  влияет на выраженность вторичного иммунного ответа. Действительно, при очень больших дозах антигена ( $G_0 \gg 1$ ) происходит быстрый переход

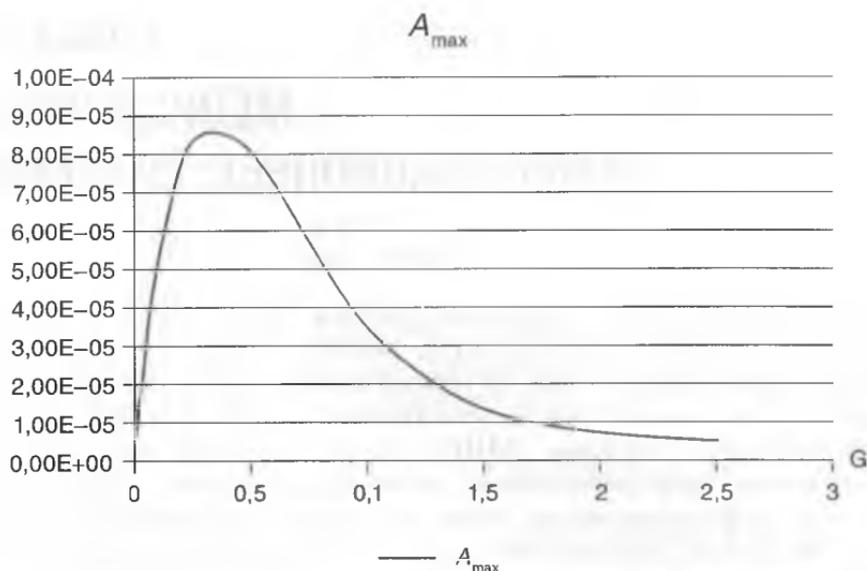


Рис. 11.21. График зависимости максимальной концентрации антител  $A_{\max}$  в зависимости от начальной дозы антигена ( $G_0$ ) при первичном иммунном ответе

всех клеток  $X$  в клетки  $Z$ . После вывода антигена в системе не остается ни клеток-предшественников  $X$ , ни клеток памяти  $Y$ . Следовательно, вторичная реакция не наблюдается совсем: антитела не образуются, и организм становится на некоторое время невосприимчивым к данному антигену. Это явление носит название толерантности высокой дозы. Приведенный расчет конкретной иммунной реакции показал, что созданная модель показывает хорошее совпадение динамики иммунного ответа с экспериментальными данными.

# Глава 12

## МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Медицинские информационные системы (МИС) являются разновидностью информационных систем. Однако медицина и здравоохранение — такая сложная и важная специфичная предметная область, что строгим порядком слов часто пренебрегают и говорят «медицинская информационная система» (МИС). Информационная медицинская (медицинская информационная) система представляет собой совокупность информационных, организационных, программных и технических средств, предназначенную для автоматизации медицинских процессов и (или) организаций.

### 12.1. ПОДХОДЫ К КЛАССИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМ В ИСТОРИЧЕСКОМ АСПЕКТЕ

С 60-х до 80-х годов XX в. в Советском Союзе было разработано столько информационных медицинских систем, что стала насущной проблема их классификации.

Первая классификация была создана С.А. Гаспаряном в 1978 г. Она основывалась на четырех системообразующих факторах: объекте описания, решаемой социальной задаче, пользователе, степени и направленности интеграции информации на уровне выходных документов. Руководствуясь этими системообразующими факторами, С.А. Гаспарян разделил все информационные медицинские системы на четыре класса:

- 1) технологические информационные медицинские системы (ТИМС);
- 2) банки информации медицинских служб (БИМС);
- 3) статистические информационные медицинские системы (СИМС);
- 4) научно-исследовательские информационные медицинские системы (НИМС).

ТИМС обеспечивают информационную поддержку отношений врач–больной; БИМС — когорта больных–когорта врачей; СИМС — популяция (население обслуживаемого региона)—органы, управляющие системой медицинского обслуживания; НИМС — объекты и документы науки—научные работники, руководители научных организаций и подразделений.

Внутри каждого класса МИС были разделены на виды.

Основанием для деления *ТИМС* на виды была характеристика цели обработки информации:

- автоматизированные системы клиничко-лабораторных исследований (АСКЛИ), включая программно-аппаратные комплексы, предназначенные для функциональной, лучевой и лабораторной диагностики;
- автоматизированные системы консультативной вычислительной диагностики (АСКВД);
- автоматизированные системы профилактических осмотров населения (АСПОН);
- автоматизированные системы постоянного интенсивного наблюдения для отделений реанимации и интенсивной терапии (АСПИН).

Основанием для деления на виды *БИМС* была широта охвата обслуживаемого населения:

- банки медицинской информации лечебно-профилактических учреждений (БМИЛУ) — поликлиник, стационаров, диспансеров, родильных домов и т.д.;
- банки медицинской информации специализированных служб (БМИСС) — персонифицированные регистры (онкологические, психиатрические, наркологические, кожно-венерологические и др.);
- банки медицинской информации населения административной территории (БМИНТ), включая банки фондов обязательного медицинского страхования.

Деление на виды *СИМС* было основано на различии объектов описания, представленных в статистических отчетах территориальных органов управления здравоохранением и самих МО:

- МИС оценки здоровья населения, в которых объектами исследования являются половозрастные и профессиональные группы населения как по России, так и по территориям или муниципальным образованиям (ИМСЗН);

- МИС оценки среды обитания, в которых объектами исследования выступают социальные институты, объекты производства и экологические зоны (ИМССО);
- МИС учреждений здравоохранения, основанные на описании материально-технической базы МО, характеристиках их деятельности (ИМСУЗ);
- МИС описания кадров здравоохранения, в которых объектами описания являются медицинские работники — руководители, врачи, средний медицинский персонал (ИМСКЗ);
- МИС оценки деятельности медицинской промышленности, основанные на описании объектов-предприятий и объектов-продуктов этих предприятий (оборудования, лекарств и т.п.) (ИМСМП).

Разделение на виды *НИМС* также основано на различиях объектов описания:

- автоматизированные системы научной медицинской информации (АСНМИ), основанные на описании научных публикаций;
- организационные научно-исследовательские медицинские системы (ОНИМС), основанные на описании тематики научных исследований и их результатов по совокупности учреждений или научных направлений;
- системы автоматизации медико-биологических исследований (САМБИ), основанные на описании исследуемых объектов или их совокупности (от АСКЛИ имеют одно существенное отличие: в АСКЛИ объектом описания является пациент, а в САМБИ — экспериментальное животное).

В 2001 г. С.А. Гаспарян модернизировал классификацию 1978 г., добавив еще один класс: образовательные (обучающие) информационные медицинские системы (ОИМС), которые обеспечивают информационную поддержку отношений: обучаемые—преподаватели. *ОИМС* разделены на виды в соответствии с педагогическими принципами оценки уровня освоения знаний учащимися:

- автоматизированные системы, контролирующие воспроизводство знаний по ответам на вопросы, выбранным из возможных вариантов (АСКВЗ);
- автоматизированные системы, обучающие и контролирующие знания, т.е. представляющие знания и контролирующие их усвоение (АСОКЗ);

- автоматизированные системы, обучающие решению задач (АСОРЗ) (имелись в виду ситуационные задачи, имитирующие клинические случаи).

Системы этого класса разделяются по уровню интеллектуальной насыщенности системы и уровню усвоения знаний. Системы вида АСОКЗ могут включать в себя возможности АСКВЗ, а системы вида АСОРЗ — возможности и АСКВЗ, и АСОКЗ.

## 12.2. СОВРЕМЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Любая классификация условна. И классификации МИС — не исключение. Современная классификация информационных медицинских систем базируется на структуре здравоохранения как отрасли по уровням:

- базовый (клинический);
- учрежденческий (поликлиники, стационары, диспансеры и другие медицинские организации различного подчинения, вплоть до федерального);
- управленческий (муниципальный, городской, окружной, субъектовый);
- федеральные органы управления.

Внутри каждого уровня МИС классифицируются по функциональному принципу, т.е. по целям и задачам.

Все МИС последовательно подразделяются на ряд автоматизированных систем:

- медико-технологические системы;
- автоматизированные рабочие места;
- информационно-технологические системы;
- информационные системы медицинских организаций всех типов и уровней;
- информационно-аналитические системы (от муниципального до субъектового уровня);
- Единая государственная информационная система здравоохранения (ЕГИСЗ).

*Медико-технологические системы обеспечивают обработку и анализ информации для поддержки принятия врачебных решений и информационной поддержки медицинских технологических процессов.*

Они подразделяются:

- на автоматизированные системы обработки медицинских сигналов и изображений;
- автоматизированные системы для слежения за жизненно важными функциями организма;
- автоматизированные системы консультативной помощи в принятии решений;
- наряду с системами поддержки принятия решений разрабатываются и используются медицинские информационные справочные системы, не включающие модули с рекомендациями по ведению больного.

**Автоматизированные рабочие места (АРМ)** медицинских работников *обеспечивают сбор и обработку информации, при необходимости — ведение базы данных, а также поддержку процессов принятия решений в определенной предметной области.*

АРМ подразделяют:

- на медико-технологические — клинические, функциональные, фармакологические;
- организационно-технологические — организационно-клинические, телемедицинские;
- административные — административно-клинические, административно-управленческие, медико-статистические, медико-экономические.

**Информационно-технологические системы** *обеспечивают поддержку электронного документооборота (в первую очередь — медицинского) и принятия организационных решений.* К ним относятся:

- системы диспансерного наблюдения;
- электронные медицинские карты;
- информационные системы отделений медицинских организаций.

**Информационные системы медицинских организаций всех типов и уровней:**

- ИС амбулаторно-поликлинических учреждений;
- ИС учреждений стационарного типа;
- ИС специализированных учреждений;
- ИС скорой и неотложной помощи;
- ИС экстренной медицинской помощи;
- ИС станций переливания крови.

**Информационно-аналитические системы от муниципального до субъ-ектового уровня:**

- автоматизированные системы сбора и обработки данных о состоянии здоровья прикрепленного населения;
- специализированные регистры территориального уровня по направлениям медицины;
- ИС обязательного медицинского страхования;
- автоматизированные системы лекарственного обеспечения;
- системы санитарно-экологического надзора;
- ИС кадрового и материально-технического обеспечения.

**ЕГИСЗ:**

- МИС сбора и обработки статистических данных о состоянии здоровья населения России;
- МИС федеральных специализированных служб;
- федеральные регистры по направлениям медицины;
- федеральные реестры;
- ИС Федерального фонда ОМС;
- МИС лекарственного обеспечения;
- ИС санитарно-экологического надзора;
- ИС ресурсного обеспечения медицинской помощи.

Фрагменты ЕГИСЗ могут реализовываться как федеральные сервисы.

Каждый последующий уровень МИС может «вбирать» в себя системы предыдущих уровней. Например, медико-технологические системы могут быть подсистемами автоматизированных рабочих мест медицинского персонала, автоматизированные рабочие места — подсистемами информационно-технологических систем и т.д.

## **12.3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

**Медико-технологические системы**

*Медико-технологические системы — это автоматизированные системы, обеспечивающие обработку и анализ информации для поддержки медицинских технологических процессов и принятия решений. Это самые многочисленные системы среди МИС. Пользователи таких систем — медицинские работники: врачи и средний медицинский персонал.*

Автоматизированные системы (АС) обработки кривых и изображений называют по-разному: медицинские приборно-компьютерные

системы, измерительные или микропроцессорные медико-технологические системы, автоматизированные системы клинично-лабораторных исследований и т.д. Разночтение в названиях объясняется тем, что с самого начала разработки (конец 60-х годов XX в.) развитие таких систем шло двумя путями: 1) с помощью подключения медицинской аппаратуры к цифровым электронно-вычислительным машинам; 2) путем оснащения медицинских приборов специализированными микропроцессорными устройствами. Постепенно пути сближались. В настоящее время системы, сопоставимые по целевому назначению, но построенные разными способами, обладают одинаковыми возможностями.

Технологическая цепочка автоматизированной системы обработки медицинских сигналов и изображений включает в себя технические средства: для съема информации; измерения, аппаратной фильтрации, усиления; аналого-цифрового преобразования; для цифровой фильтрации и обработки сигналов.

Построение заключений в таких системах осуществляется с помощью разных методов, среди которых преобладают методы математической статистики и алгоритмы на основе врачебной практики.

Программное обеспечение включает: программы, реализующие специализированные алгоритмы для ввода и обработки сигналов и изображений; базу данных для хранения архива сигналов, изображений, заключений; а также интерфейс, обеспечивающий взаимодействие с системой.

Итак, современная АС обработки медицинских сигналов и изображений может осуществлять:

- настройку на исследование пациента — ввод анкетных, антропометрических данных, определение объема и режима исследования, ввод специализированной информации после установки датчиков на пациента;
- проведение исследования с визуализацией кривых, изображений (при необходимости — в режиме реального времени), с возможностями остановки изображения, выбора необходимых участков для анализа, записи в базу данных;
- построение заключения с выведением результата в цифровой и графической форме, облегчающей интерпретацию данных;
- получение твердых копий (распечатку) — как исходных сигналов, так и всех результатов;
- работу с базой данных.

Подробнее об АС обработки медицинских сигналов и изображений будет рассказано в главе 14.

Автоматизированные системы для слежения за жизненно важными функциями организма или АС для постоянного интенсивного наблюдения используют в отделениях реанимации и интенсивной терапии. Строго говоря, их можно считать разновидностью АС обработки медицинских сигналов и изображений, но исторически так сложилось, что в силу особой медицинской важности их всегда выделяли в особый вид МИС. Они предназначены для индивидуализированного мониторингового слежения за витальными параметрами организма. Такие системы называют прикроватными или мониторно-компьютерными системами.

Мониторно-компьютерные системы (МКС) должны обеспечивать в режиме реального времени (online) регистрацию основных физиологических сигналов для исследования систем гомеостаза, расчет величин витальных параметров, представление волновых форм регистрируемых сигналов и цифровой информации на экране монитора. Наиболее распространенный набор мониторируемых кривых включает: электрокардиограмму (мониторное отведение), сигнал для расчета артериального давления, кривую венозного давления, кривую для расчета минутного объема крови, фотоплетизмограмму, капнограмму.

В МКС, как и в автоматизированных системах обработки сигналов для отделений функциональной и лабораторной диагностики, реализуется следующая технологическая цепочка:

- датчики и электроды, наложенные на пациента;
- измерительные блоки;
- аналого-цифровой преобразователь;
- вычислительные средства.

В результате аналого-цифрового преобразования непрерывные сигналы становятся массивами чисел, после чего обрабатываются с помощью специальных алгоритмов. При обработке сигналов широко используются модельные представления о физиологических системах организма. В МКС используется автоматический способ обработки сигналов (без участия медицинского персонала). Однако до 15% всей мониторинговой информации по ряду причин составляют артефакты.

Небольшая часть данных вводится в МКС вручную. Это анкетные, антропометрические данные (рост, масса тела, геометрические параметры тела), специальные параметры (например, атмосферное давление, влажность воздуха), необходимые для расчетов. Ввод величин параметров вручную осуществляется на этапе настройки системы на конкрет-

ного пациента. При необходимости экстренного начала мониторинга, в определенных клинических ситуациях, большую часть настройки опускают. Нельзя исключать лишь выбор мониторируемых сигналов и ввод необходимой для их обработки специальной информации.

В мониторингом режиме современные МКС работают сколь угодно долго. Работа осуществляется по циклическому принципу. Цикл мониторинга включает периоды: съема сигналов, их обработки, представления обновленной информации на экране монитора. Длительность цикла в современных автоматизированных следящих системах для отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) обычно составляет 1 мин. Визуализация регистрируемых кривых происходит в режиме реального времени.

Представление информации на экране дисплея осуществляется в нескольких стандартных формах, для каждой из которых обязательными являются краткая информация о пациенте, обновляемые величины заданных в данной МКС витальных параметров.

Широко используемые формы представления в МКС следующие.

1. Экран волновых форм. На экране движется несколько мониторируемых кривых по выбору врача, который оценивает состояние больного, ориентируясь, среди прочего, и на форму регистрируемых кривых.
2. Экран динамических трендов (изменений параметра во времени). Выводится динамика нескольких витальных параметров по выбору врача. По окончании каждой минуты осуществляется вывод вновь полученных величин витальных параметров.
3. Табличная форма представления. По оси абсцисс — параметры, по оси ординат — время. Форма снабжена линейками прокрутки. Таблица включает не только определенный в данной системе и относительно короткий перечень витальных параметров, но и все рассчитываемые показатели.

По окончании мониторинга или в любой момент по желанию врача выводятся табличный и графический отчеты в исходном или «свернутом» виде. МКС позволяет хранить информацию за последние 24 (48) ч наблюдения. Из этих систем информация может передаваться в базу данных ОРИТ. Кроме повременных «срезов» основных физиологических параметров, в базе данных отделения хранятся анамнестические данные, результаты всех лабораторных анализов, данные карты ведения больного, показатели инструментальных и радиологических методов исследования.

МКС могут использоваться в ОРИТ независимо. Однако в ряде медицинских организаций автоматизированные системы для постоянного интенсивного наблюдения являются важной составляющей АРМ персонала ОРИТ.

Среди автоматизированных систем для консультативной помощи в принятии решений выделяют: автоматизированные системы для распознавания патологических состояний с помощью методов вычислительной диагностики и автоматизированные консультативные системы для помощи в принятии решений на основе интеллектуального (экспертного) подхода.

Вычислительная диагностика (использование при решении задач клинической дифференциальной диагностики методов математической статистики и распознавания образов) была одним из первых направлений, которыми начала заниматься отечественная медицинская кибернетика.

Вычислительная диагностика используется для решения задач: дифференциальной диагностики; прогнозирования течения заболевания, оценки тяжести состояния, исхода заболевания; выявления лиц с повышенным риском заболевания при массовых диспансерных (профилактических, профессиональных) осмотрах.

Постановка задачи включает в себя формулирование перечня заболеваний (состояний, синдромов), которые необходимо распознавать с помощью создаваемого правила. Всех пациентов следует описывать значениями набора параметров, предположительно вносящих вклад в распознавание. Используется система кодирования параметров. Формируется обучающая выборка — совокупность медицинских карт с верифицированными диагнозами. Отбор пациентов в обучающую группу может осуществляться как ретроспективно, так и в проспективном режиме. Важно, чтобы отбор пациентов производился в соответствии со сформулированными критериями (включения и исключения).

Подходов к исследованию параметров на информативность при дифференциальной диагностике и решении задач прогнозирования много. К ним относится подсчет частот, методы параметрической и непараметрической статистики для исследования различий средних значений выборок и расчета корреляций, метод Байеса, точный метод Фишера и др. В результате такого исследования в рассмотрении остаются наиболее информативные параметры, число которых существенно сокращается без ущерба для конечной цели — распознавания дифференцируемых состояний.

Для получения диагностического алгоритма часто применяют методы множественного статистического анализа: дискриминантный, регрессионный, нейросетевой и др. Для этого используют известные статистические пакеты: SPSS, SAS, Statistica и др. Качество распознавания оценивают по-разному. Одним из распространенных критериев является процент правильных отнесений на обучающей выборке. Принято также оценивать чувствительность диагностического алгоритма и его специфичность. Распространенный способ оценки качества решающего правила — проведение скользящего экзамена: поочередного исключения каждого пациента из обучающей выборки, получения правила без него, подставления данных исключенного пациента в правило и оценки правильности диагностики. Наконец, для проверки правила часто прибегают к его исследованию на контрольной выборке (подробнее см. гл. 16).

В процессе разработки врач участвует в этой работе на этапах постановки задачи и при оценке полученного правила. Особенно полезны системы вычислительной диагностики для пользователей: молодых врачей-интернов, клинических ординаторов — и для применения в дистанционном режиме при неотложных состояниях.

В Российской Федерации с конца 70-х до середины 80-х годов прошлого века под руководством С.А. Гаспаряна осуществлялась масштабная программа по разработке и внедрению системы дистанционной консультативной диагностики. Целью разработки было создание системы вычислительной диагностики, позволяющей осуществлять дифференциальную диагностику заболеваний в дистанционном режиме при неотложных состояниях: ишемической болезни сердца, инфаркте миокарда, нарушениях мозгового кровообращения, травмах черепа, острых заболеваниях органов брюшной полости, таза, забрюшинного пространства. Система была внедрена на 48 административных территориях РФ на базе консультативных диагностических центров при отделениях санитарной авиации.

Дистанционная диагностика осуществлялась в круглосуточном режиме путем телефонного или радиообщения между врачом, обратившимся за консультацией, и дежурным оператором центра. Врач диктовал номера признаков формализованной карты осмотра больного дежурному оператору центра, который вводил эти данные в компьютер и передавал результаты диагностического заключения врачу, обратившемуся за консультацией. Применение системы вычислительной диагностики позволило поднять уровень правильно диагностированных

случаев до 87%. Среди руководителей направлений были известные специалисты Е.В. Гублер, Л.Г. Ерохина, Г.А. Хай, Э.К. Цыбульский.

Известный недостаток методов распознавания образов — непрозрачность логики принятия решений для медицинского персонала.

Методы математической статистики не всегда эффективны при анализе клинических данных, в особенности при редких заболеваниях, когда приходится иметь дело с малыми выборками. Поэтому наряду с обработкой данных широкое применение нашла и «обработка» знаний.

**Знания** — это закономерности предметной области (принципы, связи, законы), полученные в результате как теоретических исследований, так и практической деятельности. Системы, построенные на основе анализа знаний, полученных из литературы, при работе с высококвалифицированными врачами и из историй болезней, подвергнутых последующему формальному и содержательному исследованию, называют *интеллектуальными*. Системы, построенные на знаниях, извлеченных непосредственно в целевом общении с высококвалифицированными специалистами (экспертами в конкретной области медицины), называют *экспертными*.

При построении систем знания формализуют. Экспертная система оперирует с формализованными знаниями врачей-специалистов, имитируя логику человеческого мышления, основанную на знаниях и опыте экспертов с целью выработки рекомендаций или решения проблем. Одним из важных свойств экспертной системы является ее способность объяснить понятным для пользователя образом, как и почему принято то или иное решение.

Пользователями медицинских экспертных систем могут быть врачи предметной области, для которой разработана экспертная система, врачи смежных областей, врачи общей практики, а также ординаторы и интерны.

В экспертных системах реализуются четыре базовые функции: извлечение знаний, их представление, управление процессом поиска решения, разъяснение логики принятого решения. Экспертная система (ЭС) состоит:

- из самой ЭС, ядром которой является база знаний (БЗ) — совокупность знаний предметной области, записанная на машинном носителе в понятной пользователю и эксперту форме. Важные части БЗ: блок логического вывода — программа, моделирующая ход рассуждений эксперта, и подсистема объяснений — программа,

объясняющая логику принятия решения; интерфейс пользователя — программа, позволяющая вести диалог с ЭС;

- блока разработки и модификации ЭС, главной частью которого является редактор базы знаний — программа, позволяющая специалисту-когнитологу (инженеру по знаниям) дополнять и изменять БЗ.

В последнее время к автоматизированным системам для консультативной помощи в принятии решений некоторые специалисты стали с оговорками относить и некоторые справочные системы, в том числе справочники медикаментов, взаимодействия лекарственных средств, регламентирующие документы и другие, определенным образом структурированные и обработанные. Это, конечно, не системы поддержки принятия решений, но уже и не обычные справочники. Информация в таких системах представляется в виде, облегчающем деятельность медицинского работника.

### **Автоматизированные рабочие места**

*Автоматизированное рабочее место — это информационная система (или ее фрагмент), обеспечивающая решение конкретных медицинских (медико-организационных) задач с использованием средств автоматизации.*

Еще совсем недавно автоматизированное рабочее место (АРМ) медицинского работника позиционировалось как отдельный комплекс, обеспечивающий ряд функций. В настоящее время понятие АРМ все больше виртуализируется. Все чаще доступ к ресурсам своего АРМ можно получить по коду доступа из любой точки входа в автоматизированную систему. Однако функционально понятие АРМ сохраняется.

Основными функциями автоматизированного рабочего места медицинского работника остаются следующие.

- Регистрация пациентов и направление на обследование к врачам-специалистам и на госпитализацию.
- Ведение медицинской документации.
- Поддержка лечебно-диагностических мероприятий, включая поддержку врачебных решений.
- Обработка данных и ведение электронного документооборота при проведении функциональных, инструментальных, радиологических и лабораторных исследований.
- Компьютерное моделирование в фармакологии при создании новых фармакологических препаратов и при анализе взаимодействия лекарственных средств между собой.

- Поддержка организационных решений, включая медико-тактические решения в чрезвычайных ситуациях.
- Медико-статистическая обработка данных.
- Расчет стоимости обследования и лечения.
- Доступ к информационным ресурсам и дистанционный обмен данными.

Среди *медико-технологических* АРМ выделяют:

- клинические — АРМ врачей лечебных отделений, врачей-консультантов (включая клинических фармакологов, иммунологов и т.п.), фельдшеров, медицинских сестер;
- функциональные — АРМ врачей функциональной диагностики, радиологических отделений, клиничко-биохимических лабораторий и др.;
- фармакологические — АРМ специалистов, осуществляющих разработку новых лекарственных препаратов.

Среди *организационно-технологических* АРМ выделяют:

- организационно-клинические — АРМ заведующих отделениями, заместителей главных врачей по лечебной работе, главных специалистов;
- телемедицинские — АРМ сотрудников, обеспечивающих проведение телеконсультаций.

Среди *административных* АРМ выделяют:

- административно-управленческие — АРМ главных врачей, руководителей органов управления здравоохранением всех уровней;
- медико-статистические — АРМ сотрудников организационно-методических отделов и отделов статистики МО;
- медико-экономические — АРМ заместителей главных врачей МО по экономике, сотрудников экономических подразделений органов управления здравоохранением.

В зарубежных классификациях медицинских программных средств АРМ более всего соответствуют системы записи состояния здоровья — Computerized Physician Order Entry (СРОЕ) и по ряду функций системы поддержки принятия решений — Decision Support Systems (DSS).

Современные АРМ должны разрабатываться с соблюдением общих принципов их построения и функционирования. Это необходимое условие совместимости АРМ как между собой, так и с другими системами. АРМ имеют особенности, обусловленные их профилем. Например, АРМ врача-хирурга должен включать конструктор протоколов операций, в соответствии с профилем отделения; АРМ руководителя

МО предполагает доступ к финансовой, хозяйственной, медико-статистической информации и электронным записям о пациентах; АРМ главного специалиста профильной службы территории позволяет анализировать деятельность службы в целом и ее структурных подразделений на территории районов и городов.

Информационная модель АРМ, включенных в состав более высокоуровневых информационных медицинских систем, например электронных историй болезни, корректируется с учетом особенностей построения МИС, в составе которой они функционируют. Это позволяет осуществлять на нижнем уровне системы ввод и первичную обработку данных о пациенте и выдачу на этот уровень решений, результатов исследований и листов назначений. На верхних уровнях системы осуществляются углубленный анализ и принятие решений.

### **Информационно-технологические системы**

Информационно-технологические системы (ИТС) строятся по модульному принципу на основе объединения автономных или связанных подсистем. В их состав могут быть интегрированы как программно-аппаратные комплексы, так и АРМ медицинских работников. Результаты обработки информации со всех подсистем поступают в общую базу данных, что обеспечивает получение общей картины состояния пациентов. Кроме центральной БД, в ИТС могут функционировать базы данных подсистем.

Среди функций ИТС — создание и ведение медицинской документации; поддержка процессов наблюдения и лечения; формирование групп пациентов, требующих повышенного внимания, на основе оценки отклонений в состоянии здоровья; контроль за состоянием здоровья под влиянием факторов окружающей среды.

Автоматизированные системы диспансерных осмотров населения могут быть как автономными (для поддержки первичной диспансеризации либо массовых или профессиональных медицинских осмотров), так и составной частью больших диспансерных информационных систем, включающих вопросы общей профилактики, диспансеризации хронических больных, диспансеризации инвалидов. Такие системы должны поддерживать: анкетирование пациентов (или их родителей) по специальному опроснику с последующей обработкой полученной информации, доврачебное обследование средним медицинским персоналом, в том числе с применением электронной медицинской аппаратуры для антропометрии, измерения артериального давления, определения

остроты зрения и т.п. В случае выявления отклонений система непосредственно после проведенных измерений выдает «подсказки» о необходимости дополнительных исследований. Затем осуществляется обследование терапевтом (педиатром) и врачами-специалистами, формирование медицинской документации, определение группы «риска».

Одна из известных систем профилактических осмотров детей «АСПОН-Д» была создана сотрудниками Ленинградского педиатрического медицинского института (ныне — Санкт-Петербургская государственная педиатрическая медицинская академия) и Научно-исследовательского и конструкторско-технологического института биотехнических систем под руководством И.М. Воронцова и В.М. Ахутина на основе технологии скринирующей диагностики нарушений здоровья. Ее особенность — возможность использовать «диагностические пороги» на угрозомертической шкале, что позволяет создавать группы риска заданной численности.

*Электронная медицинская карта (ЭМК) — это МИС, обеспечивающая автоматизацию электронного документооборота, оперативный обмен между участниками лечебно-диагностического процесса.*

Ядром базы данных ЭМК является «запись пациента», представляющая собой в частном случае электронный аналог истории болезни. Функции и общие принципы построения электронной истории болезни (ЭИБ) многопрофильного стационара едины для всех учреждений, а ее структура и методы реализации определяются особенностями конкретной больницы. Главная задача ЭИБ — документирование лечебно-диагностического процесса в сочетании с поддержкой управления им.

ЭМК — это новая технология, освобождающая медицинский персонал от значительной части действий, не требующих осмысления, предоставляющая врачам возможность просмотра записей и списков невыполненных предписаний, создающая условия для взаимодействия всех участников лечебно-диагностического процесса.

Среди разработанных информационных систем лечебных отделений наиболее полнофункциональными являются системы отделений реанимации и интенсивной терапии. Это объясняется рядом причин, среди которых — необходимость поддержки оперативного принятия решений врачами-реаниматологами и широкое использование мониторно-компьютерных систем, другой высокотехнологичной компьютеризированной аппаратуры. Персонал ОРИТ более подготовлен к работе «в среде» мощной автоматизированной системы.

Информационно-технологическая система ОРИТ нацелена на оптимизацию широкого круга задач: минимизацию нагрузки на медицинский персонал в отношении рутинных операций; организацию потоков информации и ее структурирование для формирования отчетов о состоянии дел в ОРИТ; поддержку врача при принятии решений (в том числе — о состоянии систем гомеостаза, при прогнозировании течения заболевания); отслеживание динамики количественных показателей; выбор данных для клинико-научного анализа.

Одной из первых систем, разработанных в нашей стране для ОРИТ, была «Информационная система отделения реанимации», созданная на базе московской больницы им. С.П. Боткина. Современная информационная система для отделений реанимации и интенсивной терапии «ИНТЕРИС», разработанная в Российском национальном исследовательском медицинском университете им. Н.И. Пирогова, представляет собой программно-аппаратный комплекс, который включает медицинскую аппаратуру, стандартное и специализированное программное обеспечение, персональные компьютеры, объединенные в локальную сеть. С «ИНТЕРИС» работают все сотрудники ОРИТ: заведующий отделением, врачи, средний медицинский персонал. Предусмотрено автоматизированное рабочее место в экспресс-лаборатории. Встроенная система идентификации пользователя определяет права доступа к ресурсам системы. Такие системы могут функционировать как на базе ОРИТ МО в автономном режиме, так и во взаимодействии с больничной информационной системой.

Создание и внедрение ИТС для клинических, функциональных, лабораторных отделений — важная и перспективная задача. Их внедрение в практику делает реальностью поддержку участников лечебно-диагностического процесса не только при ведении медицинской документации, но и на всех этапах оказания медицинской помощи больному. Однако в перспективе МИС отделений неизбежно станут сначала интегрируемыми системами, а затем и подсистемами МИС следующего уровня — АИС медицинской организации.

## **12.4. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УРОВНЯ**

Идеология разработки автоматизированных информационных систем лечебно-профилактических учреждений (сейчас принято говорить — медицинская организация) была разработана давно: первые в

нашей стране концепции создания МИС МО написаны более 30 лет назад. В них подчеркивалось, что учрежденческая система создается как интегрированная совокупность средств для решения всех задач автоматизации деятельности МО. Все предложенные концепции декларируют подход «вокруг пациента», при этом отличались по порядку решения задач.

Однако условия для осуществления реальной разработки и развития учрежденческой системы появились только в 80–90-х годах прошлого века, в настоящее время есть примеры крупных МО, которые имеют 10–15-летний опыт разработки на их базе таких МИС и не представляют без них функционирования учреждения.

Основная цель информатизации медицинских организаций — повышение эффективности их деятельности, а именно: улучшение качества профилактического и лечебно-диагностического процессов, сокращение времени на обслуживание пациента за счет оптимизации затрат ресурсов, всесторонний анализ деятельности учреждения в целом и его структурных подразделений с выдачей информации для принятия управленческих решений. МИС МО оптимизируют информационные потоки и автоматизируют основные виды деятельности учреждения.

Такие системы различают по типам учреждений: госпитальные, поликлинические, диспансерные и т.д. Однако это деление условно: бывает, что в рамках единой технологии (на одной платформе) разрабатываются системы для разных типов учреждений.

МИС МО состоят из большого количества подсистем, которые объединяют в три группы: административные, организационные, медико-технологические.

Административные подсистемы служат для информатизации административно-управленческой и финансово-экономической деятельности учреждения, обеспечивая контроль за основными показателями деятельности МО и ее подразделений: расчетами со страховыми медицинскими организациями (СМО), за сроками лечения, выполнением своих обязанностей медицинским персоналом. Они включают АРМ главного врача и его заместителей, заведующего отделением медицинской статистики и др.

Организационные подсистемы используются для решения задач управления потоками информации на основе учета посещений, занятости коек и других показателей. Среди важнейших задач, решаемых с помощью организационных подсистем, — оптимизация учета и распределения всех ресурсов, включая диспетчеризацию пациентов.

Необходимость решения медико-технологических задач в рамках МИС МО декларировалась с момента написания первых концепций таких разработок. Однако большинство таких АИС в реальности предоставляют возможность ведения медицинской документации и пользования справочными данными, но не дают никаких средств поддержки собственно лечебно-диагностического процесса.

Разработка медико-технологических подсистем МИС МО — сложная ресурсо- и наукоемкая задача. Интегрирование имеющихся систем в силу отсутствия условий для «интероперабельности» (совместимости) может быть не менее сложным. В настоящее время есть попытки интегрирования с имеющимися системами: положительным примером является, например, интеграция МИС МО «Ариадна» и лабораторной системы фирмы «Брегис». Удачный пример совместной работы специалистов МИС МО — разработка реанимационной подсистемы сотрудниками Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова и ООО «Программы и комплексы» в рамках госпитальной информационной системы «АСКЛЕПИУС».

Медицинские организации Российской Федерации значительно различаются по уровням автоматизации, условно их три.

Первый подразумевает наличие в МО программного средства для ведения базы данных пациентов (прикрепленных к МО, пролеченных в стационаре) и учета оказанных в учреждении услуг для взаиморасчетов со СМО. Второй обеспечивает поддержку деятельности управленческого состава учреждения: главного врача и его заместителей, заведующего отделением медицинской статистики. Кроме функций, обеспечиваемых на первом уровне автоматизации МО, реализуется учет потоков движения больных. Третий уровень автоматизации МО подразумевает создание и внедрение полнофункциональной учрежденческой медицинской информационной системы с ведением электронной медицинской карты (электронной истории болезни) и поддержкой деятельности всех участников лечебно-диагностического процесса, включая врачей и средний медицинский персонал (рис. 12.1).

Разработка и внедрение АИС учреждения — длительный, ресурсоемкий, требующий настройки на конкретное учреждение процесс. И хотя он осуществляется поэтапно, внедрение МИС МО в учреждении идет не просто, так как несет в себе изменение технологии работы каждого сотрудника. Внедрение МИС МО окупается за несколько лет, и его полезность уже не подвергается сомнению.



**Рис. 12.1.** Структурная схема автоматизированной информационной системы медицинской организации

Преимущество в настоящее время имеют те фирмы-разработчики МИС МО, которые предоставляют возможность поддержки медико-технологических компонентов: анализа, хранения сигналов и изображений, построения заключений, оценки динамики состояния пациента, а также стандартизации ведения медицинской документации.

### Информационно-аналитические системы

Информационно-аналитические системы предназначены для поддержки принятия решений руководителями разных уровней здравоохранения на основе объективно сформированной медико-статистической отчетности. Субъектовые системы должны предоставлять возможности для анализа данных на вложенных уровнях: муниципальном и городском.

Среди важнейших функций информационно-аналитических систем территориального уровня следующие:

- создание и актуализация базы данных прикрепленного населения соответствующего территориального уровня;
- ведение регистров отдельных контингентов населения;
- оценка и анализ динамики состояния здоровья населения территории, включая социально значимые заболевания и эпидемиологическую картину;

- оценка состояния окружающей среды, установление связей факторов изменения среды и уровня заболеваемости;
- автоматизированное формирование форм государственной статистической отчетности;
- определение потребности в видах медицинской помощи, в том числе входящих в программу государственных гарантий;
- оценка дополнительного лекарственного обеспечения;
- отслеживание динамики деятельности МО;
- управление медицинскими службами;
- планирование и прогнозирование развития учреждений и служб здравоохранения территории.

В настоящее время на территории в большинстве случаев работает несколько разных систем: для оценки здоровья населения — на основе как статистической информации, так и первичных данных; системы социально-гигиенического мониторинга состояния окружающей среды; обязательного медицинского страхования; регистры по отдельным видам патологии.

Регистры в настоящее время позиционируются как проблемно-ориентированные системы, обычно территориального или федерального уровня. Они включают в себя персонифицированную актуализируемую базу данных, систему запросов и аналитические модули.

Создание многофункциональной территориальной АИС невозможно без реализации единого медицинского информационного пространства, объединяющего все медицинские учреждения региона. Формироваться оно может разными средствами, но они должны быть надежными как в плане защиты передаваемых данных, так и в плане доступности и скорости их доставки. Создавая территориальную АИС, нельзя забывать о самой нижней составляющей здравоохранения региона — фельдшерско-акушерских пунктах и участковых МО, без охвата которых «за бортом» единого пространства останется существенная часть населения России. Современные коммуникационные средства могут реально способствовать повышению доступности медицинской помощи на местах.

Создание единой среды невозможно без применения единых стандартов, классификаторов и кодификаторов.

АИС территориального уровня должна предоставлять пользователям данные в форме, облегчающей их интерпретацию (табличной, графической, картографической и т.д.), с необходимым уровнем поддержки решений.

### **Единая государственная информационная система здравоохранения**

ЕГИСЗ — это метасистема, представляющая собой общероссийскую МИС. Она объединяет необходимую информацию по запросам с помощью общегосударственных протоколов обмена данными — о состоянии здоровья населения, окружающей среды, материально-технической базе отрасли здравоохранения страны, экономических аспектах ее функционирования и медицинских кадрах.

ЕГИСЗ должна обеспечивать задачи информационной и аналитической поддержки принятия стратегических и тактических решений по управлению развитием отрасли здравоохранения на основе всестороннего анализа медицинских данных и состояния окружающей природной среды.

Главные задачи медицинского фрагмента ЕГИСЗ следующие.

1. Оценка в динамике ситуации по состоянию здоровья населения в разрезе половозрастных, этнических, профессиональных групп на основе ведения полицевых баз данных с учетом факторов окружающей среды; кадрового состава отрасли здравоохранения; материально-технического оснащения.
2. Прогнозирование (включая средне- и долгосрочное) заболеваемости, инвалидизации, смертности населения, структуры показателей; предварительная оценка эффективности программ, нацеленных на улучшение ситуации.
3. Оценка в динамике и прогнозирование потребности населения в медицинской помощи (в том числе высокотехнологичной), лекарственных и немедикаментозных средствах.

Перспективный подход к созданию системы мониторинга здоровья населения — организация наблюдения с момента постановки на учет беременной в консультации с последующим ведением в родильном доме, затем в детских и взрослых МО с интегрированием информации на любом необходимом уровне. Такой подход подразумевает отслеживание факторов риска врожденной патологии, развития социально значимых и других заболеваний, инвалидизации. Он предусматривает обязательное использование общегосударственного идентификатора пациента, широкое применение стандартов обмена информацией между МИС.

Самым сложным для реализации единого информационного пространства, объединяющего различные медицинские организации, остается нижний уровень — приближенный к пациенту.

Возвращенный приоритет профилактической направленности здравоохранения с периодическими диспансеризациями населения может обеспечить своевременное выявление заболеваний на ранних стадиях и лучшие результаты по их излечению.

Перспективны для своевременного выявления патологии также системы оценки состояния работников предприятий, работающих в условиях вредных производств. Такие системы должны обеспечивать мониторинг и анализ профессиональных вредностей.

Информатизация здравоохранения должна охватить все уровни здравоохранения: клинический (доврачебный, врачебный, отделенческий), учрежденческий, сельский, районный, городской, субъектовый, федеральный.

Самая важная задача информатизации здравоохранения на современном этапе — задача интеграции МИС. Это важно как для решения проблем каждой предметной области, так и для преемственности оказания медицинской помощи; наконец, это необходимо также для реализации обратных связей при решении самых разных клинических и управленческих задач.

## Глава 13

# ЗНАЧЕНИЕ СТАНДАРТОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Стандарт** — это документ, в котором в целях многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт может содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке и правилам их нанесения (например, в Службе крови).

Стандарт имеет распространение в пределах компетенции органа стандартизации. В России компетентный орган — Госстандарт России. Различают следующие уровни стандартизации.

1. Международная стандартизация. Один из самых известных органов по стандартизации — International Organization for Standardization (ISO, ИСО) ([www.iso.org](http://www.iso.org)). Нормативный документ ИСО — стандарт ИСО.
2. Межрегиональная стандартизация. Охватывает ряд независимых государств (СНГ, стран ЕС и др.). Нормативный документ — межрегиональный стандарт.
3. Национальная стандартизация. Это стандартизация в пределах одного государства. Нормативным документом по национальной стандартизации в России установлен Государственный стандарт России — ГОСТ Р.
4. Отраслевая стандартизация. Стандарты разрабатываются министерствами и ведомствами. Нормативный документ — отраслевой стандарт (ОСТ).
5. Стандарты группы компаний.
6. Стандарты организаций — стандарты предприятий (СТП), обществ и т.п.

Различают стандарты обязательного и добровольного исполнения.

## 13.1. ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТАНДАРТОВ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Обмен информацией — ключевой компонент в любой системе. В области здравоохранения информация циркулирует между организациями, врачами, учеными, другими специалистами, а в последние годы — между медицинскими информационными системами — как одного, так и разных уровней.

Для эффективной коммуникации необходимо, чтобы отправители и получатели информации использовали общую методологию взаимодействия. Стандарты предоставляют такую методологию, внося единообразие в определение и описание компонентов медицинской информационной системы, например, таких, как диагнозы, заболевания, операции, лекарственные средства и др.

Разработка индивидуальных решений под отдельную проблему возможна при краткосрочной перспективе. Однако такие специализированные решения становятся практически несовместимыми с количеством решаемых задач и увеличением количества систем, процессов и организаций, между которыми необходима интеграция.

Стандартные решения могут быть более сложными для реализации, но их можно адаптировать и масштабировать ко множеству различных сценариев использования.

Необходимость взаимодействующих систем очевидна в любой части здравоохранения. Например, врач лечебного отделения стационара должен иметь доступ к истории жизни пациента и развития заболевания, списку принимаемых препаратов, лабораторным результатам, данным инструментальных исследований, актуальным величинам витальных параметров, чтобы иметь возможность предоставить адекватное лечение. Для обеспечения должного наблюдения за пролеченным пациентом ему необходимо иметь возможность направить результаты лечения врачу общей практики, осуществляющему дальнейшее наблюдение за пациентом. Пока нереально ожидать, что пациент будет самостоятельно собирать все фрагменты информации о его лечении из различных независимых информационных систем. Интероперабельные системы должны обмениваться информацией постоянно и автоматически, предоставлять информацию врачу в удобном виде.

**Интероперабельность** (от англ. *interoperability*) — способность к взаимодействию между независимыми информационными системами.

Интероперабельность требует создания, принятия и реализации стандартов, чтобы гарантировать сохранность смысла и контекста информации в различных процессах в здравоохранении.

Стандарты в здравоохранении должны определять правила для электронного хранения и обмена данных пациента. В идеале единый конечный набор стандартов должен обеспечить эффективный доступ к текстовой, числовой информации и изображениям, предоставляя возможность совместного использования информации врачами, страховщиками, администраторами и потребителями услуг.

К сожалению, в здравоохранении стандарты разрабатываются множеством организаций, что приводит к значительным сложностям в вопросе обеспечения интероперабельности систем.

Случаи лечения обычно являются набором взаимодействий между врачами, пациентами, страховыми компаниями и государственными учреждениями, данные часто слабо формализованы, им свойственно преобладание свободного текста.

Интероперабельность строится на двух важных понятиях:

- 1) синтаксическая (функциональная) интероперабельность;
- 2) семантическая интероперабельность.

Синтаксис определяет структуру для взаимодействия. Примером стандарта синтаксической интероперабельности может служить стандарт сообщений HL7 версии 2.x. (см. 13.3).

Семантика определяет значение передаваемых данных. Номенклатура клинических терминов SNOMED CT, кодификатор LOINC, архитектура клинических документов HL7 CDA являются примерами стандартов для обеспечения семантической интероперабельности.

Доступные в настоящее время стандарты предоставляют возможность для реализации обоих видов интероперабельности и могут быть разделены на 6 категорий.

1. *Стандарты для обмена данными и сообщениями.* Эти стандарты обеспечивают процесс обмена данными между системами и организациями, определяя формат, элементы и структуру данных. Среди самых известных и распространенных стандартов этой группы — стандарты HL7 для административных и клинических данных, DICOM для медицинских изображений.
2. *Терминологические стандарты.* Эти стандарты определяют коды для клинических понятий, таких, как заболевания, диагнозы, аллергические реакции, медикаменты. Примеры терминологи-

ческих стандартов — МКБ, SNOMED CT для клинических терминов, LOINC для лабораторных результатов.

3. *Стандарты документов.* Данные стандарты определяют типы информации, которые могут быть включены в документ, а также разделы документа, в которых эта информация может быть найдена. Самый известный и в перспективе наиболее применимый из таких стандартов — «Архитектура клинических документов» (HL7 CDA), стандарт для создания и обеспечения обмена любым документом, классифицированным как клинический документ, как, например, первичный осмотр, протокол операции или выписной эпикриз.
4. *Концептуальные стандарты.* Стандарты этой группы содержат методологию для понимания понятий клинических данных и того, как эти данные могут перемещаться между системами без потери смысла или контекста. Примером этой группы может быть HL7 RIM (Базовая информационная модель), которая предоставляет методологию описания клинических данных и контекста.
5. *Стандарты приложений.* Эти стандарты определяют пути реализации бизнес-логики и то, как пользователи будут взаимодействовать с программным обеспечением. Примером может служить реализация возможности единичного подключения, обеспечивающего пользователям доступ ко множеству приложений с одного рабочего стола, — стандарты, разрабатываемые CCOW (HL7 Clinical Content Object Workgroup), для доступа ко множеству неинтегрированных баз данных.
6. *Архитектурные стандарты.* Это стандарты, определяющие логические вопросы.

## 13.2. ОРГАНИЗАЦИИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СТАНДАРТОВ ПО ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Для разработки международных стандартов в области информатизации и коммуникационных технологий в здравоохранении Международной организацией по стандартизации (ISO) создан технический комитет (TC 215 ISO) «Health Informatics» — «Информатизация здоровья». Им опубликовано уже более сотни стандартов. Данные стандарты нацелены на обеспечение интероперабельности.

Комитет состоит из нескольких рабочих групп (Working Groups, WG), каждая из которых занимается определенным аспектом работы с электронными медицинскими записями (Electronic Health Records, EHR):

- CAG 1: Исполнительный совет (Executive council, harmonization and operations);
- WG 1: Структура данных (Data structure);
- WG 2: Сообщения и коммуникации (Messaging and communications);
- WG 3: Представление понятий здравоохранения (Health Concept Representation);
- WG 4: Конфиденциальность и безопасность (Privacy and Security);
- WG 6: Аптека и медикаменты (Pharmacy and medicines business);
- WG 7: Приборы (Devices);
- WG 8: Бизнес-требования для электронных медицинских записей (Business requirements for Electronic Health Records);
- WG 9: Согласование работы организаций по разработке стандартов (SDO Harmonization).

Применение стандартов ISO добровольное.

В нашей стране Комитет по стандартизации был создан 15 сентября 1925 г.

Государственные стандарты (ГОСТ) были обязательными документами для всех предприятий и организаций в различных отраслях промышленности до 1992 г. С 1992 г. государственные стандарты носят добровольный характер в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», принятым в конце 2002 г.

В мае 2004 г. Государственный комитет по стандартизации и метрологии был преобразован в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование, с 2010 г. — Росстандарт). В настоящее время Росстандарт — это федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий межотраслевую координацию и функциональное регулирование в сфере оценки стандартизации, метрологии и соответствия.

Росстандарт выполняет роль национального органа по стандартизации в России и представляет Россию в международных (и региональных) организациях по стандартизации.

В 2005 г. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации на базе ФГУ ЦНИИО-ИЗ Минздрава России был создан национальный технический комитет

по стандартизации № 468 «Информатизация здоровья» с функцией постоянно действующего национального рабочего органа ТК 215 ИСО (ТК-468).

Задачи, решаемые ТК-468:

- гармонизация нормативных документов и стандартов с действующими международными стандартами;
- создание стандартов для обеспечения процедур подтверждения соответствия медицинских информационных систем требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации для содействия потребителям в компетентном выборе продукции (услуг);
- рассмотрение нормативных документов и стандартов организаций здравоохранения на предмет соответствия закону «О техническом регулировании»;
- разработка национальных стандартов в области информатизации здоровья и стандартов медицинских организаций по применению информационных технологий.

В состав ТК-468 входят следующие подкомитеты:

- ПК № 1 «Данные и системное моделирование в области информатизации здоровья»;
- ПК № 2 «Обмен сообщениями и коммуникация в области информатизации здоровья»;
- ПК № 3 «Концептуальные представления в области здоровья»;
- ПК № 4 «Защита информации в области здоровья»;
- ПК № 5 «Информационные карты здоровья»;
- ПК № 6 «Информация в сфере фармацевтической и аптечной деятельности»;
- ПК № 7 «Информатизация медицинской деятельности с использованием информологии».

Действующие национальные стандарты:

- ГОСТ Р 52636-2006 «Электронная история болезни. Общие положения»;
- ГОСТ Р 52979-2008 «Информатизация здоровья. Состав данных сводного регистра застрахованных граждан для электронного обмена этими данными. Общие требования»;
- ГОСТ Р 52977-2008 «Информатизация здоровья. Состав данных о взаиморасчетах за пролеченных пациентов для электронного обмена этими данными. Общие требования»;

- ГОСТ Р 52978-2008 «Информатизация здоровья. Состав данных о лечебно-профилактическом учреждении для электронного обмена этими данными. Общие требования»;
- ГОСТ Р 52976-2008 «Информатизация здоровья. Состав первичных данных медицинской статистики лечебно-профилактического учреждения для электронного обмена этими данными. Общие требования»;
- ГОСТ Р 53395-2009 «Информатизация здоровья. Основные положения». В стандарте установлено общее для РФ понятие комплекса национальных стандартов информатизации здоровья как совокупности «взаимозавязанных стандартов, определяющих требования, нормы и правила, способы и методы, направленные на применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в сфере здравоохранения».

Объекты, к которым предъявляются требования в стандартах, могут относиться к разным ведомствам, предъявить им требования со стороны одного ведомства не представляется возможным, поэтому необходимы разработка и применение стандартов, обеспечивающих взаимодействие.

Существующая процедура разработки и принятия стандарта подразумевает его широкое обсуждение, учет всех замечаний и предложений, что не допускает принятия стандарта с учетом интересов какой-либо одной организации.

Порядок разработки стандарта включает в себя:

- 1) разработку первой редакции национального стандарта;
- 2) уведомление о разработке стандарта;
- 3) публичное обсуждение первой редакции стандарта;
- 4) подготовку второй (окончательной) редакции национального стандарта;
- 5) уведомление о завершении публичного обсуждения;
- 6) разработку сопроводительных документов;
- 7) официальное направление в Росстандарт текста стандарта;
- 8) экспертизу национального стандарта;
- 9) принятие решения об утверждении;
- 10) подготовку проекта приказа;
- 11) редактирование текста стандарта, направление в набор;
- 12) приказ об утверждении, номер стандарта.

Каждый этап разработки стандарта регламентирован во времени.

Определение требований к медицинским информационным системам и контроль их качества путем сертификации — единственный законный и действенный механизм при регулировании разработки и внедрении МИС.

**Сертификация** — форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Подтверждение соответствия подразумевает документальное удостоверение соответствия продукции (в нашем случае — МИС) сформулированным требованиям.

### 13.3. СТАНДАРТЫ HEALTH LEVEL SEVEN

Health Level Seven International (HL7) — организация, регламентирующая разработку международных стандартов в области медицинской информатики и интероперабельности.

HL7 предоставляет методологию (и соответствующие стандарты) для обеспечения информационного обмена, интеграции, совместного доступа и получения электронной медицинской информации. Члены HL7 организованы в рабочие группы (WGs).

HL7 разрабатывает международные стандарты, поэтому имеет около 40 филиалов по всему миру, в том числе с 2009 г. — в Российской Федерации, а также активно взаимодействует с другими международными и региональными организациями по разработке стандартов, например с Европейским комитетом по стандартизации (European Committee for Standardization — CEN) и ISO. В настоящее время многие стандарты HL7 получили статус ISO-стандартов и идет процесс их гармонизации со стандартами CEN.

Организация HL7 имеет официальные отношения с другими крупными организациями по разработке стандартов, в том числе: ASTM (Американское общество по испытанию материалов), CEN TC/251 (Европа), DICOM (Цифровые изображения и коммуникации в медицине), IEEE (Институт электротехники и электроники) и многими другими.

HL7 разрабатывает стандарты в следующих областях: концептуальное моделирование (HL7 RIM), медицинская документация (HL7 CDA), стандарты приложений (HL7 C-COW) и стандарты обмена сообщениями (HL7 v2.x and v3.0), стандарт FHIR.

В основе разработки современных стандартов HL7 (v3.0) лежат Базовая информационная модель (Reference Information Model, RIM) и

Методология разработки HL7 (HL7 Development Framework — HDF). С помощью RIM представляются клинические данные определенной области. HDF описывает методологию разработки стандартов HL7: открытие проекта, определение требований, дизайн стандарта, способы реализации, процесс утверждения.

Стандарты HL7:

- Version 2.x Messaging Standard — спецификация интероперабельных транзакций в здравоохранении;
- Version 3 Messaging Standard — спецификация интероперабельных транзакций в здравоохранении на основе RIM;
- Version 3 Rules/GELLO — стандартный язык выражений для систем поддержки принятия решений;
- Clinical Context Object Workgroup (CCOW) — спецификация для интеграции пользовательских приложений;
- Clinical Document Architecture (CDA) — модель для обмена клиническими документами на основе HL7 version 3;
- Electronic Health Record (EHR) / Personal Health Record (PHR) — описание функциональности для электронных медицинских записей;
- Structured Product Labeling (SPL) — спецификация для указания информации о медикаменте на основе HL7 version 3.

Еще одна известная международная организация, нацеленная на улучшение методов обмена информацией между медицинскими информационными системами, — IHE (Integrating the Healthcare Enterprise). Она была основана в 1997 г. консорциумом радиологов и специалистов по информационным технологиям. IHE собирает требования, определяет доступные для использования стандарты, а также разрабатывает руководства, которые могут быть использованы при реализации проектов по информатизации в здравоохранении.

IHE также организует съезды, на которых производители могут проверить и продемонстрировать возможность интероперабельности между своими продуктами. Деятельность IHE нацелена на разработку открытых и глобальных профилей интеграции IHE, а также на развертывание интероперабельных систем на уровне регионов.

Профили интеграции IHE описывают клиническую информацию, необходимую для организации определенного рабочего процесса, и документируют, каким образом использовать стандарты (например, HL7, DICOM, LOINC) при их реализации. Интеграционные профили описывают базовые функциональные элементы, которые могут быть повторно использованы во множестве IT-приложений.

### 13.3.1. HL7 версии 2.x

Стандарты HL7 версии 2 разрабатываются с 1988 г. и называются в общем HL7 v2.x, — это протоколы обмена административными и клиническими данными через сообщения. Обычно сообщения HL7 v2.x кодируются с использованием символов ASCII (American Standard Code for Information Interchange — кодировочная таблица) и разделителей.

Исходной нацеленностью стандартов HL7 версии 2.x было обеспечение информационных потоков внутри медицинской организации. Первые стандарты HL7 версии 2 были выпущены в 1989 г.

HL7 v2.x определяет содержание каждого поля (например, диагноза), но может оставить на усмотрение разработчиков решение о том, будет ли поле заполнено свободным текстом или будет использовать стандартную терминологию.

Сообщения HL7 версии 2 позволяют наладить интероперабельное взаимодействие между различными электронными медицинскими системами, такими, как системы движения пациентов, лабораторные информационные системы, аптечные системы, электронные медицинские карты.

Стандарт не определяет того, как сообщения должны передаваться (напрямую через TCP/IP, через файловый обмен, через веб-сервис и т.п.). Однако стандарт HL7 v2.x может иногда рекомендовать те или иные протоколы, хотя это не обязательно.

В России есть опыт применения стандартов HL7 версии 2.x для обмена как внутри МИС МО, так и между МИС разных уровней.

Зарубежный опыт использования стандартов HL7 версии 2.x показал, что они хорошо работают при реализации обмена медицинской информацией между разнородными системами в рамках одной организации, а при попытках создания информационного взаимодействия в региональном или национальном масштабе возникли проблемы, которые обусловили появление HL7 версии 3.

Последней версией стандарта HL7 v2.x на данный момент является v2.8.

### 13.3.2. HL7 версии 3

Стандарты HL7 версии 3 нацелены на поддержку всех информационных потоков в здравоохранении. В отличие от версии 2, стандарты HL7 версии 3 разрабатываются с использованием формализованной методологии (HDF) и объектно-ориентированных принципов. Стан-

дарт HL7 версии 3 разрабатывался с 1995 г., впервые был опубликован в 2005 г.

Базовая информационная модель (RIM) является краеугольным камнем процесса разработки HL7 версии 3. RIM позволяет определить данные, необходимые в определенном клиническом или административном контексте и предоставляет возможность выразить семантические и лексические связи между информацией, передаваемой в сообщении HL7.

Методология разработки HL7 версии 3 (HL7 Development Framework — ISO/HL7 27931) активно развивается, нацелена на интероперабельность между медицинскими информационными системами. HDF документирует не только разработки по обмену сообщениями, но также и процессы, инструменты, действующие лица, правила, относящиеся к разработке любых спецификаций HL7.

Стандарты обмена сообщениями HL7 версии 3 определяют наборы электронных сообщений (также называемых взаимодействиями), которые позволяют обеспечить поддержку всех информационных потоков в здравоохранении. Для кодирования сообщений версии 3 в настоящее время используется язык разметки XML.

Основная цель HL7 v3 — предоставление стандарта, который может служить основой для информатизации взаимодействия между объектами. Основы разработки стандартов HL7 версии 3:

- формальная объектно-ориентированная методология проектирования;
- акцент на использование контролируемых словарей;
- стандартная транспортная спецификация (XML).

Архитектура клинических документов HL7 версии 3 (Clinical Document Architecture, CDA — ISO 10781) — это стандарт для кодирования структуры и семантики клинических документов для целей обмена. В настоящее время распространен CDA Release 2.

Документ CDA — самостоятельный и полный информационный объект, имеющий реквизиты, позволяющие идентифицировать автора документа. В состав документа CDA, кроме текста, могут включаться изображения, звуки, другое содержание.

Поддержку HL7, в том числе CDA, декларируют многие отечественные разработчики медицинских информационных систем уровня учреждения.

Стандарт HL7 версии 3 включает множество спецификаций, которые объединены в группы по определенным критериям — например,

по отношению к той или иной области. HL7 версии 3 содержит в себе специальные инструменты, например язык кодирования медицинских знаний (медицинских логических модулей — Medical Logic Modules), называемый *синтаксисом Ардена*.

## 13.4. МЕЖДУНАРОДНЫЕ НОМЕНКЛАТУРЫ И СТАНДАРТЫ

Проблемы интеграции МИС усугубляются чрезвычайно большой размерностью пространства понятий, используемых в медицинской практике, разнообразием медицинской информации, отсутствием единой терминологии, отсутствием однозначности интерпретации одних и тех же явлений, субъективной качественной оценкой признаков. Выход — в разработке международных терминологических стандартов для кодирования медицинских терминов.

### 13.4.1. SNOMED CT

Систематизированная номенклатура медицинских/клинических терминов SNOMED (Systematized Nomenclature of Medicine) развивается на протяжении около 50 лет. Начавшись с номенклатуры патологий (SNOP), созданной Американским институтом патологоанатомов (College of American Pathologists), она продолжилась как SNOMED, SNOMED II, version 3.0/international, SNOMED version 3.5, SNOMED RT и, наконец, SNOMED CT (SNOMED Clinical Terms), включающей множество терминов здравоохранения со всесторонним охватом описания болезней, клинических данных, этиологии, лечения, процедур и исходов.

Номенклатура медицинских терминов SNOMED стала одним из важных международных стандартов. В настоящее время терминология используется более чем в 50 странах мира. Изменения международной редакции SNOMED CT выходят дважды в год, гарантируя соответствие терминологии последним тенденциям развития медицинской сферы. Каждая редакция включает ключевую терминологию (понятия, определения и связи) и информацию, необходимую для реализации и использования SNOMED CT, в том числе карты существующих классификаций, схемы кодирования и обширный набор рекомендаций и документов.

SNOMED CT находится в собственности и распределяется через Организацию по разработке международных стандартов в сфере здравоохранения — IHTSDO (The International Health Terminology Standards Development Organisation — [www.ihtsdo.org](http://www.ihtsdo.org)). IHTSDO — некоммерческая многонациональная организация, базирующаяся в Копенгагене.

В настоящее время в разработку и внедрение терминологии SNOMED CT и относящихся к ней стандартов включены 15 стран. Взносы стран-участниц определяются по скользящей шкале и зависят от национального дохода. При этом стандарты IHTSDO бесплатно доступны на территории этих стран.

В 2011 г. IHTSDO дважды объявляла о новой политике, предоставляющей привилегии международным генетическим базам данных, и о том, что будет бесплатно выдавать партнерские лицензии на использование англоязыкового варианта клинических терминов и идентификаторов SNOMED CT для согласованных научно-исследовательских проектов, связанных с информационными технологиями, а также пользователям из стран, обозначенных Всемирным банком как страны с низким уровнем дохода. По мнению IHTSDO, это поможет расширить географию использования стандартизированной клинической терминологии в мире.

В настоящее время полной версии SNOMED CT на русском языке нет. Не решен и вопрос с оплатой за пользование номенклатурой SNOMED CT, так как наша страна не относится к странам с низким уровнем дохода. Однако первый опыт применения номенклатуры есть, и он позволяет судить о перспективности использования SNOMED CT в российской практике.

Номенклатура SNOMED CT быстро развивается: на январь 2002 г. она включала в себя 275 000 уникальных понятий, в 2009 г. — свыше 310 000 и более 1,3 млн связей или отношений между ними.

SNOMED CT представляет собой иерархическую — древовидную — структуру, где на верхнем уровне находится несколько элементов, под каждым из которых, в свою очередь, один или несколько элементов нижележащего уровня и т.д. Структура SNOMED CT включает в себя 6 разновидностей иерархий на верхнем уровне:

- 1) Subtypes hierarchy / подтипы иерархии;
- 2) Concepts with related value / концепции (понятия) с относительной величиной;
- 3) SNOMED CT Top Level Navigation Hierarchy (v1) — верхний уровень перемещения по сетям иерархической структуры;

- 4) Read-4B Navigation (v6) / коды Риды 4B Навигация (v6);
- 5) Read-v2 Navigation (v6) / коды Риды v2 Навигация (v6);
- 6) CTv3 Navigation (v8) / Клиническая терминология версии 3, ранее известная как Коды Риды версии 3.

Если SNOMED CT можно рассматривать как тип иерархии, то затем идут 19 терминов (табл. 13.1), озаглавливающих определенные, связанные взаимными ссылками классификации (они могут быть названы подтипами иерархии), далее каждый из подтипов раскрывается в под-подтипы иерархии и т.д. Каждое понятие (концепт-элемент представления знаний) имеет свой идентификатор (код).

**Таблица 13.1.** Подтипы иерархии (Subtypes Hierarchy) номенклатуры SNOMED CT

Идентификатор (код) SNOMED	Название раздела (термина и т.д.)	Перевод	Синоним
123037004	Bodystructure	Строение тела	Структура тела (топография)
404684003	Clinicalfinding	Клинические данные	Клинические показатели
308916002	Environment or geographical location	Окружающая среда или географическое местоположение	
272379006	Event	Событие	Исход (результат)
106237007	Linkageconcept	Концепция связи	Понятие соединений
363787002	Observable entity	Наблюдаемая сущность (наблюдаемые проявления)	Наблюдаемая данность (заметные различия)
410607006	Organism	Организм	Микроорганизм (микроб, микрофлора)
373873005	Pharmaceutical/ biologic product	Фармацевтический/ биологический продукт	
78621006	Physicalforce	Физическое воздействие	Соматическая сила
260787004	Physicalobject	Физический объект	Медицинский объект
71388002	Procedure	Процедура	Методика проведения
362981000	Qualifiervalue	Квалификационная оценка	Уточняющее значение
419891008	Recordartifact	Предмет записи	

Окончание табл. 13.1

Идентификатор (код) SNOMED	Название раздела (термина и т.д.)	Перевод	Синоним
243796009	Situation with explicit context	Ситуация с ясным смыслом	Состояние с ясным контекстом
48176007	Socialcontext	Социальный контекст	Социальный фон
370115009	Special concept	Специальное понятие	Особый смысл (особый концепт)
123038009	Specimen	Образец	Экземпляр, проба, препарат
254291000	Staging and scales	Определение стадии и размера	Шкалирование и шкалы (тестов)
105590001	Substance	Вещество	Материал

При углубленном запросе понятий по каждому представленному подтипу иерархии видно, каким образом идет описание.

Подтип «Топография (структура, строение тела)» включает в себя подподтипы иерархии об анатомических особенностях, совокупности анатомических мест для возможной локализации опухолей, характерных и нехарактерных локализациях, о морфологических изменениях структуры и пр.

Подтип «Клинические данные» включает в себя административные данные, классы неблагоприятного исхода, историю болезни и данные наблюдений, показатели клинических стадий, данные о деформации, заболевании, воздействии лекарств, ферментативной активности и др.

Подтип «Окружающая среда или географическое местоположение» описывает географический и (или) политический регион мира.

Подтип «Событие/исход» содержит сведения о несчастном случае, смерти, злоупотреблении лекарствами, наркотиками, воздействии потенциально опасных веществ, о факторах, представляющих непосредственную опасность жизни и здоровью, о намеренном вреде себе, убийстве, перенапряжении и пр.

Подтип «Концепция связи» включает наименования взаимосвязей и ссылок между понятиями, их значения.

В подтипе «Наблюдаемая сущность» представлены данные о лекарственной и лучевой терапии, особенностях организма, различных гематологических показателях, опухолях и изображениях, поддающихся визуализации, молекулярных, генетических и (или) клеточных различиях, мониторинге данных, популяционной статистике.

В подтипе «Организм» представлены инфекционные агенты, микроорганизмы, патогенные организмы, формы жизненного цикла и пр.

В подтипе «Фармацевтический/биологический продукт» представлены группы лекарственных препаратов.

В подтипе «Физическое воздействие» описаны возможные неблагоприятные воздействия на организм: высота, электричество, взрыв, огонь, сырость, облучение, сдавливание, звуковая волна, крайние температуры, тепловой удар, травматический фактор и пр.

Подтип «Физический/медицинский объект» содержит описание устройств, аппаратов, больничного инвентаря, печатных материалов и пр.

Подтип «Процедура/методика проведения» описывает родовспомогательную методику, лабораторные методики, методики уборки помещения, социальной службы, процедуры для амбулаторного больного, процедуры по назначению, по методу, по приоритету, по месту, процедуры, связанные с анестезией и воздействием седативного средства, со вскармливанием, режимы и лечение, инструкции дозирования, лабораторные анализы и др.

Подтип «Квалификационная оценка» описывает агентства и организации, льготы и права, классификационные системы, клинические специальности, идентификаторы, инструкции по дополнительному дозированию, анатомические ориентиры, временные циклы, общие и клинические стадии болезней и (или) опухолей и др.

Подтип «Предмет записи» включает типы документов и отчетов, их составляющие и др.

Подтип «Ситуация с ясным смыслом» включает такие понятия, как факт обнаружения патологии, факторы риска (социальные, медицинские, от предыдущей беременности, во время родов и пр.), семейное наследование заболевания, ответ на лечение и др.

Подтип «Социальный контекст» включает в себя данные о социальном, экономическом, психосоциальном положении, т.е. такие понятия, как семья, стиль жизни и пр.

Подтип «Специальное понятие (особый смысл)» включает неактивные и навигационные понятия, области понятий.

В подтипе «Образец (экземпляр, проба, препарат)» описаны препараты данных биопсии, препараты костного мозга, лимфатического узла, зародыша, сердечно-сосудистый, мышечно-скелетный и дерматологический препараты, пробы жидкости, пищи, генетическую пробу, цитологический материал, данные соскоба, образцы от структур голо-

вы и шеи, от нижней конечности, от верхней конечности, от нерва, от пищеварительной системы, образцы, полученные при ампутации, при аспирации, при промывании, хирургически удаленный образец, мазок и т.д.

В подтипе «Шкалирование и шкалы» представлены оценка градаций, оценка признака, классификация эндометриоза, гистологические ранжированные системы, системы классификации вируса иммунодефицита человека, определение стадии опухоли.

Подтип «Вещество (материал)» содержит класс аллергенов, биологические вещества, медикаменты, вещества, распределенные по категориям опасности, вещества неправильного или ошибочного употребления (вещества злоупотребления) и др.

Разработчики систематизированной номенклатуры медицинских (клинических) терминов SNOMED каждому термину приписали отдельный код. При этом синонимы не сгруппированы, возможные варианты близких понятий имеют различные коды. Обозначения одного и того же термина, состоящие, например, из двух слов, при перестановке слов местами также имеют отдельные коды, как и варианты описания терминов с сокращениями и без сокращений.

Итак, номенклатура медицинских (клинических) терминов SNOMED CT, предназначенная для формализации описания клинических наблюдений и обеспечивающая передачу смысла при обмене информацией, может выступать в качестве основы для кодирования при создании электронной медицинской документации.

Представляется важным иметь в нашей стране возможность использования SNOMED CT — международной стандартизированной клинической терминологии. Номенклатуру реально использовать в настоящее время, начиная с объемов, определяемых конкретными проектами, и выполнять их, пользуясь общедоступными браузерами.

#### 13.4.2. LOINC

Logical Observation Identifier Names and Codes (LOINC) — «Логические идентификаторы наблюдений: названия и коды» — кодификатор лабораторных и клинических терминов. В отечественных источниках ее название переводится как «Наименования и коды врачебных и лабораторных наблюдений».

Разработкой LOINC с 1994 г. занимается североамериканская организация Regenstrief Institute, Inc. LOINC используется более чем в 140 странах мира.

Цель разработки и внедрения LOINC — содействие обмену и объединению результатов исследований. Большинство клиничко-диагностических лабораторий мира кодируют результаты тестов с помощью собственных внутренних кодов. Для того чтобы медицинские информационные системы могли принять результаты проведенных исследований, необходимо либо каждый раз создавать перекодировщик из внутренней системы кодов в свою, либо использовать LOINC.

LOINC позволяет определить не только тип выполненного теста, но и особенности методики его проведения. Для этого в LOINC предусмотрено 6 главных классифицирующих осей, логическое взаимодействие которых и выделяет уникальный параметр в классификации.

1. Component field — множество параметров, которые измеряются, оцениваются, наблюдаются (например, эритроциты, время свертывания крови, парциальное давление кислорода и т.д.).
2. Kind of property — тип свойства, измеряемого у исследуемого параметра (например, масса, молярная концентрация и т.д.).
3. Time aspect — интервал времени, в течение которого проводится исследование (например, одномоментное, в течение часа, в течение суток и др.).
4. System/Specimen — система, в которой проводилось исследование или тип образца, который брался для проведения исследования (например, артериальная кровь, сердце как орган и т.д.).
5. Type of — тип шкалы измерения (например, количественный, порядковый, качественный, описательный).
6. Type of method — тип метода, которым проводилось измерение (например, микроскопия, иммунофлюоресцентный анализ, расчетный и т.д.).

Подобным образом на настоящий момент в LOINC описано более 60 тыс. диагностических тестов. Это позволило LOINC выиграть конкуренцию с другими терминологическими словарями в области описания лабораторных исследований. Поэтому HL7, начиная с версии 2.3, рекомендует использовать именно коды LOINC как наиболее полные и динамично развивающиеся.

LOINC является также рекомендованным словарем кодирования лабораторных тестов, согласно требованиям к МИС Министерства здравоохранения РФ. Однако в отечественных разработках как МИС МО, так и лабораторных систем поддержка LOINC встречается чрезвычайно редко, что удивительно — использование этой номенклатуры должно быть конкурентным преимуществом. О поддержке словаря LOINC в

своих системах заявляют ЗАО «БиоХимМак» для своей ЛИС «MeDaP-LIS» и ООО «Асклепиус» для госпитальной АИС «АСКЛЕПИУС».

### 13.4.3. DICOM

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) относится к немногочисленным стандартам структурирования информации, отвечающим за хранение и обмен медицинскими данными. Стандарт DICOM узкоспециализированный.

DICOM — стандарт создания, визуализации, хранения и передачи растровых медицинских изображений, полученных с помощью методов лучевой диагностики (радиология, эндоскопия, ультразвуковые исследования), и документов обследованных пациентов. Поддерживается большинством производителей медицинских приборов соответствующего назначения. Опирается на стандарт ISO. Осуществляется расширение его функциональности на область ЭКГ.

DICOM определяет два информационных уровня: файловый и сетевой. Файловый уровень современного стандарта DICOM 3.0 включает описание данных пациента, модели аппарата, на котором проводилось исследование, и фирмы-производителя, МО, где осуществлялось исследование, персонала, вида исследования и даты его проведения, параметров изображения, а также сами изображения, некоторую служебную информацию.

DICOM Network используется для передачи медицинской информации от приборов в Picture Archiving and Communication System (PACS-систему) и для связи между PACS-системами протокола TCP/IP.

DICOM 3.0 обеспечивает возможность интеграции медицинского оборудования от разных производителей. Успешно используется также при интеграции приборов с МИС.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ К РАЗДЕЛУ 4

1. Труды каких ученых сыграли определяющую роль для становления кибернетики как самостоятельной науки?
2. Дайте определение кибернетики как науки.
3. Приведите примеры первых экспериментальных и клинических автоматизированных медицинских систем.
4. В чем заключается принципиальная особенность системного подхода?

5. Что такое управление? Перечислите основные элементы контура управления.
6. Какова роль обратной связи для живых систем?
7. Укажите виды медицинской информации по содержанию и сфере применения.
8. Приведите примеры зрительной медицинской информации.
9. Что такое информационный процесс?
10. Назовите объект и предмет науки «медицинская информатика».
11. Дайте определение понятия «модель».
12. Что подразумевается под понятием «моделирование»?
13. На какие этапы разделяется процесс моделирования?
14. В чем заключается отличие моделей данных от моделей систем?
15. В какой области медицинских задач используются так называемые камерные модели? Для какой цели они используются?
16. В чем заключается процедура идентификации параметров модели?
17. В каких случаях для описания и исследования медицинского или биологического объекта выбирается метод математического моделирования?
18. Какой фундаментальный закон лежит в основе создания математических моделей динамических систем? Сформулируйте этот закон.
19. Как подбирается время введения следующей дозы лекарственного вещества при длительном режиме лечения?
20. Какие методы исследования поведения систем дифференциальных уравнений вам известны?
21. В чем состоит метод качественного исследования поведения нелинейных систем?
22. Дайте определение понятия «медицинская информационная система».
23. На каких системообразующих факторах была построена первая классификация медицинских информационных систем?
24. На какие классы и виды были подразделены МИС в классификации С.А. Гаспаряна?
25. Расскажите о современной классификации МИС.
26. Какие автоматизированные системы поддерживают клинический уровень здравоохранения?

27. Какие медицинские информационные системы должны использоваться на учрежденческом, муниципальном, городском, субъектовом уровнях здравоохранения?
28. Что такое ЕГИСЗ?
29. Что такое стандарт?
30. Какие уровни стандартизации различают?
31. Для чего нужны стандарты в здравоохранении?
32. Что такое интероперабельность?
33. Назовите категории стандартов, обеспечивающих интероперабельность.
34. Какие организации занимаются разработками стандартов для информатизации здравоохранения?
35. Чем различаются стандарты HL7 v.2 и v.3?
36. Для чего нужна номенклатура SNOMED CT?
37. Что такое LOINC?
38. Для чего применяется стандарт DICOM?

# РАЗДЕЛ 5

## ИНФОРМАТИЗАЦИЯ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

### Глава 14

## МЕДИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ

### 14.1. МЕДИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ НАЗНАЧЕНИЕ

Системы, которые поддерживают процессы, связанные с профессиональной деятельностью медицинских работников: диагностику, лечение, реабилитацию, профилактику, — называют медико-технологическими (МТС). Их используют в своей работе медицинские специалисты, которые непосредственно взаимодействуют с пациентом: врачи клинических отделений, врачи функциональной, лучевой и лабораторной диагностики, врачи-фармакологи, врачи-гигиенисты, медицинский персонал среднего звена.

Медико-технологические системы обеспечивают специфику информационной поддержки в отрасли. В их разработке принимают участие многие медицинские научно-исследовательские центры и коллективы, МТС представляют большинство среди всех МИС.

В задачи МТС входит:

- ведение необходимой для решения прикладных задач информации о пациенте с возможностью ее накопления в базах данных;
- обработка представленной в электронной форме информации, получение характеристик состояния органов и систем;
- контроль персональных параметров здоровья, сравнение с пороговыми значениями, динамическая оценка;
- контроль пограничных и угрожающих состояний;

- обработка медицинских изображений с целью получения более высокого качества и (или) выделения диагностически значимых объектов, построения трехмерного изображения;
- анализ информации с выдачей заключений на профессиональном языке пользователя для поддержки принятия решений при оценке состояния пациента, диагностике заболеваний, прогнозировании, выборе лечебной тактики, назначении лечения;
- представление всей формируемой информации в удобном для восприятия виде, облегчающем и ускоряющем интерпретацию данных;
- нормативно-справочная информация при осуществлении медико-технологических процессов.

Медико-технологические системы по своему назначению, как уже говорилось в главе 12, делятся на 3 вида:

- 1) автоматизированные системы для обработки медицинских сигналов и изображений;
- 2) автоматизированные системы (АС) для слежения за жизненно важными функциями организма;
- 3) автоматизированные системы консультативной помощи в принятии решений.

## **14.2. ВОЗМОЖНОСТИ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ И ИЗОБРАЖЕНИЙ**

Медицинские сигналы и изображения позволяют исследовать состояние органов и (или) физиологических систем организма. Их обработка часто занимает большое количество времени и отличается высокой рутинностью. Попытки автоматизировать этот процесс осуществлялись с того момента, как только вычислительные технологии стали доступны в медицинской области. В настоящее время трудно назвать физиологические сигналы, при обработке которых не использовались бы алгоритмы автоматизации. АС обработки медицинских сигналов и изображений используются в подразделениях функциональной, лучевой, клинко-лабораторной, морфологической, цитогенетической и молекулярно-генетической диагностики (рис. 14.1). Они являются самыми многочисленными среди всех разработанных МТС.

**Виды диагностики:**

- Функциональная диагностика
- Клиническая лабораторная диагностика
- Лучевая диагностика:
  - Рентгеновская диагностика
  - Ультразвуковая диагностика
  - Радиоизотопные методы исследования
  - Диагностика с помощью магнитного резонанса

**Методы исследований:**

- ЭКГ, реография, капнография, спирография, пневмотахография, электроэнцефалография
  - Компьютерная микроскопия
    - Рентген, КТ
  - УЗИ, ЭХО, доплерография
    - МРТ, ЯМР
- сцинтиграфия, позитронно-эмиссионная томография
  - и др.

**Рис. 14.1.** Основные виды диагностики и методы исследования, для автоматизации которых используются автоматизированные системы обработки медицинских сигналов и изображений

Можно встретить разные названия этого класса систем в литературе: АС клиничко-лабораторных исследований, аппаратно-программные комплексы, медицинские приборно-компьютерные системы, измерительные или микропроцессорные медико-технологические системы и т.д.

Разработка МТС началась в начале 70-х годов прошлого века, когда стали появляться микропроцессорные устройства. Одно из направлений их развития было связано с научно-исследовательской деятельностью клинических институтов и высших учебных заведений, где стояла задача достижения максимальной информации и автоматизации процессов обработки сигналов, получаемых с медицинской аппаратуры. Разрабатываемые алгоритмы реализовывались на цифровых электронно-вычислительных машинах, к которым подключалась медицинская аппаратура, чаще всего силами медиков-исследователей и научных сотрудников клинических подразделений. Развитие по другому пути происходило в технических НИИ, на заводах и фирмах, производящих медицинскую аппаратуру. Инженеры-специалисты не

только выполняли на микросхемах медицинских приборов регистрацию сигналов и изображений, но и использовали уже существующие алгоритмы их обработки и анализа. Каждое из направлений развития имело свои достоинства и недостатки. Со временем шло сближение сопоставимых по целевому назначению, но построенных разными способами АС для обработки медицинских сигналов и изображений, и в настоящее время эти системы обладают практически одинаковыми возможностями.

Выделяют следующие этапы работы АС обработки медицинских сигналов и изображений:

- регистрация;
- обработка;
- представление результатов обработки и анализа данных.

Технологическая цепочка регистрации медицинских сигналов и изображений включает:

- датчики и электроды, обеспечивающие съём информации (рис. 14.2), которые преобразуют физические характеристики организма в электрические сигналы;

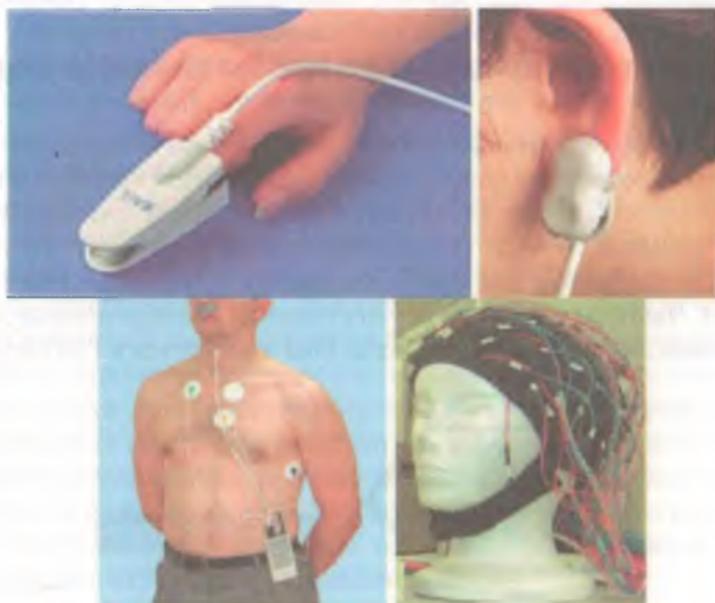


Рис. 14.2. Средства для съема информации

- измерительные модули, приборы, обеспечивающие измерение, преобразование, аппаратную фильтрацию, усиление сигналов (рис. 14.3). Получаемые на выходе из измерительных модулей кривые (электрокардиограмма, реограмма, пневмотахограмма, капнограмма, фотоплетизмограмма и др.) являются аналоговыми (непрерывными) сигналами;



Рис. 14.3. Схема работы измерительного модуля

- аналого-цифровой преобразователь, обеспечивающий преобразование информации в цифровой формат для последующего хранения и обработки в современных вычислительных устройствах;
- вычислительное устройство, обеспечивающее обработку полученных в результате оцифровки аналоговых сигналов и изображений цифровых массивов с помощью специальных алгоритмов, а также при возможности построение заключений.

### 14.2.1. Принцип аналого-цифрового преобразования медицинских сигналов

**Аналого-цифровой преобразователь (АЦП)** — это стандартное устройство для преобразования непрерывного сигнала в дискретную цифровую форму. Аналоговый сигнал является непрерывной функцией напряжения от времени, в АЦП он преобразуется в многократную последовательность цифровых значений, сделанных с определенной частотой (рис. 14.4). Частота, с которой осуществляется преобразование, называется частотой дискретизации сигнала. Она измеряется в Гц (1/с).

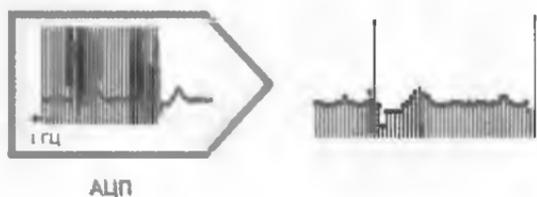


Рис. 14.4. Схема процесса аналого-цифрового преобразования

Любой сигнал может представляться набором синусоид. Чем чаще изменяется сигнал, тем больше синусоид нужно для его описания. Представление сигнала как набора синусоид называется *спектром сигнала*. Для того чтобы получить представление сигнала в цифровой форме, достаточное для выявления необходимых для обработки сигнала характерных точек, в соответствии с теоремой Котельникова—Шеннона, частота дискретизации должна вдвое превышать максимальную частоту спектра сигнала.

Таким образом, чем быстрее меняется сигнал, тем большая частота дискретизации требуется. Так, для оцифровки кардиологических кривых используется большая частота дискретизации, чем для респираторных, например, для ЭКГ частота дискретизации равна 500 Гц, для реографического сигнала — 100 Гц, а капнографического — 25 Гц.

### 14.2.2. Принцип аналого-цифрового преобразования изображений

Медицинское изображение исходно может быть получено как в аналоговом, так и в цифровом формате. Аналоговый формат предполагает зафиксированные на твердых носителях (например, пленках) или видимые на экранах диагностического оборудования изображения. Этот формат требует оцифровки для последующей обработки, передачи и хранения в информационных системах. В зависимости от вида изображения (статическое или динамическое), его размера, характера аналогового носителя, требований к качеству получаемого цифрового изображения выбирают технологии его оцифровки с помощью сканеров, цифровых фотоаппаратов или камер.

Принцип оцифровки изображений состоит в том, что аналоговое изображение преобразуется в структурированный в виде двумерного массива набор (растр, решетка, сетка), состоящий из отдельных элементов — пикселей (точек). Для каждого такого элемента может независимо задаваться цвет и яркость в виде цифровых характеристик.

Если изображение черно-белое, то значение каждого пикселя соответствует градациям (яркости) серого цвета. Согласно рекомендациям Американского института радиологии, в диагностическом устройстве для рентгеновских снимков число градаций серого должно быть не менее 1024 (10 бит), для других изображений лучевой диагностики — не менее 256 (8 бит). Современные цифровые рентгеновские аппараты обеспечивают 4096 (12 бит) градаций яркости.

Если изображение цветное (говорят: «с палитрой»), в каждом пикселе хранится информация о компонентах цвета, чаще всего красной (R),

зеленой (G) и синей (B). Тремя байтами (по одному на описание градаций каждого основного цвета) можно задать 16 млн различных цветов, что в медицине явно избыточно.

Чтобы не потерять при оцифровке изображения мелкие детали и не исказить изображение, очень важно правильно выбирать размер пиксела. Этот размер не должен превышать половины размера минимальной детали изображения. Согласно рекомендациям того же Американского института радиологии, для рентгенологических снимков разрешающая способность (число точек на единицу длины) получаемого изображения должна быть не менее 5–7 точек/мм. Таким образом, рентгенограмма размером 350×430 мм будет представлять собой матрицу около 2000×2500 пикселов. Если при этом соблюдать рекомендации по градациям серого цвета (не менее 10 бит на 1 пиксел), то размер файла с оцифрованным изображением такого разрешения будет составлять несколько Мбайт.

Следует отметить, что современные сканеры способны практически стопроцентно снять всю информацию с негатива.

Для исходного создания высококачественных видеокадров или изображений в диагностической аппаратуре используют цифровые камеры. Сущность их работы состоит в следующем: главным элементом является светочувствительная матрица, которая состоит из массива фотоэлементов. Каждый фотоэлемент вырабатывает электрический сигнал, пропорциональный количеству попавшего на него света. При использовании фильтров фотоэлемент может регистрировать яркость одного из основных цветов (R, G, B). Весь массив информации считывается с фотоэлементов, преобразуется в цифровой вид и обрабатывается встроенным микропроцессором или программным обеспечением компьютера.

Полученные в результате оцифровки аналоговых сигналов и изображений цифровые массивы передаются в память вычислительного устройства, где обрабатываются с помощью специальных алгоритмов. Алгоритмы для ввода, обработки медицинских сигналов и изображений, а также построения заключений составляют основу программного обеспечения таких АС (рис. 14.5).



Рис. 14.5. Пример АС для обработки электроэнцефалограммы

### 14.2.3. Принципы обработки медицинских сигналов и интерпретации полученной информации

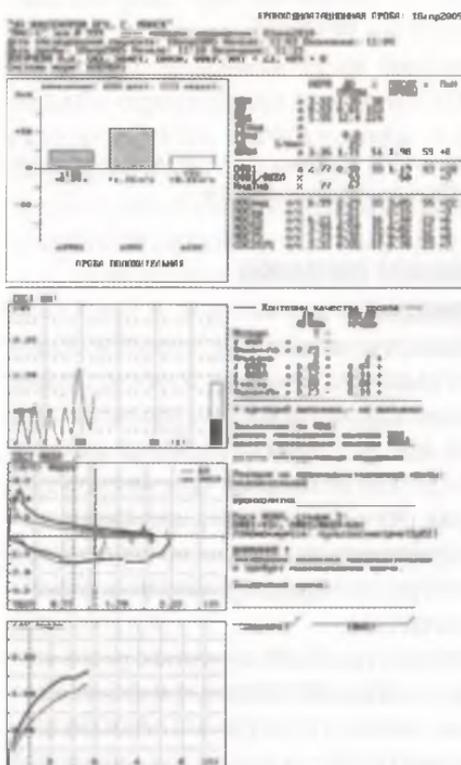
Суть обработки сигналов (в большинстве случаев) состоит в поиске так называемых реперных (характерных, ключевых) точек с целью определения величин физиологических параметров. Как правило, эти значения являются минимумами или максимумами, перегибами или переходами через нулевое значение и т.д. Для их поиска часто используются математические функции и процедуры (например, дифференцирование, интегрирование и др.). По характерным точкам производится расчет временных интервалов и амплитуд, которые применяют в формулах для вычисления параметров гомеостаза.

Обработка сигналов в АС может осуществляться в разных режимах: автоматически, без участия врача; в полуавтоматическом режиме, когда врач помогает выделить характерные точки с помощью специальных реперов; и в автоматизированном варианте, когда результат автоматической разметки предъявляется врачу для редактирования. Последние режимы особенно важны при обработке «сложных» неритмичных сигналов.

Модули анализа полученной в результате обработки информации далеко не всегда присутствуют в данном классе АС, так как их разработка чаще всего требует проведения серьезного статистического анализа и научного исследования. Разработчики используют разные методы и

подходы для построения заключений. Их цель — помочь медикам справиться с большим объемом данных, обеспечив им надежную поддержку для диагностики и лечения.

Наиболее широко представлены аналитические модули в системах функциональной диагностики, где имеются общепринятые нормы для показателей функции внешнего дыхания (ФВД), центральной гемодинамики (ЦГД), периферического и регионального кровообращения и др.



**Рис. 14.6.** Пример построения заключений в АС исследования функции внешнего дыхания (данные с сайта [http://www.upitehprom.by/spiro\\_art01](http://www.upitehprom.by/spiro_art01)): ЖЕЛ — жизненная емкость легких; ОФВ<sub>1</sub> — объем форсированного выдоха за первую секунду; ФЖЕЛ — форсированная жизненная емкость легких

Так, большинство современных АС исследования ФВД способны автоматически формировать медицинское диагностическое заключение в виде синдромального заключения о состоянии вентиляционной функции легких с указанием типа и степени нарушений, интерпретировать функциональные пробы, оценивать воспроизводимость основных показателей (жизненная емкость легких, объем форсированного выдоха за первую секунду, форсированная жизненная емкость легких) и их динамику, анализировать правильность выполнения спиро- и пневмотахометрии (рис. 14.6).

В системах функционального исследования сердца и гемодинамики (с регистрацией и обработкой ЭКГ, измерением артериального давления, фонокардиографией в покое и при проведении нагрузочных проб, точным мониторингом АД и ЭКГ, вазографических кривых исследования ГД и др.) многие разработчики реализуют программы интерпретации изменения иссле-

дуемых параметров для взрослых и детей, способные автоматически выявлять нарушения предварительно установленных пределов, эпизоды патологических изменений *ST*-сегмента, АД, ЧСС и др. (рис. 14.7).

Благодаря системам автоматизации обработки медицинских сигналов стало возможным появление новых методик, использование которых было затруднительным из-за больших объемов вычислений. Данные методики дают возможность на основе стандартных исследований получать новые данные о функциональном состоянии систем и органов. Так, например, кардиоинтервалография позволяет оценивать вегетативный баланс организма путем анализа изменений ритма сердца во время регистрации электрокардиограммы (запись в течение 5 мин) и выполнения ряда простых проб (запись ЭКГ в положениях стоя, при специальных дыхательных упражнениях). Кардиовизор позволяет регистрировать электрофизиологические процессы, которые являются интегральной составляющей временных изменений перфузии, микроциркуляции и метаболических процессов в миокарде на основе исследования динамики ЭКГ (рис. 14.8).



Рис. 14.7. Пример ЭКГ-интерпретации в АС компании «Шиллер»



Рис. 14.8. Итоговое заключение о функциональном состоянии миокарда в АС Кардиовизор (с сайта <http://biosite.ru>)

#### 14.2.4. Принципы обработки и анализа медицинских изображений

Обработка изображений имеет специфику по используемым специальным алгоритмам и является многоплановой задачей, в которой должны реализовываться следующие возможности:

- фильтрация шумов;
- геометрическая коррекция, например вращение и масштабирование;
- цветовая и градационная коррекция: изменение яркости и контраста, квантование цвета, преобразование в другое цветовое пространство, усиление локальных контрастов и т.п.;
- сравнение двух изображений и более (например, нахождение корреляции с эталонным изображением);
- комбинирование изображений различными способами;
- интерполяция и сглаживание;
- разделение изображения на области (сегментация изображений), выделение контура исследуемых областей;
- редактирование и ретуширование;
- компенсация потери резкости;
- восстановление изображений.

В результате обработки должно получаться новое изображение, лучше исходного, в частности возможно построение трехмерного (правильнее — псевдотрехмерного) изображения.

Алгоритмы обработки изображений могут обеспечить также расчет количественных показателей (например, измерение фракции выброса левого желудочка сердца по динамической последовательности изображений, подсчет количества и типа клеток в поле микроскопа и т.д.) или решать некоторые задачи, которые невыполнимы при ручной обработке, такие, как точная регистрация мультимодальных изображений (совмещение изображений, полученных разными методами лучевой диагностики) (рис. 14.9).

Распознавание патологических процессов — одна из наиболее важных задач обработки медицинских изображений. За рубежом такие системы называют компьютерными системами диагностики — CAD (Computer Added Diagnostic). Их алгоритмы анализа, как правило, включают в себя сегментацию изображения, выделение подозрительных на патологию объектов из общего изображения, параметрическое описание этих объектов и отнесение к определенному классу.



**Рис. 14.9.** Объединение изображений УЗИ и МРТ (томографический срез справа и такой же срез, полученный ультразвуковым датчиком, слева)

Основная идея процесса сегментации состоит в следующем: каждая точка (пиксел) изображения связана с такими характеристиками, как яркость, цвет и текстура. В пределах одного объекта или одной части объекта эти характеристики изменяются относительно мало, при переходе через границу от одного объекта к другому обычно происходит существенное изменение одной или сразу нескольких характеристик. Большинство алгоритмов разбиения изображения основано на определении градиента яркости.

В качестве методов параметрического описания выделенных объектов можно выделить текстурный (описание структуры и присутствие повторяющихся частей), гистограммный (показатели яркости) и морфометрический (выделение геометрических параметров и подсчет количества микрообъектов на единице площади) анализы с использованием математических методов.

Классификация объектов может проводиться по методу нейронных сетей, опорных векторов, дискриминантного анализа и др.

Известны АС с модулями анализа изображений в области цифровой рентгенографии, компьютерной томографии, скинтиграфии.

Применение систем распознавания образов и анализа изображений в микробиологических исследованиях не только позволяет ускорить процедуру количественного анализа, но и дает важную информацию качественно нового уровня, практически недоступную при визуальном наблюдении или с использованием только традиционной микробиологической техники (световая и электронная микроскопия).

Например, одним из методов объективизации дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных процессов служит окрашивание парафиновых срезов азотнокислым серебром с целью

выявления так называемых областей ядрышковых организаторов (подсчитывается количество гранул серебра в 100 клетках и вычисляется среднее количество гранул в ядре).

При внедрении компьютерной системы анализа изображений на базе микроскопа с цифровой камерой и персонального компьютера возможно оценивать не только количество гранул серебра в ядрах клеток, но и их среднюю и суммарную площадь на ядро. После проведения статистических расчетов оказалось, что наиболее значимым критерием для дифференциальной диагностики аденом с тяжелой дисплазией и рака служит даже не количество гранул серебра в ядре, а их суммарная площадь на ядро. Так, при аденомах нередко наблюдались многочисленные гранулы мелких размеров, суммарная площадь которых была небольшой, тогда как при раке гранулы были, как правило, крупные и даже при меньшей численности занимали большую площадь. Таким образом, анализ параметра, недоступного оценке человеческим глазом (суммарная площадь нескольких, иногда 10–20, отдельных объектов), играл решающую роль в выполнении дифференциально-диагностической задачи. Следует отметить существенное сокращение (в 4–5 раз) времени, затрачиваемого на проведение исследования, по сравнению с ручной обработкой<sup>1</sup>.

Таким образом, современное развитие систем цифрового изображения дало активный толчок появлению алгоритмов автоматизированной диагностики патологических процессов, хотя эти задачи еще далеки от своего разрешения.

Кроме специализированных алгоритмов для ввода, обработки и анализа сигналов и изображений, программное обеспечение таких АС включает встроенную базу данных (для хранения архива сигналов, изображений, заключений), а также интерфейс, обеспечивающий взаимодействие медицинского работника с АС. В последнее время в связи с появлением очень больших по объему изображений, видеорядов такие архивы сохраняются не на персональных компьютерах, а в специальных хранилищах на дисковых массивах серверов (например, для PACS).

Итак, АС обработки медицинских сигналов и изображений позволяют осуществлять:

- настройку на исследование — ввод анкетных, антропометрических данных, определение объема и режима исследования, ввод

<sup>1</sup> По данным Вестника инфектологии и паразитологии:  
<http://www.infectology.ru/microscopy/today/oncology.aspx>.

специализированной информации после установки датчиков на пациента;

- проведение исследования с визуализацией кривых, изображений (при необходимости — в режиме реального времени), с возможностями остановки изображения, выбора необходимых участков для анализа, наложение и совмещение изображений, запись в базу данных;
- обработку сигналов и изображений с представлением результата в цифровом и графическом виде, что облегчает интерпретацию данных;
- анализ полученных в результате обработки данных и построение диагностических заключений;
- получение твердых копий (распечатка на бумаге, запись на диск, флэш-носитель) как исходных сигналов, так и всех результатов;
- работу с базой данных системы.

В настоящее время АС обработки медицинских сигналов и изображений (для отделений функциональной, лучевой, клиничко-лабораторной диагностики и др.) представлены многочисленными различными зарубежными и отечественными системами. Они различаются по используемым алгоритмам, функциональным возможностям, вычислительной технике, возможностям расчета производных показателей и построения заключений, настройке на конкретную медицинскую аппаратуру, интерфейсам взаимодействия с пользователем и другими информационными системами. АС разных производителей чаще всего не могут обмениваться информацией. Для интеграции систем необходимы стандарты протоколов обмена (в современных системах используется стандарт DICOM), а также применение для кодирования медицинских терминов международной систематизированной номенклатуры.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

### 15.1. ЭЛЕМЕНТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВРАЧА КАК ОБЪЕКТЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Лечебно-диагностический процесс (ЛДП), включая оздоровительно-профилактический, — *это процесс управления состоянием пациента с целью его улучшения.* Таким образом, пациент — это сложная динамическая система, рассматривается как объект управления в ходе ЛДП, а врач — как лицо, принимающее решения, т.е. субъект управления.

В зависимости от вида оказываемой лечебно-профилактической помощи учреждения практического здравоохранения делятся на амбулаторно-поликлинические, стационарные и санаторно-курортные.

Лечебные учреждения амбулаторно-поликлинического типа представляют медицинскую помощь тем категориям пациентов, чье состояние здоровья не требует экстренной или плановой госпитализации. Таких больных обследуют на приеме и назначают лечение в домашних условиях, при необходимости обеспечивают соответствующим объемом квалифицированной помощи на дому. Осмотр, постановка диагноза и назначение комплекса лечебных мероприятий в данном случае проводятся участковым врачом или врачом общей практики. Учреждения амбулаторно-поликлинического типа в числе прочего также осуществляют диспансеризацию населения.

При состояниях, требующих комплексной диагностики и лечебных мероприятий, использования специального оборудования, серьезных хирургических вмешательств, постоянного контроля со стороны медицинского персонала и интенсивного ухода, медицинская помощь оказывается в специализированных учреждениях стационарного типа. Необходимость госпитализации пациента в стационар определяется участковым врачом амбулатории или поликлиники, а при развитии у больного неотложных состояний — врачом скорой помощи или приемного отделения стационара. Выделяются детские поликлиники и стационары.

При отсутствии в необходимости госпитализации комплексная диагностика с использованием сложного медицинского оборудования может производиться в консультативно-диагностическом центре (КДЦ).

Отдельно выделяются следующие учреждения:

- станции скорой медицинской помощи, учреждения экстренной медицинской помощи, включая санитарную авиацию;
- специализированные медицинские учреждения для оказания акушерско-гинекологической помощи, к которым относятся женские консультации, родильные дома, родильные и специализированные гинекологические отделения и стационары.

Специализированная помощь по направлениям (психиатрия, кожно-венерологические болезни и т.п.) оказывается на догоспитальном этапе в специализированных диспансерах, на госпитальном — в специализированных больницах.

Несмотря на различные режимы реализации ЛДП, в нем может быть выделен ряд последовательно осуществляемых этапов:

- первый этап — сбор и обработка информации о пациенте и его состоянии с помощью всех имеющихся в арсенале современной медицины методов;
- второй этап — диагностика состояния организма пациента. Это может быть нозологическая диагностика, синдромальная диагностика, а также диагностика некоего недифференцированного состояния пациента, на которое необходимо реагировать;
- третий этап — выбор управляющих воздействий на основе прогнозирования возможных результатов их применения. Подразумевает выбор лечебных и профилактических мероприятий, оценку риска, связанного с их проведением, выбор тактических решений и т.д.;
- четвертый этап — реализация управляющих воздействий;
- после реализации выбранного комплекса воздействий вновь начинается сбор информации о состоянии пациента для его контроля и своевременного внесения корректив в лечебно-диагностический процесс.

Как и любой другой процесс управления, ЛДП основывается на информации, которая используется для выбора управляющих воздействий. В ходе реализации ЛДП врач использует медицинскую информацию разных видов — клиническую (сведения о состоянии организма пациента по данным различных методов клинических исследований); эпидемиологическую (о наличии вспышки инфекционных заболеваний); экологическую — о превышении вредных веществ в окружающей

среде; научную (сведения из научных и профессиональных публикаций о современных подходах к проблемам профилактики, диагностики и терапии); общественную (о политике в области здравоохранения); конъюнктурную (сведения о новых технологиях, препаратах и оборудовании медицинского назначения).

**Информатизация ЛДП** — совокупность мероприятий, обеспечивающих медицинских работников информационно-коммуникационными компьютерными средствами и результатами их применения в практике.

Среди основных видов деятельности врача принято выделять следующие.

- Профилактическая деятельность:
  - мероприятия, ориентированные на предупреждение возникновения инфекционных заболеваний;
  - осуществление диспансерного наблюдения для предупреждения развития хронических заболеваний;
  - проведение санитарно-просветительной работы.
- Диагностическая:
  - диагностика заболеваний и патологических состояний на основе владения пропедевтическими и лабораторно-инструментальными методами исследования;
  - диагностика неотложных состояний;
  - диагностика беременности;
  - судебно-медицинская экспертиза.
- Лечебная:
  - оказание первой помощи при неотложных состояниях;
  - лечение с использованием терапевтических и хирургических методов;
  - ведение беременности (в особенности — патологической), прием родов;
  - проведение лечебно-эвакуационных мероприятий в условиях чрезвычайной ситуации.
- Реабилитационная:
  - использование средств лечебной физкультуры, физиотерапии, нетрадиционных методов (рефлексотерапии, фитотерапии, гомеопатии).
- Организационно-управленческая:
  - осуществление медико-тактических мероприятий в условиях чрезвычайной ситуации (развертывание полевых госпиталей, сортировка пострадавших и т.д.);

- организация труда медицинского персонала;
- ведение учетно-отчетной медицинской документации;
- проведение экспертизы временной и стойкой утраты трудоспособности.

Анализируя широкий спектр различных видов деятельности в лечебном отделении, необходимо обратить внимание на элементы работы врача, требующие информационной поддержки: сбор и фиксация информации о пациенте (первичный осмотр, текущие осмотры, осмотры дежурным врачом, осмотр врачом-консультантом); всесторонний анализ клинической информации (оценка тяжести состояния, предварительный диагноз, дифференциальный диагноз, развернутый клинический диагноз); принятие тактических и терапевтических решений (план лабораторных и инструментальных обследований, консультаций, медикаментозной и немедикаментозной терапии, решения о переводе пациента в другое лечебное учреждение, решение о выписке пациента); формирование медицинских документов (эпикризы, выписки, направления).

Таким образом, использование современных информационно-коммуникационных технологий в ходе ЛДП должно обеспечить:

- формирование первичной медицинской документации в электронном виде с учетом фактов оказания медицинской помощи;
- предоставление справочной и консультативной поддержки принятия всех видов решений;
- информационное взаимодействие между различными медицинскими организациями в рамках оказания медицинской помощи, включая направление пациентов в другие медицинские организации для проведения лабораторных и диагностических обследований, а также для получения медицинской помощи.

Специфика работы учреждений скорой медицинской помощи диктует необходимость автоматизации функций регистрации и диспетчеризации вызовов, отслеживания состояния подвижного состава (местонахождение, занятость), ведения специальных журналов. Выездной бригаде предоставляется оперативный доступ к информации о месте направления пациента в ближайший стационар.

Медицинским организациям в сфере гематологии, трансфузиологии и трансплантологии необходима автоматизация процессов учета доноров, лиц, имеющих противопоказания к донорству, запасов донорских материалов и препаратов на их основе, а также ведения списка очередников.

Интегральной оценкой информатизации врачебной деятельности могут служить две базовые характеристики — полнота и уровень информатизации.

Полнота информатизации дает возможность оценить долю функций медицинского персонала, при реализации которых используются информационные технологии. При этом могут быть условно выделены три градации: информатизация основных функций, информатизация части функций, начальный уровень информатизации.

Информатизация любой функции врача может быть реализована на разных уровнях:

- ввод в компьютер произвольной информации с последующим ее хранением и использованием в процессе деятельности;
- использование шаблонов, справочников и баз данных;
- автоматизация сбора и обработки регистрируемой физиологической, лабораторной и радиологической информации;
- интеллектуальная поддержка деятельности врача при принятии решений на разных этапах оказания пациенту медицинской помощи;
- передача информации в консультативных или организационных целях в другие медицинские учреждения.

Таким образом, полнота в большей степени является количественной характеристикой процесса информатизации врачебной деятельности, а уровень — его качественной характеристикой.

## 15.2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ И СТРУКТУРИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Клиническая медицинская информация относится к слабоструктурированной и слабоформализованной области знаний, где используется широкий профиль понятий и характеристик уровня проявлений состояния пациента. К существенным недостаткам традиционного способа фиксации информации о пациенте в ходе ЛДП (записи в амбулаторных картах и историях болезни) можно отнести: обилие несущественной информации; отсутствие четкой структуры описаний и вследствие этого возможную потерю важной информации; слабую формализацию данных, допускающую неоднозначность их трактовки.

В ходе ЛДП врач выполняет с медицинской информацией следующие действия: поиск, сбор, фиксацию и анализ. Реализация второго

уровня информатизации врачебных функций, связанных с поиском, сбором и фиксацией медицинской информации, требует проведения большого объема предварительной работы по созданию структурированных и формализованных вопросников, шаблонов, системных списков и структуры баз данных. Иными словами, это работа по формализации информации декларативного, т.е. фиксирующего, характера — о фактах и свойствах предметной области.

Повсеместное внедрение принципов структуризации и формализации клинической информации способно существенно улучшить качество ее сбора и облегчить получение врачом качественной информации о пациенте и, следовательно, должно положительно влиять на принятие всех дальнейших врачебных решений.

Для реализации максимального уровня информатизации врачебной деятельности — возможности автоматизированной интеллектуальной поддержки принятия решений — необходима формализация информации не только декларативного, но и процедурного характера. Эта информация обеспечивает согласование полученных данных и представляет собой описание процедур и алгоритмов способов решения задач в предметной области.

**Формализация декларативной информации** — это, по сути, такой способ описания свойств реальных объектов, при котором формируются конечное число понятий, характеризующих объект (т.е. некая область определения для рассматриваемой проблемы), и перечень возможных значений для каждого из выделенных понятий. Формализация позволяет заменить или улучшить неточные и многословные описания объекта ограниченным набором однозначно интерпретируемых признаков (понятий).

Основной объем работы по формализации декларативных знаний для практической медицины включает в себя работу по формализации клинических данных о пациенте, диагностических заключений, данных для реализации лечебных и тактических решений и обычно предусматривает создание:

- формализованных карт, вопросников, протоколов, бланков и т.п. для фиксации результатов осмотра лечащим врачом, врачами-консультантами и результатов лабораторно-инструментальных методов исследования пациента;
- структурированной базы диагностических заключений, содержащей названия нозологических форм, синдромов, симптомокомплексов;

- базы названий лабораторно-инструментальных методов обследований и консультаций;
- базы лекарственных средств и немедикаментозных методов лечения, процедур и манипуляций.

### 15.2.1. Формализация клинических данных

К формализованным вопросам (картам), используемым для сбора клинической информации о пациенте, предъявляется ряд требований:

- полнота — врач должен иметь возможность с использованием формализованной карты зафиксировать всю информацию или ее большую часть, необходимую для решения поставленной задачи;
- однозначность — все формулировки формализованной карты должны быть однозначно интерпретируемы, используемые аббревиатуры обязательно сопровождаются расшифровкой;
- правильная организация — структура и объем формализованной карты должны соответствовать источнику информации и поставленным задачам.

Признаки, описывающие состояние пациента, могут быть разделены на следующие типы:

- качественные, по отношению к которым приемлем один из двух взаимоисключающих ответов — да/нет, беспокоит/не беспокоит, определяется/отсутствует (например, кашель, одышка, боль, отеки и т.п.);
- количественные — выражаются числом с указанием единиц измерения ( $t$  тела, ЧД, ЧСС, АД);
- классификационные — выражаются словами, аббревиатурой, цифрами (например, группы крови: I(0), II(A), III(B), IV(AB)).

Последовательность сбора и фиксации информации по результатам опроса и осмотра пациента должна соответствовать следующим принципам, принятым в пропедевтике внутренних болезней.

- Жалобы.
- История настоящего заболевания (*Anamnesis morbi*).
- История жизни (*Anamnesis vitae*).
- Настоящее состояние (*Status praesens*):
  - общий осмотр (общее состояние, сознание, телосложение, температура тела, лимфатические узлы, костно-мышечная система и т.д.);
  - система органов дыхания;
  - система органов кровообращения;

- желудочно-кишечный тракт;
- нервная система и органы чувств.

При описании состояния отдельных систем организма пациента рекомендуется единая, принятая в пропедевтике схема (последовательность): осмотр, пальпация, перкуссия, аускультация.

Фиксация качественных клинических признаков обычно сопровождается указанием ряда атрибутов (характер процесса, условия появления, локализация, распространенность и т.д.). Для обеспечения возможности оценки динамики качественного признака возникает необходимость использовать порядковые атрибуты, по отношению к которым допустимы операции сравнения («больше», «меньше»). Например, интенсивность процесса — одышка незначительная (умеренная, сильная, резко выраженная).

Многочисленные работы по созданию формализованных карт (историй болезни) ведутся в нашей стране с 60-х годов прошлого века. Были разработаны машинно-ориентированные истории болезни для ведения больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, гастроэнтерологических больных, с нефрологической и урологической патологией, а также для больных отделений хирургии, неврологии, гинекологии и др. Глубокий анализ и обобщение накопленного опыта позволили создать «Структурированный справочник симптомов для формирования формализованных историй болезни» (Гаспарян С.А. и соавт., 2008). Особенность данного терминологического справочника — его универсальный характер: в нем собраны описания (термины) для обозначения всех органов и систем организма. Поэтому такой справочник может быть использован для формирования проблемно-ориентированного формализованного вопросника. В состав указанного структурированного справочника симптомов включены основные словари (охватывающие термины основных разделов истории болезни) и вспомогательные словари («Интенсивность», «Продолжительность», «Время возникновения, усиления» и т.д.) — содержащие атрибуты, характерные для описания различных симптомов.

Разработка формализованных бланков (протоколов) для фиксации результатов лабораторных, радиологических инструментальных методов диагностики тесно связана с созданием базы соответствующих методов исследования, представленных в конкретной МО. Для реализации возможности информационной поддержки принятия решений по формированию плана дополнительных обследований в создаваемой

базе в формализованном виде должна быть отражена информация о названии исследований, методах и условиях их проведения, субстрате (для лабораторных методик).

Структура и состав вопросов, входящих в бланк для фиксации результатов, полностью определяются видом соответствующего исследования.

Для формализованного описания назначения консультаций и результатов, получаемых врачами-специалистами, следует опираться на формализацию методов специальных исследований. В соответствующих протоколах (бланках) должны быть информация о специальности врача-консультанта, о цели консультации, а также формализованный бланк-вопросник для записи результатов консультации.

### 15.2.2. Формализация диагностических заключений

Диагноз (клинический, патологоанатомический, судебно-медицинский) — обязательная составная часть медицинской документации: карт амбулаторного и стационарного больного, протокола патологоанатомического вскрытия, судебно-медицинской экспертизы трупа. Согласно одному из наиболее полных определений (БМЭ), *диагноз — это краткое врачебное заключение о патологическом состоянии здоровья обследуемого, об имеющихся у него заболеваниях (травмах) или о причине смерти, оформленное в соответствии с действующими стандартами и выраженное в терминах, предусмотренных действующими классификациями и номенклатурой болезней*; содержанием диагноза могут быть также особые физиологические состояния организма (беременность, климакс, состояние после разрешения патологического процесса и др.), заключение об эпидемическом очаге.

В настоящее время в работах, посвященных теории построения медицинского диагноза, сформулированы разнообразные подходы к его классификации. Однако в соответствии с общепризнанными правилами процесса классификации деление на классы проводится по единому основанию (признаку), и таким основанием деления должен быть признак, указывающий на существенное различие между членами деления. Такой классифицирующий признак для медицинского диагноза — основная функция, которую он выполняет, а именно:

- клинический диагноз способствует комплексному лечению и вторичной профилактике;

- патологоанатомический диагноз — выявлению основной и непосредственной причины смерти больного, умершего от болезни;
- судебно-медицинский диагноз — выявлению криминальной причины смерти;
- санитарно-эпидемический диагноз — выявлению особенностей появления, формирования и распространения эпидемического очага.

Среди перечисленных видов медицинского диагноза непосредственно к лечебно-диагностическому процессу относится клинический диагноз. Общепринятая формула для построения клинического диагноза — выделение трех рубрик (по И.В. Давыдовскому).

1. Основное заболевание — нозологическая форма (единица), имеющая в данный момент наиболее выраженные проявления, угрожающие здоровью и жизни больного, по поводу которого проводится лечение. Для патологоанатомического диагноза основным заболеванием является нозологическая форма (единица), которая сама по себе или через связанные с ней осложнения послужила причиной смерти больного.
2. Осложнения основного заболевания — симптомы, синдромы и патологические процессы, патогенетически тесно связанные с основным заболеванием, но имеющие качественно новые признаки, отличные от признаков основного заболевания.
3. Сопутствующие болезни — нозологические единицы, этиологически и патогенетически не связанные с основным заболеванием и его осложнениями, которые не оказали на их развитие и течение неблагоприятного влияния или не способствовали наступлению смерти.

Клинический диагноз формулируется в условиях стационара или при амбулаторно-поликлиническом наблюдении пациента. Это заключение в процессе наблюдения за больным может дополняться и изменяться. С целью отражения хода ЛДП в формализованное описание клинического диагноза включают соответствующий «динамичный» атрибут, который может принимать следующие значения:

- диагноз направившего учреждения;
- диагноз при поступлении;
- предварительный клинический диагноз;
- развернутый клинический диагноз;
- заключительный клинический диагноз.

Для формулировок развернутого и заключительного клинического диагноза основополагающим и приоритетным является нозологический принцип. Для обеспечения терминологического единства при формулировании диагностических заключений, помимо использования МКБ, необходимо сформировать базы интранозологических дополнительных характеристик (форма патологии, характер течения, степень активности процесса, степень тяжести заболевания). За основу рекомендуется брать общепризнанные и наиболее распространенные классификации соответствующих нозологических форм.

Таким образом, формализованное описание клинического диагноза должно включать в себя атрибут стадии лечебно-диагностического процесса, а также следующие рубрики.

- Основное заболевание:
  - название нозологии (в соответствии с рубриками МКБ);
  - клиническая, клинико-морфологическая или патогенетическая форма;
  - характер течения;
  - стадия (фаза) и степень активности патологического процесса;
  - степень тяжести заболевания (или тяжесть функциональных расстройств).
- Осложнения основного заболевания (по возможности с указанием степени тяжести этих нарушений).
- Сопутствующие заболевания.

**Пример:** развернутый клинический диагноз.

Основное заболевание. *Инфаркт миокарда, острый, трансмуральный, задней и боковой стенок левого желудочка (дата).*

Осложнения основного заболевания. *Острая левожелудочковая недостаточность IIб. Отек легких.*

Сопутствующие болезни. *Хронический холецистит в стадии ремиссии.*

Обеспечение информационной поддержки лечебных и тактических решений требует реализации формализованного описания ряда блоков:

- режим;
- диета;
- лекарственные средства;
- немедикаментозные методы лечения;
- перечень возможных тактических решений врача.

При разработке соответствующих формализованных справочников необходимо ориентироваться на общепринятые и наиболее распро-

страненные классификации и формулировки. Например, формализованное описание раздела «Режим» включает в себя градации:

- строгий постельный;
- постельный;
- палатный;
- общий.

Основные лечебные диеты, которые применяют в медицинских организациях, классифицируются в соответствии с перечнем диет.

Формирование листа медикаментозных назначений в обязательном порядке включает в себя фиксацию следующих атрибутов лекарственного препарата:

- название;
- способ введения;
- лекарственная форма;
- схема введения (с указанием времени и дозы).

Для информационной поддержки формирования медикаментозных назначений в указанном виде требуется разработка базы лекарственных средств, структура которой должна соответствовать принятой в клинической фармакологии классификации. В настоящее время таких классификаций существует несколько, и они основаны на различных признаках лекарственных средств:

- по химическому строению (например, группа салицилаты: аспирин, салициламид, метилсалицилат — препараты, полученные на основе ацетилсалициловой кислоты);
- по фармакологическому действию (вазодилататоры — расширяющие сосуды, спазмолитики — устраняющие спазм сосудов, анальгетики — снижающие болевое раздражение);
- по нозологическому признаку (например, средства для лечения инфаркта миокарда, бронхиальной астмы и т.д.);
- анатомо-терапевтическо-химическая классификация — международная классификация, в которой учитываются фармакологическая группа препарата, его химическая природа и нозология заболевания, для лечения которого предназначен препарат.

Среди классификаций лекарственных средств, наиболее часто используемых в практической медицине, можно отметить классификацию, разработанную академиком М.Д. Машковским, а также справочники Видаль и Государственный реестр лекарственных средств.

Структурированный и формализованный перечень немедикаментозных методов лечения должен быть, во-первых, ориентирован на

возможности конкретного лечебного учреждения, а во-вторых, желательно оперировать названиями процедур и манипуляций, представленными в номенклатуре медицинских услуг. Например, «промывание желудка», «постановка горчичников», «наложение гипсовой повязки при переломах костей», «воздействие электрическим полем ультравысокой частоты», «лечебная физкультура при заболеваниях позвоночника» и т.д.

# АЛГОРИТМЫ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ

Формализация медицинской информации процедурного характера, относящейся к ЛДП, связана с разработкой и представлением алгоритмов анализа медицинской информации с целью формирования диагностических заключений, планов дополнительного обследования и лечения, тактических решений.

По принципу построения алгоритмы анализа медицинской информации можно разделить на две принципиально различные группы:

- 1) вычислительные алгоритмы, в основу которых положена обработка данных методами математической статистики и распознавания образов;
- 2) алгоритмы, основанные на знаниях, базирующихся на основных закономерностях предметной области, полученных в результате теоретических исследований, практической деятельности и профессионального опыта.

## 16.1. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АЛГОРИТМЫ АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Применение математических (вычислительных) подходов к медицинской диагностике сводится к задаче распознавания образов (под образом в данном случае понимается группа сходных по проявлениям заболеваний, состояний и т.п.).

Активное внедрение методов распознавания в медицину началось уже в первой половине 60-х годов XX в. Среди основных направлений использования такого анализа медицинской информации могут быть указаны:

- дифференциальная диагностика;
- выявление при массовых профилактических или профессиональных осмотрах лиц с повышенным риском заболевания;
- прогнозирование течения заболевания, оценка тяжести состояния;

- эффективность лечения;
- исход заболевания.

Формально задачу медицинской диагностики можно представить как задачу классификации, которая состоит в установлении соответствия совокупности выявленных симптомов (параметров) конкретному заболеванию. Результатом могут быть два варианта решения: 1) однозначное решение в пользу одного из диагнозов (детерминистский подход) или 2) вероятностное (в процентах) указание о возможном диагнозе у пациента (стохастический подход).

В рамках логического подхода каждое заболевание характеризуется определенным набором симптомов, которые располагают в строгой последовательности. Наличие симптома соответствует «1», а отсутствию — «0». Таким образом, заболевание описывается многозначным двоичным числом типа 1001 ... 101. Конкретный клинический случай кодируется по аналогичному принципу и затем сравнивается с кодом заболевания. В качестве результата будет однозначное указание на один из возможных вариантов ответа или сообщение о ненайденном соответствии.

В реальности такие ситуации с патогномичными симптомами весьма редки. Чаще мы наблюдаем случаи, когда один или несколько симптомов встречаются при различных патологиях, но с разной частотой и (или) выраженностью. После расчета вероятности каждого симптома при каждом заболевании может быть построена диагностическая таблица, которая позволит для вновь поступившего пациента по имеющимся у него симптомам рассчитать вероятность каждого из рассматриваемых заболеваний. Также каждому из признаков может придаваться весовой коэффициент, заранее определенный врачами для разных заболеваний, при которых встречаются одни и те же симптомы.

Еще один принципиально важный подход к классификации вычислительных алгоритмов диагностики основывается на количестве первоначальной (априорной) информации о предметной области и распознаваемых объектах. В зависимости от возможности описать признаковое пространство и перечень диагностируемых классов предметной области, а также сформулировать правила отнесения распознаваемого объекта к одному из указанных классов выделяют вычислительные алгоритмы диагностики (табл. 16.1):

- без обучения (обучение на примерах);
- с обучением (обучение с учителем);
- с самообучением (обучение без учителя).

В случае обучения на примерах предусматривается введение в готовом виде описания признакового пространства, перечня распознаваемых классов и их описание на языке признаков, а также способа отнесения распознаваемого объекта к конкретному классу. Такой подход накладывает очень высокие требования к достаточности исходной информации о предметной области и распознаваемых объектах. Необходимо располагать сведениями о вероятностях рассматриваемых заболеваний в различных условиях и вероятностях симптомов при различных заболеваниях; пользоваться унифицированными словарями для описания нозологических форм, патологических состояний, клинических симптомов, симптомокомплексов и синдромов; оперировать едиными диагностическими критериями. При описании обучения распознаванию «на примерах» можно встретить термин «системы без обучения», так как все основные характеристики для работы распознающего алгоритма задаются в уже готовом виде.

**Таблица 16.1.** Вычислительные алгоритмы диагностики

Основные характеристики распознавания	Обучение на примерах	Обучение с учителем	Обучение без учителя
Признаковое пространство	+	+	+
Перечень классов	+	+	—
Правила отнесения к классам	+	—	—

Для реализации действительного обучения необходимо сформировать так называемую обучающую выборку — некоторое множество реальных клинических случаев с достаточно полным описанием признаков и симптомов, а также с известными верифицированными диагнозами. Такое множество необходимо для определения статистически «типичной» картины («образа») каждого из рассматриваемых заболеваний (состояния, синдрома) и выполняет роль своеобразного «учителя». Сформировать обучающую выборку можно как на ретроспективном материале (по историям болезни), так и в проспективном исследовании. Чрезвычайно важны полнота собираемого клинического материала и его объем при минимальном количестве пропущенных значений используемых параметров.

Еще одно важное для процесса обучения условие — наличие критерия, по которому оценивают качество распознавания. В практической медицине это минимизация ошибок диагностики, но в последнее время это может быть минимизация времени или расходов на распоз-

навание. Исходно необученный алгоритм производит распознавание предлагаемых признаков и симптомов, классифицирует состояние и сравнивает свои результаты с правильным ответом, поступающим от учителя (с «образом заболевания»). По результатам сравнения с указанным критерием алгоритм корректирует параметры решающей функции (рис. 16.1).

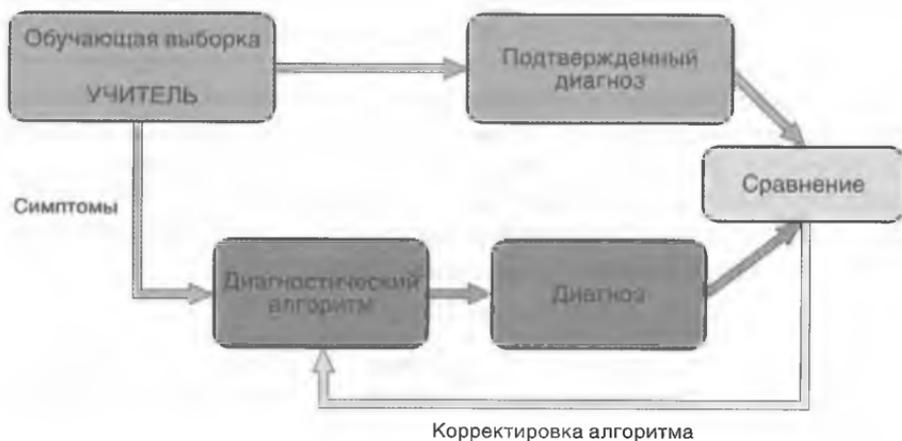


Рис. 16.1. Принцип построения диагностического алгоритма с обучением

Обучение распознающего алгоритма на основе подхода «обучение без учителя» способствует созданию некоторой классификации, вытекающей из описания признаков. Алгоритм сам проводит границы между классами, основываясь на том, чтобы близость объектов по заданному критерию внутри класса была максимальной, а между классами — минимальной. Задачи такого рода могут также решаться различными методами кластерного анализа.

### 16.1.1. Основные этапы работы вычислительного алгоритма диагностики

Функциональная схема работы любого распознающего алгоритма должна включать в себя ряд обязательных этапов:

- предобработка данных;
- обучение распознаванию;
- принятие решения;
- оценка эффективности алгоритма распознавания.

На 1-м этапе прежде всего решается задача создания формализованного описания объектов распознавания. Формулируется перечень распознаваемых процессов или явлений (заболеваний, синдромов, состояний) и принцип их классификации. Составляется перечень признаков или параметров для описания выбранных классов. Создается формализованная карта параметров с их градациями, по возможности различающаяся для объектов разных классов. Продумывается система (шкала) кодирования градаций параметров.

2-й этап работы алгоритма распознавания — обучение, связан с его настройкой на множество возможных входных данных. В соответствии с рассмотренными выше принципами обучения используются или правила распознавания в готовом виде, или возможность сформировать правила распознавания в процессе работы с обучающей выборкой.

3-й этап — принятие решения, является наиболее значимым в цикле работы алгоритма распознавания с точки зрения его характеристики в целом. Выделяют два основных класса задач, решаемых на этапе принятия решений:

- распознавание — отнесение предъявляемых объектов к определенным классам с помощью применения известных правил классификации. Это наиболее типичная задача медицинской диагностики. Перед тем как алгоритм сможет выполнять данную функцию, применяется обучение с учителем на примере обучающей выборки;
- классификация (таксономия) — разбиение множества объектов на непересекающиеся классы по их формализованным описаниям. Данная задача решается в тех случаях, когда от алгоритма не требуется отнесения входных образов к каким-либо определенным классам, а требуется лишь способность различать их каким-либо способом по определенным признакам. Например, выделение групп риска при массовых профилактических осмотрах. Для обеспечения решения задачи классификации часто используется процедура обучения без учителя.

Окончанием работы любого алгоритма диагностики должна быть оценка правильности его работы. Принято выделять два типа ошибок диагностики:

- 1) ошибка 1-го рода — гипердиагностика — алгоритм констатирует заболевание у здорового человека;
- 2) ошибка 2-го рода — гиподиагностика — алгоритм не распознает заболевание у больного пациента.

Считается, что в практической медицине более опасна и недопустима гиподиагностика, т.е. необнаруженное, а потому оставленное без лечения заболевание. Это утверждение особенно справедливо для тяжелых состояний, инфекционных и социально значимых заболеваний. Для оценки качества работы диагностического алгоритма используют две операционные характеристики, которые определяются на контрольной выборке при наличии так называемого референтного метода диагностики — мнения эксперта, результатов врачебного консилиума (табл. 16.2):

- чувствительность — доля пациентов с диагностированным (с помощью правила) заболеванием среди всех пациентов с данным заболеванием в выборке, т.е. отношение числа истинно положительных результатов к числу случаев с наличием заболевания. Характеризует способность решающего правила выявить болезнь;
- специфичность — доля пациентов с недиагностированным заболеванием (с помощью правила) среди пациентов без данного заболевания в выборке, т.е. отношение числа истинно отрицательных результатов к общему числу случаев с отсутствием заболевания. Характеризует способность решающего правила выявить отсутствие болезни.

Таблица 16.2. Референтный метод диагностики

Диагностический алгоритм	Выявлена болезнь	Отсутствует болезнь
Выявлена болезнь	A: истинно-положительный результат	B: ложноположительный результат (ошибка 1-го рода)
Отсутствует болезнь	C: ложноотрицательный результат (ошибка 2-го рода)	D: истинно-отрицательный результат

На основании данных, представленных в табл. 16.2, характеристики качества работы распознающего алгоритма рассчитываются следующим образом:

чувствительность диагностического алгоритма =  $A / (A + C) \cdot 100\%$ ;

специфичность диагностического алгоритма =  $D / (B + D) \cdot 100\%$ .

Один из способов оценки качества полученного диагностического алгоритма — проведение скользящего экзамена. Суть его заключается в том, что данные каждого пациента по очереди исключаются из обучающей выборки, процедура классификации повторяется без него, а затем

данные исключенного пациента подставляются в полученное правило и оценивается правильность диагностики.

### 16.1.2. Основные подходы к распознаванию образов

При решении наиболее часто встречающихся в практической медицине задач — дифференциальной диагностики и прогнозирования — основным подходом для реализации алгоритмов распознавания образов является применение теоремы Байеса и методов дискриминантного анализа.

Формула Байеса позволяет разработать вероятностный алгоритм распознавания без обучения. Такой подход дает возможность определить вероятность заболевания (из ограниченной группы различных заболеваний) у пациента с некоторым набором симптомов. Основа для расчетов — информация об априорной вероятности  $P(D_j)$  появления данного заболевания в случайной выборке (т.е. до предъявления сведений о рассматриваемом клиническом случае) и условной вероятности наличия симптомов при указанном заболевании  $P(S|D_j)$ .

$$P(D_j|S) = \frac{P(D_j)P(S|D_j)}{\sum_{j=1}^d P(D_j)P(S|D_j)}, \quad j = 1, 2, \dots, d,$$

где  $D_j$  — заболевание из рассматриваемой группы;  $S (S_1, S_2, \dots)$  — набор симптомов.

При использовании формулы Байеса предполагается ряд допущений:

- проявление симптомов у больного дискретно (т.е. принимает значения «есть» или «нет») и статистически независимо;
- каждое заболевание имеет свои непересекающиеся наборы симптомов.

В реальных клинических ситуациях указанные допущения практически не выполнимы, так как, во-первых, существует большое количество симптомов, встречающихся при различных заболеваниях, а во-вторых, наблюдается патогенетическая связь многих симптомов, что отражается в их статистической корреляции. Отмеченные особенности предметной области накладывают определенные ограничения на широкое использование формулы Байеса для решения задач в медицине.

**Дискриминантный анализ** как раздел многомерного статистического анализа включает в себя методы классификации наблюдений в случае,

когда исследователь обладает так называемыми обучающими выборками («классификация с учителем»).

Для реализации данного метода исследуемые объекты графически можно отобразить в некотором признаковом пространстве, на осях координат которого представлены шкалы соответствующих признаков. В общем случае рассматриваемое признаковое пространство будет многомерным. В частных случаях могут быть рассмотрены ситуации с трехмерным и двухмерным признаковым пространством. Например (рис. 16.2), обучающая выборка представлена пациентами с двумя четко различающимися формами патологии  $D_1$  и  $D_2$ , которые характеризуются определенными значениями двух диагностически важных признаков (симптомов) —  $S_1$  и  $S_2$ .

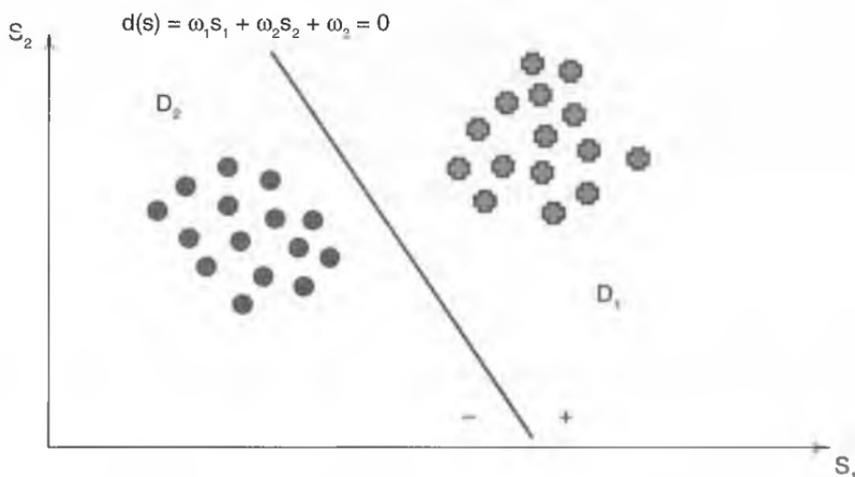


Рис. 16.2. Обучающая выборка пациентов с патологиями  $D_1$  и  $D_2$

Для представленного двухмерного признакового пространства можно построить некоторую прямую, отделяющую пациентов с патологией  $D_1$  от пациентов с патологией  $D_2$ . Уравнением такой прямой является линейная функция вида:

$$d(s) = \omega_1 s_1 + \omega_2 s_2 + \omega_3 = 0,$$

где  $\omega_i$  — параметры;  $s_1, s_2$  — переменные.

Очевидно, что подстановка в уравнение значений признаков любого пациента с патологией  $D_1$  даст положительное значение. Отрицательное значение функция  $d(s)$  примет при подстановке образа, относящегося

к классу  $D_2$ . Таким образом, функцию  $d(s)$  можно использовать в качестве *решающей* (или *дискриминантной*) функции. При рассмотрении образа вновь поступившего пациента с неизвестной патологией можно утверждать, что он относится к группе с патологией  $D_1$ , если  $d(s) > 0$ , и к группе с патологией  $D_2$ , если  $d(s) < 0$ .

С геометрической точки зрения при увеличении размерности признакового пространства до трех дискриминантная функция будет определять разделяющую плоскость, а в  $p$ -мерном пространстве — гиперплоскость.

Для минимизации числа признаков может проводиться последовательное изъятие признаков и устанавливаться «критерий полезности» признаков для выявления отличия одного образа от другого.

### 16.1.3. Основные недостатки вычислительных алгоритмов диагностики

Обладая определенными достоинствами и прежде всего тем, что с их помощью реализуется попытка объективизировать имеющуюся информацию о заболеваниях, статистические методы страдают рядом недостатков. Во-первых, информация, необходимая для построения статистических моделей, часто отсутствует. Для ее накопления, хранения и обработки требуется отдельный и весьма значительный объем работы. Кроме того, внесение в статистическую модель новой информации приведет к необходимости изменения модели и перерасчету всех вероятностей. Во-вторых, базовые предположения о статистической независимости симптомов и наличии непересекающихся множеств симптомов при различных патологиях, на которых строится работа статистических алгоритмов диагностики, не приемлемы для медицины. И, в-третьих, возможно, наиболее существенный недостаток вычислительных алгоритмов диагностики связан с самим методом некоторых математических операций, который нельзя объяснить врачу с использованием привычных для него конструкций (особенности признакового пространства, патогенез, этиология, здравый смысл).

## 16.2. АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ, ОСНОВАННЫЙ НА ЗНАНИЯХ, И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

В процессе постановки диагноза врач оперирует прежде всего своими знаниями и применяет различные способы поиска решений, свойственные человеку. Размышления, умозаключения, обобщение и абстрагирование, базирующиеся на фундаментальных научных знаниях по медицине, субъективных знаниях, полученных в результате практической работы, здравом смысле, — вот что составляет основу интеллектуальной деятельности диагноста. Отображение и автоматизированная реализация таких врачебных знаний представляют собой сложнейшую проблему и находятся в центре внимания интенсивно развивающейся области информатики, называемой искусственным интеллектом. Впервые термин «искусственный интеллект» предложил в 1956 г. знаменитый американский ученый Джон Маккарти (John McCarthy).

**Искусственный интеллект** — это область компьютерной науки, занимающаяся моделированием определенных аспектов человеческого способа приобретения и использования знаний, или имитация некоторых аспектов мыслительной деятельности человека. Использование принципов искусственного интеллекта, логики врачебного мышления позволяет строить компьютерные системы для диагностики, прогноза и выбора лечебной тактики, которые могут отражать знания о патогенезе заболеваний.

### 16.2.1. Знания и особенности их приобретения

Под знаниями подразумеваются *закономерности предметной области (принципы, связи, законы), полученные в результате теоретических исследований, практической деятельности и профессионального опыта, позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области.*

Знания характеризуются наличием ряда свойств:

- внутренняя интерпретируемость — в отличие от данных, которые можно интерпретировать только в соответствии со способами их использования, знания могут быть интерпретированы сами по себе;
- структурированность — информационные единицы знаний обладают гибкой структурой, которая позволяет организовать их разделение или объединение по типу взаимоотношений «часть—целое», «род—вид», «элемент—класс»;

- связность — между элементами знаний можно установить причинно-следственные, иерархические и другие связи;
- семантическая метрика — свойство, характеризующее ситуационную (контекстную) близость элементов знаний по смыслу;
- активность — в отличие от данных, которые сами по себе всегда пассивны, элементы знаний активизируют деятельность человека, инициируя определенные процедуры, алгоритмы, планы и т.д.

В качестве основных информационных единиц знаний могут быть названы базовые элементы, отражающие объекты реального мира (сущности, события, значения), связи между объектами, аксиомы (утверждения, заранее рассматриваемые как достоверные), теоремы (утверждения, степень достоверности которых заранее неизвестна), алгоритмы, концепции и стратегии.

Необходимые знания для построения алгоритмов поддержки принятия решений частично могут быть отражены в литературе, но в большей степени ими располагают эксперты — высококвалифицированные специалисты в конкретной предметной области. Таким образом, процесс приобретения требуемых знаний включает в себя поиск их источников и непосредственное извлечение (выявление) знаний.

Применяемые методы извлечения знаний принято делить:

- на текстологические — предполагают извлечение знаний из документов (методик, пособий, руководств) и специальной литературы (статей, монографий, учебников);
- коммуникативные — охватывают все виды контактов с живым (интерактивным) источником знаний — экспертом.

Интеллектуальные системы включают знания двух типов. Знания 1-го типа: общезначимые факты, явления, закономерности — истины, признанные в данной предметной области и зафиксированные в справочниках, монографиях, статьях. Знания 2-го типа: эмпирические правила (т.е. полученные опытным путем), эвристики (личностные представления) и интуитивные соображения, которые дают возможность опытному врачу эффективно принимать решения даже в условиях неполных и противоречивых исходных данных (последнее может быть обусловлено наличием признаков, относящихся к другим заболеваниям). Интеллектуальные системы оказываются тем эффективнее, чем выше удельный вес знаний 2-го типа.

Все знания о болезнях разделяются на декларативные — для описания собственно заболевания (клиническая картина, дополнительные синдромы) и процедурные, указывающие на то, как использовать

знания в процессе диагностики. Для того чтобы знания можно было использовать при построении автоматизированных систем, их формализуют. Под формализацией понимается однозначное (иногда многозначное) описание клинических проявлений заболеваний (включающее дифференциально значимые признаки и их сочетания для отдельных болезней или групп заболеваний), профессиональных навыков, технологий, методов принятия решений, на основе которого возможно последующее моделирование деятельности врача и использование знаний в компьютеризированных системах, в данном случае экспертных или интеллектуальных.

Знания предметной области по источникам можно разделить на фактические (наблюдаемые) и эвристические (отыскиваемые в памяти, основанные на «догадке» врача). Фактические знания — это хорошо известные в данной предметной области факты, описанные в учебниках, в специальной литературе. Однако их недостаток — отсутствие описания нестандартных (нетрадиционных) клинических проявлений заболеваний. Эвристические знания основаны на собственном опыте врача-эксперта, и чем выше его квалификация, что включает информацию о большом разнообразии встречавшихся ему клинических вариантов заболеваний (атипичных вариантов заболеваний) и редких нозологических форм, тем эффективнее будет созданная на основе его знаний экспертная система.

Важнейшую роль в приобретении знаний играет правильно организованное взаимодействие эксперта и инженера по знаниям (специалиста-когнитолога). Эксперт определяет знания (данные и правила), характеризующие проблемную область, обеспечивает их полноту и правильность. Инженер по знаниям помогает эксперту выявить и структурировать знания, определяет форму их формального представления. По способу взаимодействия эксперта и инженера по знаниям коммуникативные методы извлечения знаний могут быть разделены на пассивные и активные. В пассивных методах ведущую роль играет эксперт, а инженер по знаниям только протоколирует рассуждения эксперта по принятию решений или записывает то, что эксперт считает нужным сказать во время беседы или лекции. В активных методах ведущая роль, инициатива принадлежит инженеру по знаниям, который активно контактирует с экспертом различными способами — как в индивидуальном режиме (интервью, анкетирование, свободный диалог), так и в группах («круглый стол», «мозговой штурм», ролевые игры). На выбор методики извлечения знаний влияют характер предметной области,

личностные особенности участников (эксперта и когнитолога), а также особенности научных школ, к которым они принадлежат.

### 16.2.2. Модели представления знаний

Общепризнано, что одной из основных трудностей при построении баз знаний является способ представления полученных от эксперта знаний, доступный для дальнейшей автоматизированной обработки. В настоящее время разработано множество моделей представления знаний.

На базе подхода, в большей степени теоретическом, создаются модели, основанные на формальной логике (исчисление высказываний, предикатов).

На основе подхода, ориентированного на принципы организации человеческой памяти и моделирование механизмов решения задач человеком, разработаны и получили наибольшую известность следующие модели:

- продукционные — модели, основанные на правилах, позволяют представить знание в виде предложений типа: «ЕСЛИ условие, ТО действие»;
- сетевые (или семантические сети) — представляют собой граф, отображающий смысл целостного образа; узлы графа соответствуют понятиям и объектам, а дуги — отношениям между объектами;
- фреймовые — основываются на таком понятии, как фрейм, — структуре данных для представления некоторого концептуального объекта.

Еще одно направление в рамках искусственного интеллекта — с определенным ограничением относимое к бионическим — основано на предположении о том, что если в искусственной системе воспроизвести структуры и процессы человеческого мозга, то и результаты решения задач такой системой будут подобны результатам, получаемым человеком. К группе таких моделей представления и обработки знаний ряд исследователей относят нейронные сети и генетические алгоритмы.

### 16.2.3. Системы продукций

Системы продукций берут свое начало в работах американского математика и логика Э. Поста (E. Post). Для рассматриваемой модели представления знаний характерно четкое разделение между данными

(фактами), операциями и управлением. Таким образом, в состав продукционной системы должны входить три модуля:

- 1) база правил (знаний);
- 2) рабочая память (база данных или фактов);
- 3) интерпретатор правил (решатель), реализующий определенный механизм логического вывода.

Любое продукционное правило, содержащееся в базе знаний, состоит из двух частей: антецедента и консеквента. Антецедент представляет собой посылку правила (условную часть) и состоит из элементарных предложений, соединенных логическими связками «и», «или». Консеквент (заключение) включает одно или несколько предложений, которые выражают либо некоторый факт, либо указание на определенное действие, подлежащее исполнению. Если условие выполняется, то правило может быть применено. Например:

**Если** (*скорость проводимой инфузии  $>500$  мл/ч*), **То** (*необходимо мониторировать центральное венозное давление*).

Интерпретатор осуществляет проверку применимости правил, затем выбирает, какое из нескольких применимых правил должно быть использовано (проблема разрешения конфликтов) и реализует исполнение выбранных правил.

Традиционные системы продукций имеют важную характерную особенность. Глобальная база данных (фактов) доступна для всех правил. Одни правила не инициализируют другие правила непосредственно (напрямую), а только через изменения в базе фактов. Это свойство позволяет организовать общие формальные стратегии управления выводом в системах продукций. Схемы организации структуры управления (интерпретатора) принципиально можно разбить на две группы:

- 1) прямая стратегия — «от данных к цели»;
- 2) обратная стратегия — «от цели к данным».

В первом случае проверяются левые части (условия) всех правил для определения применимых продукций. После разрешения возникших конфликтов происходит исполнение правых частей правил, что соответствует логическому выводу новых утверждений. После добавления выведенных утверждений в базу данных процедура повторяется. Процесс заканчивается, если в базу фактов поступает утверждение, являющееся решением, или выполняется продукция, которая предписывает окончание поиска.

При обратной стратегии осуществляется проверка некоторых утверждений, наиболее близких к решению. При этом в базе правил

проверяются правые части продукций с целью обнаружения в них искомого утверждения. Если такие правила найдены, то проверяются их левые части (условия) на соответствие базе данных.

В ходе работы интерпретатора возможно возникновение так называемой конфликтной ситуации, когда могут оказаться истинными условия более чем одной продукции. Совокупность таких продукций называется *конфликтным множеством*, а процедура выбора продукции из этого множества — *процедурой разрешения конфликта*. Среди основных способов разрешения конфликтов можно указать:

- случайный выбор;
- выбор по заранее оговоренному критерию, не изменяемому в ходе вычислительного процесса (например, первой применяется продукция с самыми жесткими требованиями — продукция с самым длинным списком условий, либо на продукциях задан полный порядок или иерархия, при этом первой применяется самая «старшая» продукция, и т.п.);
- выбор по критерию, формируемому динамически по ходу процесса, например приписыванием правилам и (или) компонентам базы динамически вычисляемых весов (приоритетов) (в этом случае первой для исполнения выбирается продукция с наивысшим приоритетом или продукция, условия (образец) которой удовлетворяется на данных, имеющих максимальный приоритет).

Процедура разрешения конфликта может использовать одну из стратегий: безвозвратную или пробную. При безвозвратной стратегии на каждом шаге вычислений из конфликтного множества для выполнения выбирается одна из подходящих продукций, и в дальнейшем вернуться к этой точке вычислений и применить другую продукцию невозможно. При пробной стратегии, называемой также бэктрекингом, обеспечивается возможность возврата к уже пройденной точке вычислений и применения другой (альтернативной) продукции из конфликтного множества.

Основные достоинства систем, основанных на продукционных моделях, связаны с простотой представления знаний и организацией логического вывода. К недостаткам таких систем можно отнести:

- отличие от структур знаний, свойственных человеку;
- неясность взаимных отношений правил;
- сложность оценки целостного образа знаний;
- низкую эффективность обработки знаний.

При разработке небольших систем (десятки правил) проявляются в основном положительные стороны продукционных моделей знаний, однако при увеличении объема знаний более заметными становятся слабые стороны.

### 16.2.4. Фреймовая модель

Термин «фрейм» (от англ. *frame* — каркас, рамка) введен Марвином Мински (Marvin Minsky) — профессором Массачусетского технологического института, автором ряда фундаментальных работ по искусственному интеллекту в 70-е годы прошлого века для обозначения структуры знаний по восприятию пространственных сцен. Фреймовая модель представляет собой логическую запись, включающую поля (подструктуры) для хранения информации. Соединив множество фреймов, можно построить фреймовую систему.

По сути, фреймы — это отдельные единицы представления знаний, в которых содержится информация, относящаяся только к описываемому этой структурой понятию (рис. 16.3). Все фреймы взаимосвязаны и образуют единую фреймовую структуру, в которой органически объединены декларативные и процедурные знания.

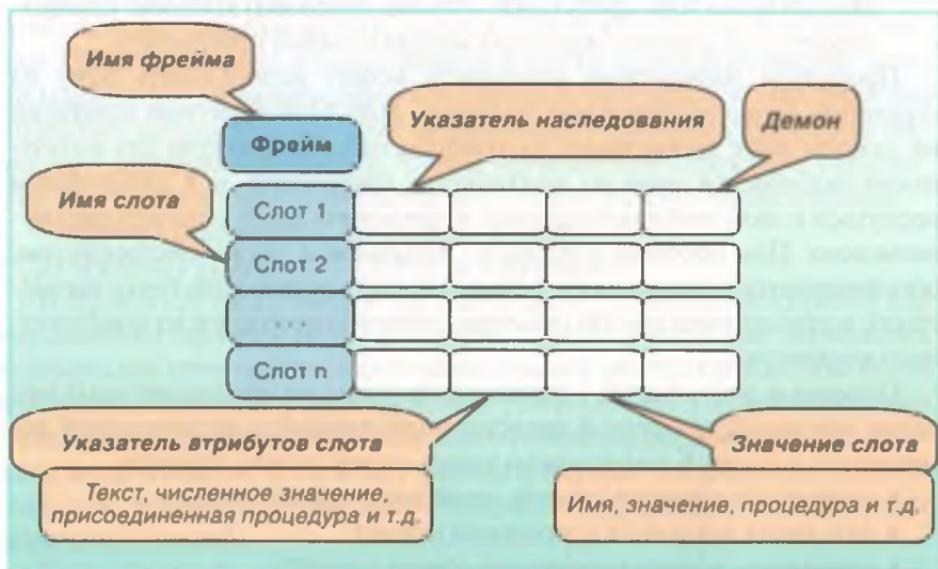


Рис. 16.3. Структура данных фрейма

Каждый фрейм должен иметь уникальное для рассматриваемой системы имя. Информация, относящаяся к фрейму, содержится в составляющих его слотах (от англ. *slot* — щель, прорезь). Каждый слот также должен иметь имя, уникальное в пределах данного фрейма. Структура слота включает в себя:

- указатель типа данных — целое число, текст, список, выражение, указатель на другой фрейм, присоединенная процедура и др.;
- значение слота — содержимое, которое соответствует заявленному типу данных (числовая или символьная константа, имя процедуры или другого фрейма).

Во фреймовых структурах иерархического типа, когда слот одного фрейма представляет собой фрейм нижнего уровня, присутствует компонент, отражающий тип наследования.

Дополнительный компонент, который может присутствовать в структуре фрейма, — демон: процедура, автоматически запускаемая при выполнении некоторого условия. Демоны запускаются при обращении к соответствующему слоту. Например, демон IF-NEEDED запускается, если в момент обращения к слоту его значение не было установлено; IF-ADDED запускается при подстановке в слот значения. Таким образом, фреймы могут содержать процедуры, управляющие преобразованием информации как внутри самого фрейма, так и в других узлах фреймовой сети.

Фреймовые модели достаточно универсальны, поскольку позволяют отобразить все многообразие знаний о мире посредством:

- фреймов-структур для обозначений объектов и понятий (система, синдром, стационар и т.п.);
- фреймов-ролей (лечащий врач, врач функциональной диагностики, заведующий отделением);
- фреймов-сценариев (лечебно-диагностический процесс);
- фреймов-ситуаций (кардиогенный шок, приступ удушья и т.д.).

К основным достоинствам фреймовой модели относятся:

- способность отражать концептуальную основу организации памяти человека;
- наглядность представления;
- модульность.

Основной недостаток фреймовых моделей — отсутствие явных механизмов управления выводом. Элементы, позволяющие реализовать вывод: демоны, присоединенные процедуры, ссылки и механизмы наследования — включены внутрь фреймовой модели.

### 16.2.5. Семантические сети

Семантическая сеть — информационная модель предметной области, имеющая вид ориентированного графа, вершины которого соответствуют объектам предметной области, а дуги (ребра) задают отношения между ними. Семантические сети состоят из узлов, представляющих концепты (понятия), и связей — отношений между ними (рис. 16.4).



Рис. 16.4. Пример семантической сети

Однородные семантические сети характеризуются одним типом отношений (стрелок). В неоднородных семантических сетях, где количество типов отношений больше двух, также встречаются связи:

- функциональные (определяемые обычно глаголами «производит», «влияет» ...);
- количественные (больше, меньше, равно);
- пространственные (далеко от, близко от, за, под, над ...);
- временные (раньше, позже, в течение ...);
- атрибутивные (иметь свойство, иметь значение).

Семантическая сеть может использоваться самостоятельно или в сочетании с фреймовым формализмом, что позволяет не производить полного перебора всех правил, а осуществлять целенаправленный поиск по сети фреймов.

Особенность, но одновременно и недостаток семантической сети — это ее целостность, т.е. невозможность разделить базу фактических знаний и механизм поиска решения.

### 16.3. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ/ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

Рассмотренные выше принципы построения алгоритмов, основанных на знаниях, для практического использования реализуют в виде особого класса компьютерных программ, имеющих специфическую организацию.

**Интеллектуальные медицинские системы** — *различного типа системы, опирающиеся на анализ знаний, полученных из литературы, при работе с высококвалифицированными специалистами и из данных историй болезней, подвергнутых последующему формальному и содержательному исследованию.*

Как правило, **экспертные системы** создаются для решения практических задач в предметных областях, где большую роль играют знания известных специалистов-экспертов. Несмотря на то что эксперт как высококвалифицированный специалист в конкретной области может наделить ЭС уникальными и ценными знаниями, для их дальнейшего эффективного использования требуются существенные усилия инженера по знаниям (когнитолога), а также специалистов по программированию. Таким образом, ЭС есть плод совместной работы экспертов в данной предметной области, инженеров по знаниям и программистов.

Близки к процессу традиционной дифференциальной диагностики заболеваний интеллектуальные системы на основе рассуждений, использующие понятия аргументов и контраргументов, т.е. утверждений «за» или «против» диагноза при наличии определенных признаков (показателей).

В табл. 16.3 представлены принципы процесса диагностики в медицинской практике и в интеллектуальной системе.

Познавательный цикл продуктивного (творческого) мышления для медицинской диагностики может быть представлен в следующем виде:

- 1) анализ результатов осмотра;
- 2) рассуждение и аргументация, включая аналогии;
- 3) гипотеза или альтернативные гипотезы;
- 4) верификация или фальсификация;
- 5) пополнение данных и знаний;

**Таблица 16.3.** Последовательность действий врача и интеллектуальной системы в процессе диагностики

В медицинской практике	В интеллектуальных системах
Подразделение признаков в зависимости от их диагностической ценности на патогномичные, важные, второстепенные	Упорядочение информации по степени существенности
Уменьшение диагностической неопределенности путем поиска идентифицирующих признаков	Устранение неопределенности посредством использования информации, упорядоченной по степени релевантности (существенности)
Мысленная самооценка наблюдаемых признаков и выдвигаемых гипотез, их отклонение/подтверждение с помощью дополнительно привлекаемой информации (мысленное рассуждение)	Рефлексивное управление (управление на основе анализа) — способность к оценке полученных результатов и выбранных средств получения этих результатов, к коррекции информации (полнение данных, отказ от некоторых данных, пересмотр результатов и т.п.)
Поиск аргументов и контраргументов или прецедента	Выбор стратегий, адекватных решаемой задаче
Распознавание состояний на основе «так как ... то ...»	Выведение логических следствий по принципу «если ... то ...»
Наличие фактов, характерных для ряда заболеваний, позволяет строить дифференциально-диагностические ряды	Поиск сходства фактов и генерирование предположений
Отклонение контраргументов и представление фактов, однозначно характерных для определенного диагноза	Верификация (проверка истинности) и фальсификация (порождение контраргументов) получаемых результатов

б) повторный цикл рассуждения и аргументации;

7) коррекция гипотезы.

Аргументационная логика врача-диагноста направлена, с одной стороны, на выявление признаков, подтверждающих предполагаемый им, предположительно наиболее вероятный диагноз («за»), а с другой стороны, на поиск альтернативных признаков, отрицающих другие заболевания («против»).

Ассоциативное устройство памяти человека выдвигает проблему учета и анализа ассоциативных знаний, которые должны находить свое отражение в системах искусственного интеллекта. Логика врачебного мышления включает ассоциативное мышление на разных этапах процесса обследования больного (например, внешний вид, особенности передвижения; физикальные данные, получаемые при аускультации,

перкуссии и т.п.). Мощност ассоциативного мышления возрастает с опытом врача, включая особенности связей, характерные для атипичных вариантов заболеваний и редких нозологических форм. Ассоциативные знания могут касаться причинно-следственных отношений не только между признаками, но и между состояниями — синдромами или болезнями (синдромы-предшественники и синдромы-потомки), а также в отношении одновременно отмечаемых у больного фоновых и (или) сопутствующих заболеваний. Это дает возможность учитывать, с какими болезнями/синдромами совместим текущий синдром (заболевание). На основе каузальных отношений строится как ретро-, так и проспективное изучение (анализ анамнеза, прогноз осложнений). Учет разнообразных взаимосвязей способствует повышению эффективности диагностических систем, так как позволяет активизировать дополнительные врачебные знания, в частности интуитивные представления при включении ассоциативных механизмов.

Ассоциативные связи, возникающие у врача или формируемые экспертной системой, позволяют учитывать: а) на фоне каких заболеваний мог развиваться наблюдаемый патологический процесс (анамнез); б) фоном для каких синдромов он может послужить в дальнейшем (прогноз); в) сочетание каких синдромов, наблюдаемых у пациента, не противоречит выдвинутой диагностической гипотезе; г) информацию о взаимоисключающих симптомах или болезнях (ассоциация по контрасту).

Особенности экспертных систем, отличающие их от других распознающих программ, заключаются в том, что они должны обладать следующими качествами:

- компетентностью — возможностью достигать экспертного уровня решений, т.е. в конкретной предметной области подобного уровня профессионализма, что и эксперты-люди; применять знания эффективно и быстро, избегая, как и человек, ненужных вычислений;
- глубиной — возможностью работать в предметной области, содержащей трудные задачи, использовать сложные правила, т.е. использовать либо сложные конструкции правил, либо большое их количество;
- самосознанием — умением исследовать свои рассуждения и выводы, т.е. проверять правильность принимаемых решений и объяснять свои действия.

Сравнивая возможности ЭС и человека-эксперта в решении сложных задач, можно отметить два явных преимущества компьютерной

экспертной системы. Во-первых, легкость «тиражирования» экспертных компетенций: передача знаний от одного человека другому — долгий и дорогой процесс, а передача информации, содержащейся в интеллектуальной системе, — это простой процесс копирования программы или файла данных. Во-вторых, устойчивость и воспроизводимость результатов работы: ЭС устойчивы к «помехам», результаты их работы стабильны, а человек легко поддается влиянию внешних факторов, которые непосредственно не связаны с решаемой задачей (например, эмоции или самочувствие). Еще одна важная черта ЭС, особенно характерная для медицинской сферы применения, — возможность одновременной работы со знаниями специалистов из различных областей медицины. Например, для диагностики заболеваний, приводящих к повышению артериального давления, требуются знания экспертов в области эндокринологии, нефрологии, кардиологии. Организовать консилиум перечисленных специалистов высокой квалификации — далеко не простая задача, в то время как ЭС способна интегрировать их знания и предоставить для широкого использования.

Среди основных недостатков ЭС можно указать: существенные сложности с формализованным описанием глубоких знаний экспертов о предметной области; значительную трудоемкость в отладке и тестировании ЭС; и, наконец, для поддержания ЭС в актуальном состоянии требуется постоянная работа над обновлением базы знаний со стороны экспертов и специалистов-когнитологов. Лишенная такой поддержки со стороны разработчиков, ЭС, особенно лечебная, быстро теряет свою востребованность.

Разработка БЗ экспертной системы для диагностики и консультативной помощи в принятии решений включает в себя несколько этапов.

- Формирование эталонного описания основных диагностических заключений. Эталонное описание диагноза — это наиболее полная совокупность характерных признаков анамнеза, текущих клинических симптомов, результатов исследований, присущих конкретному диагнозу. При использовании в описании весовых коэффициентов признаки могут иметь разные значения, характеризующие их вклад для выдвижения конкретной диагностической гипотезы.
- Формирование признакового пространства, обеспечивающего решение выбранной проблемы. Признаковое пространство формируется как объединение подмножеств признаков, вошедших в эталонное описание всех диагностических заключений, сформированных на этапе создания БЗ.

- Формирование алгоритмов (решающих правил), позволяющих получать диагностические заключения. Алгоритмы могут быть: а) эмпирические, т.е. сообщенные экспертом; б) обнаруженные в процессе анализа медицинских карт больших баз данных — своего рода постоянно воспроизводящиеся шаблоны, отражающие многоаспектные взаимоотношения в данных (см. Data Mining); в) полученные в результате специальной статистической обработки первично извлеченных у эксперта знаний.

Опыт разработки и использования ЭС позволил сформулировать ряд требований к программам этого вида:

- ЭС должна обеспечивать высокий уровень решения задач в своей предметной области;
- «поведение» ЭС (задаваемые врачу вопросы, рекомендации, логика работы и принятия решений) должно моделировать поведение грамотного врача;
- ЭС должна объяснять получаемые решения, используя конструкции, понятные врачу;
- созданные ранее ЭС должны обеспечивать возможность модификации при обновлении медицинских знаний по данной предметной области.

ЭС может работать в одном из двух режимов: в режиме приобретения знаний и в режиме консультаций (называемом также режимом решения, или режимом пользования экспертной системой).

В режиме приобретения знаний общение с ЭС осуществляют эксперты и инженер по знаниям. В этом режиме ЭС «приобретает» знания, которые позволяют ей затем в режиме консультаций самостоятельно (без эксперта) решать задачи конкретной проблемной области в диалоге с врачом-пользователем.

В режиме консультации конечного пользователя (врача) интересует результирующее заключение и способ его получения экспертной системой. Интерактивный диалог врача с ЭС осуществляется посредством специально разрабатываемого для этого модуля — интерфейса пользователя, который должен обладать свойством «дружественности», т.е. быть удобным и понятным.

Таким образом, ЭС, являясь сложными программами искусственного интеллекта, имеют довольно развитую архитектуру (рис. 16.5). ЭС должна включать в свой состав следующие элементы:

- базу знаний;
- базу данных (рабочую память);

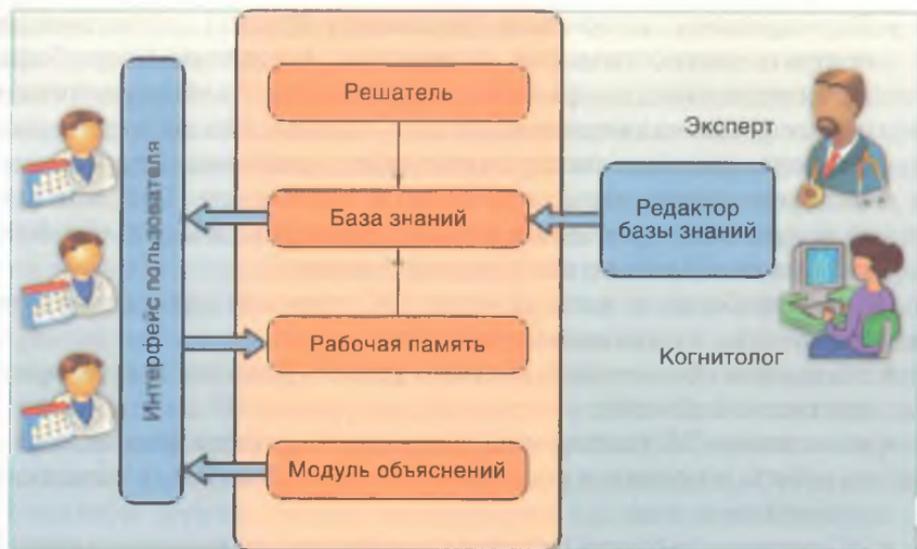


Рис. 16.5. Архитектура экспертной системы

- блок логического вывода (решатель);
- модуль объяснений;
- модуль (редактор) приобретения знаний;
- интерфейс пользователя.

Модуль приобретения знаний реализует одну из основных базовых функций ЭС — восприятие опыта решения проблемы от эксперта или из литературных источников/медицинских историй болезни и преобразование его в вид, доступный системе.

База знаний — ядро любой ЭС. Находящиеся в ней знания зафиксированы с использованием основных языков представления знаний (описанные ранее правила продукций, фреймы, семантические сети).

В базу данных пользователь (врач) в режиме консультации помещает информацию о текущей решаемой задаче (анамнестические, клинические данные о пациенте).

Блок логического вывода (решатель — механизм извлечения знаний) в определенной последовательности извлекает соответствующие знания из базы знаний и применяет их к введенным в рабочую память данным. Тип решателя в значительной степени зависит от языка представления знаний и выбранной модели вывода решений.

В режиме консультации, помимо активации базы знаний и решателя, пользователь задействует еще одну возможность ЭС — объяснение

полученных результатов. Разъяснение принятого экспертной системой решения — важная базовая функция, обеспечивающая высокий уровень доверия к ЭС. Данная функция позволяет понять логику, оценить качество и безопасность решений, предлагаемых системой, и сделать врачу окончательный обоснованный выбор.

Среди важнейших функций, возлагаемых на современные медицинские ЭС, особенно важно отметить два аспекта:

- 1) медицинские ЭС призваны оказывать консультирующую помощь врачам в их каждодневной работе, восполняя нехватку экспертов в конкретной предметной области;
- 2) использование медицинских ЭС в целях обучения и повышения квалификации специалистов.

Практически важные аспекты консультативных систем — с одной стороны, выдвижение гипотезы о состоянии больного на основании ограниченного набора параметров (оптимизация совокупности правил), а с другой стороны, направленный дополнительный опрос врача по признакам для подтверждения или отклонения выдвинутой гипотезы.

Эффективность решений консультативных систем в определенной степени объясняется их способностью учитывать различную степень выраженности клинических проявлений болезни в конкретном случае. Медицина характеризуется многочисленными особенностями — как присущими вообще трудно формализуемым предметным областям (т.е. не имеющим четкого соответствия наблюдаемого и мысленного представления с его формальным отображением), так и специфическими, свойственными именно ей (варианты клинической картины, временная динамика). Для их учета и повышения эффективности предложены различные решения.

Во-первых, гетерогенность (т.е. неоднородность) заболеваний, в особенности характерная для наследственной патологии вследствие возможности генокопирования (практически одинаковые клинические изменения как результат фенотипических проявлений различных мутантных генов). Наиболее перспективным представляется преодоление этой трудности с позиций гибридных интеллектуальных систем на основе представления и обработки знаний о прецедентах.

Во-вторых, недостаточность информации об особенностях редко встречающихся заболеваний, в отношении которых эксперты вынуждены опираться на литературные источники, не имея надежного собственного опыта наблюдения таких больных. В решении этой проблемы один из возможных вариантов — привлечение ряда экспертов

и организация группового анализа данных с формированием согласованного мнения, в том числе и по анализу необходимых литературных данных.

В-третьих, диагностика по неполному списку критериев, т.е. учет и представление ранних проявлений болезни, вариантов и атипичных форм заболеваний, а также такого явления, как фенотипический полиморфизм, представляющего собой разнообразие клинической картины у разных больных с одним и тем же диагнозом. Для его преодоления предложены различные решения. Это, к примеру, понятие «маски» — логическое выражение, состоящее из всех теоретически возможных клинических проявлений синдрома, часто встречающихся, редко встречающихся и т.д., что позволяет осуществлять диагностику при стертой клинической картине или не полностью развившемся заболевании. Работа по «маске» ведется в двух противоположных направлениях: 1) проявления зафиксированы в «маске», но отсутствуют у больного и 2) проявления отмечены у больного, но не зафиксированы в «маске». Другой способ отражения различий в клинических проявлениях заболеваний — описание всех возможных вариантов течения болезни.

В-четвертых, работа с «размытыми» терминами или понятиями (формы, стадии заболеваний), переходы между которыми не имеют четких границ, и «нечеткими» описаниями, что вызывает различную их трактовку и субъективную оценку врачами. Это довольно широкая шкала нечетких вербальных определений, включающая следующие варианты: а) скорее всего или весьма (очень) вероятно; б) нельзя исключить; в) можно заподозрить; г) противоречивые или спорные сведения; д) сомнительно, но не исключено или маловероятно; е) крайне маловероятно. Примером первого может служить такой ряд, как «умственная отсталость—интеллектуальная недостаточность—задержка развития—отставание в развитии», которые не являются синонимами, а несут каждый свою смысловую нагрузку. Примером второго могут быть переходы цветов (кожа серая, землистая, с землистым оттенком, бледная, розоватая и т.п.). Определенную помощь здесь может оказать обращение к методам нечеткой логики, что касается неточно определенных границ, в особенности для формализации описаний второго типа. Основатель теории нечетких множеств и нечеткой логики — известный американский математик и логик, профессор Калифорнийского университета Лотфи Заде.

В-пятых, учет изменений клинических проявлений во времени, что включает, с одной стороны, так называемые большие периоды, харак-

теризующие возрастную динамику, с другой стороны, смену состояний в масштабе реального времени при неотложных состояниях. Системы, учитывающие временные связи, находятся на стыке диагностических и прогностических систем. В настоящее время все более активно развиваются динамические интеллектуальные системы, которые могут обеспечить обработку данных мониторинга физиологических параметров в реальном времени.

Важная особенность медицинских ЭС — возможность учета специальности (врач общей практики, врач-специалист) и уровня квалификации пользователя (врач с большим стажем, ординатор, врач-интерн, фельдшер). Также важно учитывать ситуации экстренности, т.е. необходимость принять решение в короткие сроки или, наоборот, без временного ограничения, для чего может осуществляться разное построение пользовательского интерфейса. В первом случае имеется возможность строить диалог, начиная с предполагаемого врачом диагноза путем его подтверждения или отклонения в результате ответов на вопросы ЭС в иницируемом ею кратком диалоге, что имеет особое значение в экстренных случаях. Во втором случае обычно предполагается последовательный диалог-опрос по широкому перечню признаков. Таким образом, могут быть принципиально разные варианты выбора стратегии пользователем, что определяется его потребностями, опытом, привычками и, наконец, ограничениями, обусловленными состоянием пациента.

Для пользователя медицинской консультативной системы с психологической точки зрения особое значение имеет проблема его участия в процессе принятия решения или, по крайней мере, получение дополнительной информации при выдаче заключения системой. Это может быть реализовано различными средствами:

- возможностью выразить свою уверенность в отношении роли и выраженности проявлений (признаков) заболевания в конкретном случае;
- доступностью выбора режима диагностики среди альтернативных вариантов;
- модификацией представления о патологическом процессе в различные периоды диагностического процесса;
- возможностью получить информацию об аналогичных клинических случаях.

Последнее представляет отдельный интерес, так как диагностика (выбор лечения) по прецедентам соответствует общепринятой меди-

цинской тактике и психологически близка врачу. Реализация этого принципа происходит путем сопоставления данных нового больного по отдельным параметрам с историями болезни, хранящимися в архиве (библиотеке) ЭС. Благодаря этому врач получает возможность при выборе лечения использовать совокупный опыт пользователей данной компьютерной системы, ориентируясь на прогноз и исход, которые имели место при аналогичных случаях в прошлом.

## 16.4. КЛИНИЧЕСКИЕ И ОБУЧАЮЩИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

В различных областях медицинских знаний накоплен определенный опыт в построении автоматизированных систем по принятию врачебных решений в клинической практике. В этих системах реализованы разнообразные подходы к решению поставленных задач и представлению их результатов врачам.

Одной из первых разработок медицинских ЭС была диагностическая система MYCIN (1976), предназначенная для идентификации возбудителей инфекционных заболеваний. ЭС содержит 450 правил, разработанных при участии группы специалистов по инфекционным заболеваниям Стэнфордского университета (США). MYCIN осуществляет постановку диагноза, исходя из отмеченных симптомов, и рекомендует курс лечения. Система «умеет» объяснять свои заключения, позволяет модифицировать старые правила и вводить новые.

Наиболее крупными в области диагностики терапевтических заболеваний являются три системы: американские ЭС INTERNIST-I/CADUCEUS, ЭС QMR — Quick Medical Reference и индийская ЭС PAIRS — Physician Assistant Artificial Intelligence System.

ЭС INTERNIST-I/CADUCEUS содержит в БЗ сведения о 500 нозологических единицах и 6000 признаках, опирается в своих решениях на набор профилей заболеваний, содержащих факты, встречающиеся при каждом из них. Понятие «свойство» в этой ЭС отображает данные, получаемые в процессе лечения, характеризует их клиническую значимость и сложность получения, отражает взаимосвязь данных. Так называемые ударные свойства (типа табу) указывают на физиологическую невозможность или очень малую вероятность некоторых заболеваний при определенных патологических проявлениях. В системе введена мера важности данных для определенного диагноза и «стоимость» их

регистрации у больного. ЭС QMR включает знания о диагностике 750 терапевтических болезней. ЭС PAIRS, предназначенная для диагностики трудных случаев, использует базу данных, включающую более чем 30 000 признаков заболеваний, описывающих 620 болезней внутренних органов. В ЭС MEDICS, включающей 530 болезней, не только выдается список наиболее вероятных диагнозов, но и указываются для каждого из них сравнительные характеристики между признаками пациента и «эталонными» для каждого из рассматриваемых заболеваний.

В российской системе ТАИС (Терапевтическая Автоматизированная Информационная Система) знания по каждой нозологической форме (полученные из литературных источников) имплементируются независимо в виде отдельных блоков. Среда ТАИС обеспечивает их непротиворечивое сочетание.

В первой отечественной ЭС МОДИС диагностика различных форм артериальной гипертензии и выдача дополнительных рекомендаций основаны на фреймово-продукционном формализме представления знаний, что позволило не производить полного перебора всех правил, а осуществлять целенаправленный поиск по сети фреймов.

В области абдоминальной хирургии можно отметить ЭС ДИАНА, развитием которой стала ЭС КОНСУЛЬТАНТ-2, в которых знания представлены в виде формальных логических структур. Внутренние связи отображают причинно-следственные отношения развития и проявления патологических процессов. Особенностью этих ЭС были учет уровня подготовки медицинского персонала (врач, фельдшер) и характер оказания помощи (догоспитальная, стационарная).

В случае когда отсутствует возможность однозначной трактовки имеющихся данных, результаты работы системы могут быть представлены дифференциально-диагностическим рядом, данными о наблюдаемых у больного симптомах, которые не удается объяснить в рамках рассмотренных диагнозов, и рекомендациями по дальнейшему обследованию.

Один из подходов реализован в интеллектуальной системе для долабораторной дифференциальной диагностики наследственных болезней у детей ДИАГЕН, включающей 1200 нозологических форм. Модель представления знаний, лежащая в основе системы, сочетает в себе свойства продукционных и фреймовых структур. Врач указывает степень диагностической значимости каждого введенного признака, используя механизм корректировки коэффициентов или «весов» признаков, что позволяет ему отразить свое мнение о предполагаемой диагностиче-

ской значимости любого из симптомов в конкретном случае. При определенных сомнениях (различных гипотезах) он может повторять эту процедуру несколько раз, меняя «веса». БЗ системы включает знания группы экспертов в области клинической генетики, использовавших совокупность собственных и литературных данных. Модуль хранения данных диагностированных больных (архив) может использоваться для последующей диагностики по аналогии. Кроме того, ДИАГЕН включает 1000 фотографий, отражающих различные фенотипические проявления заболеваний, которые врач может просмотреть после получения дифференциально-диагностического ряда, или любые фото при обращении к справочнику, являющемуся автономным блоком системы. Эта система была создана в Московском НИИ педиатрии и детской хирургии.

В ЭС CADIAG-2/PANCREAS общая форма структуры БЗ представлена в виде **If** (условия) **Then** (выводы) **With** (частота наблюдений, оценка уверенности выводов), т.е. учитывается опыт наблюдения таких больных экспертами. Система генерирует гипотезы о диагнозе заболевания, планирует дальнейшие исследования и указывает симптомы у больного, не объясненные выдвинутым диагнозом. Эта ЭС основана на методах нечеткой логики.

ЭС ГЕМАТУРИЯ для диагностики патологии мочевой системы у детей отвечает следующим требованиям: а) постановка сочетанных диагнозов; б) постановка диагнозов у больных с неспецифическими симптомами; в) наглядное отображение неопределенности диагнозов на текущем этапе исследований в виде вероятностного интервала; г) моделирование процесса диагностики, т.е. изменения неопределенности в зависимости от предполагаемых результатов исследований.

ЭС ДИН, ориентированная на решение задачи распознавания неотложных состояний в детском возрасте и содержащая описания 34 синдромов, которые включали 84 состояния, содержит более 1000 диагностических критериев и заключений о динамике развития неотложных состояний. Эта ЭС позволяет осуществлять диагностику при стертой клинической картине, на начальных стадиях развития неотложных состояний и при ограничениях на проведение специальных исследований, обусловленных тяжестью состояния или недостатком аппаратуры. Введение коэффициентов уверенности врача в отношении степени выраженности введенного им признака в системе ДИН обеспечивает активное участие пользователя в принятии решения. Важно, что диагностический поиск проводится с использованием упоминав-

шейся выше «маски» в двух противоположных направлениях: с одной стороны, по проявлениям, зафиксированным в «маске» для определенного варианта болезни, но отсутствующим у конкретного больного, а с другой — по проявлениям, отмеченным у больного при отсутствии их в «маске». В первом случае, если пользователя не устраивает надежность полученного диагноза, он может попытаться уточнить отсутствующие данные и получить на основании их рассмотрения системой более надежный вывод. Во втором, по «лишним» для данного синдрома симптомам не исключена вероятность обнаружения других синдромов (болезней), в описании которых эти данные играют известную роль. Один из режимов работы ДИН позволяет врачу осуществлять проверку правильности предполагаемого им диагноза при движении от синдрома к симптомам. В другом варианте работы ЭС имеется возможность наряду с ведущим диагнозом получить весь список рассмотренных системой гипотетических состояний с оценкой их правдоподобия.

ЭС ДИНАР, в отличие от ДИН, включает управленческо-диагностические решения при неотложных состояниях у детей, что позволяет использовать ее как автоматизированное рабочее место врача-диспетчера реанимационно-консультативного центра: диагностический блок обеспечивает автоматизированный опрос (анамнез жизни и заболевания, динамика клинических проявлений) и определяет оптимальное тактическое решение, а справочный блок предоставляет информацию о лечебных учреждениях, по фармакологии и диагностике угрожающих состояний, а также схемы лечения основных неотложных состояний.

ЭС ЭСТЕР для диагностики лекарственных отравлений анализирует 19 групп распространенных препаратов, имитируя рассуждения врача-эксперта в токсикологии. При 63 диагностических признаках и в среднем трех значениях на шкале каждого из них общее количество таких комбинаций равно  $3^{63}$ . Эти комбинации (клинические ситуации) соотносятся с различными классами в соответствии с препаратом, послужившим причиной отравления. Для каждого класса решений в системе указаны наиболее типичные значения диагностических признаков. Таблицы запрещенных значений для пар «диагностический признак—класс решений» позволяют ускорить процесс диагностики. Для классов решений со сходными сочетаниями диагностических признаков построены дополнительные БЗ. Деревья решений позволяют сделать вывод в сложных случаях, когда возможно отравление более чем одним препаратом или когда различные препараты дают сходную клиническую картину. В подобных ситуациях ЭСТЕР дает один из от-

ветов следующего вида: «Отравление препаратом А более вероятно, чем отравление препаратом В», «Возможно отравление препаратами А и В». Модуль выдвижения гипотез исследует описание состояния пациента с целью выявить типичные признаки отравления тем или иным препаратом. Если конкурируют несколько гипотез, то он выбирает ту из них, которая подкреплена наибольшим количеством типичных значений признаков. Модуль «Лечение» способен выдать рекомендации с учетом тяжести отравления, степени поражения различных систем организма. При назначении метода лечения и дозировок антидотов ЭСТЕР позволяет учитывать возраст и массу пациента, его историю болезни. В университете Майами (США) для прогнозирования нежелательных эффектов взаимодействия лекарственных препаратов при их совместном назначении была создана ЭС, учитывающая индивидуальные характеристики пациентов (систематическое потребление алкоголя, наркотиков, анальгетиков, антибиотиков). Ее БЗ содержит 1300 правил логического вывода для установления факта взаимодействия медикаментов.

Ряд КС создан в области неврологии и психиатрии. В российской экспертной системе симптомально-синдромальной диагностики психических расстройств у детей и подростков, содержащей 300 синдромов и 1200 симптомов, ввод знаний включает 2 этапа:

- 1) описание понятий проблемной области — симптомов и синдромов (возможен ввод поясняющего текста, определение синонимов и групп понятий);
- 2) введение отношений между понятиями, к которым относятся:
  - а) порядок вывода целей (синдромов);
  - б) взаимоисключающие цели (синдромы) — это позволяет не рассматривать ряд синдромов (считать их ложными) при доказательстве определенного синдрома, а также позволяет отвергать более общие синдромы при доказательстве более конкретных;
  - в) взаимоисключающие факты (симптомы) — это позволяет считать ряд фактов ложными при установлении определенного факта;
  - г) значение фактов по умолчанию — дает возможность устанавливать истинность/ложность фактов, если они явно не введены врачом (при отсутствии вопроса);
  - д) вычисляемые факты — данное отношение позволяет устанавливать истинность/ложность фактов по значению определенных полей «Истории болезни», относящихся к конкретному больному;

- е) отношение между фактами (симптомы) и целями (синдромы) — описывает симптомы (группы симптомов), доказывающие синдром, и указывает симптомы (группы симптомов), обуславливающие выбор синдрома для доказательства.

Система поддержки принятия решений в области психического здоровья GEMS может подвергать сомнению диагноз и лечение пациентов, что можно использовать как в практической медицине, так и для обучения врачей. Кроме того, система идентифицирует и регистрирует нестандартные случаи и аномальные результаты, что позволяет накапливать данные, которые в перспективе можно использовать в прецедентной диагностике и лечении.

ЭС BLUEBOX для диагностирования типа депрессии, оценки степени ее тяжести и выработки терапевтической тактики использует информацию о наблюдаемых у пациентов симптомах, перенесенных заболеваниях, предыдущих обращениях за психиатрической помощью, получаемом лечении и психических заболеваниях у родственников. План лечебных мероприятий включает рекомендации о госпитализации и лекарственных препаратах.

ЭС SYSTEMD ориентирована на диагностику головокружений, в том числе при наличии нескольких причин их возникновения у пациента. Система «побуждает» врача ввести факты (например, принимаемые медикаменты) и проявления (например, ощущение подступающего обморока) и предлагает диагноз, включая оценку относительных вероятностей конкурирующих гипотез. Знания в системе включают информацию как о конкретных случаях, так и о дифференциальной диагностике этого состояния. В системе использованы основанная на фреймах схема представления знаний и механизм последовательного порождения и проверки гипотез.

Российская система ЭЭГ-ЭКСПЕРТ является базой знаний в области электроэнцефалографии. Она может быть использована для оценки функционального состояния мозга и его отдельных структур у детей и взрослых. Особенности представления ЭЭГ-информации в виде структурных блоков, связанных с определенными системами мозга, обеспечивают эффективное сопоставление с данными неврологического обследования и нейропсихологического тестирования при дифференциальной диагностике.

ЭС ВЕСТ-СИНДРОМ (Россия) позволяет проверить согласованность экспертных оценок по множественным клиническим «портретам»

одного и того же диагноза, отличающимся комбинацией признаков, что обеспечивает уверенное распознавание нехарактерно или полиморфно протекающих заболеваний. Система предлагает врачу информацию о дополнительных исследованиях, которые могут позволить максимально повысить вероятность нозологической идентификации инфантильных спазмов при дифференциальной диагностике. При невозможности их проведения указываются другие исследования, проведение которых может повысить эффективность предложенной гипотезы. Критерий альтернативы при выборе оптимального плана обследования больного с указанием степени угрозы диагностических процедур для жизни пациента включает интеллектуальная система MEDAS (США).

В неврологии и нейрохирургии традиционно принято представлять определенную информацию, связанную с топической диагностикой процесса, в схематической форме, что необходимо для идентификации места локализации очага поражения. Классическим вариантом реализации этого можно считать американскую систему NEUROLOGIST, где было реализовано формирование схематического изображения среза мозга с указанием локализации очага поражения в ЦНС — нарушения проводящих путей, для чего осуществляется анализ данных о пациенте (жалобы и результаты обследования). Объяснение дается в виде рисунка, демонстрирующего локализацию процесса: на дисплей выдаются схематические пространственные рисунки соответствующих уровней (в памяти заложено 20 горизонтальных разрезов ЦНС на уровнях от спинного мозга до коры головного мозга). ЭС использует знания нейрофизиологии, преобразованные в виде аналого-геометрической модели.

До некоторой степени аналог консилиума — американская ЭС MDX, действующая как сообщество консультантов разных специальностей, которые «вызывают» друг друга для решения вопросов, требующих их знаний и опыта. Их «сотрудничество» осуществляется с использованием доски объявлений («blackboard»). Знания в системе состоят из диагностических эвристик и иерархической глубокой модели понятийной структуры печеночного синдрома, известного как холестаза. Формальная модель, представленная в виде фреймов, позволяет осуществлять не только диагностику холестаза, но и анализ его этиологии на основании жалоб пациента, анамнеза болезни и клинических данных.

Хотя большинство интеллектуальных систем содержат элементы самообучения врача (блок объяснений и др.), ряд систем разрабо-

таны непосредственно для использования в медицинской учебной практике. Экспертная система ILIAD (США) для диагностики около 1500 внутренних болезней используется главным образом для обучения студентов. Другая американская ЭС ATTENDING подвергает аргументированной критике план предоперационной подготовки и выбор способа анестезии, обращая внимание на недостатки, требующие исправления, и на опасности, которые можно избежать, и предлагает альтернативный вариант. Знания в системе представлены в виде фреймов, содержащих список комментариев к определенным действиям врача. ЭС RHEO-ATTENDING осуществляет оценку действий врача при назначении дополнительного обследования, используя знания, отражающие позиции двух конкурирующих медицинских школ. Российская ЭС НЕФРОТРЕНАЖЕР содержит около 1000 диагностических задач различной степени сложности в области патологии почек у детей, позволяющих определить уровень знаний обучаемого, включая оптимальность проведенного им диагностического поиска, с последующей оценкой результатов по 5-балльной шкале и рекомендациями по дальнейшему обучению. TheraSim (США) — имитационная система для поддержки обучения врачей и фармацевтов диагностике и лечению хронических и инфекционных болезней, включая ВИЧ.

Термин «гибридная архитектура ЭС» предполагает сочетание разных подходов к их созданию и функционированию. Для решения одной и той же задачи могут использоваться системы знаний в сочетании с прецедентами (это и послужило причиной называть такие системы гибридными), методами математической статистики, математическими моделями.

Приобретение знаний из примеров, т.е. совмещение традиционных ЭС с библиотеками прецедентов, включающих атипичные варианты заболеваний, позволяет врачу проводить выбор лечения в сложных случаях, прогнозировать течение и исход на основе аналогичных случаев, имевших место в прошлом.

Другой подход к созданию гибридных систем реализован в интеллектуальной системе для мониторно-компьютерного контроля АЙ-БОЛИТ (в более поздней реализации МИРРОР), построенной на совокупности математических моделей, логических решателей и прецедентов в НЦССХ им. А.Н. Бакулева. Алгоритм, обеспечивающий врача информацией для обоснованного принятия решений, опирается на фундаментальные знания в области кровообращения и работы сердца. Предложенная технология обеспечивает индивидуализацию

суммы знаний о пациенте на основе контроля результатов текущих решений системы (при *online*-анализе информации, поступающей с мониторирующих систем). Гибридная система для диагностики геморрагического и ишемического (с его подтипами) инсульта, включающая логический, математико-статистический и нейросетевой подходы, создана в НЦ неврологии РАМН.

Динамические интеллектуальные системы предполагают сопряжение с программно-аппаратными комплексами обработки электрофизиологических данных, т.е. реализуется динамический анализ ситуаций в режиме реального времени, как это уже было указано в отношении системы АЙБОЛИТ. В качестве примера можно назвать интегральную систему постоянного интенсивного наблюдения ГАСТРОЭНТЕР для синдромальной диагностики и прогнозирования состояний у больных с острой абдоминальной патологией, созданную в РНИМУ им. Н.И. Пирогова. Актуализация ЭС под воздействием постоянно изменяющихся данных приводит к проверке ранее принятого решения и при необходимости его пересмотру с выдачей новой гипотезы, а также рекомендаций для экстренной коррекции возникших отклонений.

Таким образом, консультативные системы по принципам их реализации можно классифицировать следующим образом:

- *экспертные*, т.е. основанные на знаниях конкретных высококвалифицированных врачей-специалистов, именуемых экспертами;
- *интеллектуальные*, т.е. базирующиеся на информации: а) из литературных источников; б) сочетании личных и литературных знаний; в) знаний, извлеченных из совокупности историй болезни и подвергнутых экспертной оценке;
- *гибридные*, т.е. сочетающие обработку логической компоненты знаний с анализом прецедентов, математическими моделями или вычислительными процедурами;
- *динамические*, т.е. обеспечивающие анализ новых гипотез в реальном времени при поступлении биосигналов с мониторирующей аппаратуры.

Интеллектуальные системы демонстрируют высокую эффективность в вопросах диагностики и лечения по широкому кругу заболеваний, достаточно большую надежность предлагаемых решений и способствуют повышению квалификации врачей-пользователей в процессе взаимодействия с компьютерной системой, т.е. обладают эффектом самообучения.

Интеллектуальные (экспертные) системы в клинической медицине находят применение в следующих ситуациях:

- дифференциальная диагностика и выбор лечения в широком круге нозологических форм;
- анализ динамики патологического процесса (с учетом проводимой терапии);
- оценка состояния в режиме «реального» времени (при неотложных состояниях);
- анализ прогностически неблагоприятных ситуаций;
- выбор лечебной тактики.

# АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО ВРАЧА

Согласно ГОСТу 34.003-90 «Автоматизированные системы. Термины и определения», «автоматизированное рабочее место — это программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида».

Автоматизация деятельности медицинских сотрудников предполагает следующие основные аспекты:

- обеспечение ведения баз данных;
- обработка клинической информации и результатов лабораторных, инструментальных и радиологических исследований;
- поддержка процессов принятия решений в определенной предметной области.

Обязательные элементы в структуре этого комплекса — средства вычислительной техники и специализированное программное обеспечение. При необходимости в состав АРМ медицинских сотрудников может быть интегрирована специализированная медицинская аппаратура (лабораторное, диагностическое, физиотерапевтическое и другое оборудование).

Для работы современного врача характерны следующие особенности:

- наблюдается рост объема информации, необходимой для качественного выполнения профессиональных обязанностей;
- имеется большой объем рутинной работы, связанной с оформлением различных документов — историй болезни, справок, выписок, отчетно-учетной документации и т.д.;
- кроме того, общепризнанной является проблема доступности информации из рукописных документов для дальнейшего использования (неразборчивый почерк врача, недостаточная полнота сбора информации, отсутствие единой терминологии и т.д.), что вызывает трудности в преемственности ведения пациента и использовании массивов накопленной клинической информации для научно-исследовательской и обучающей деятельности.

Таким образом, среди основных задач, возлагаемых на АРМ медицинских сотрудников, необходимо отметить:

- повышение эффективности и качества медицинской помощи за счет своевременно предоставленной врачу информации (отражающей современные достижения медицинской науки; характеризующей пациента по данным лабораторно-инструментальной диагностики, консультаций специалистов, по сведениям из других МО; о наличии необходимых ресурсов — лекарственных средств, методов инструментальной и лабораторной диагностики — в данной МО);
- снижение временных затрат на работу с документами (использование шаблонов, ввод данных выставлением флажков, выбором из списка, копированием и др.);
- накопление верифицированной (подтвержденной) информации в структурированном и формализованном виде, удобном для дальнейшего использования (в целях обучения, в научных исследованиях).

В соответствии с иерархической классификацией медицинских информационных систем АРМ медицинских сотрудников относятся к системам базового (клинического) уровня. На современном этапе принципы информатизации лечебно-диагностического процесса обуславливают тесную интеграцию АРМ как с системами того же базового уровня, так и с вышестоящими системами учрежденческого уровня (рис. 17.1).

Любая из медико-технологических систем может входить в состав АРМ врачей в качестве подсистемы. Такая организация взаимодействия ИС дает целый ряд преимуществ:

- возможность осуществлять обработку и анализ результатов лабораторно-инструментальных методов диагностики соответствующими специалистами;
- возможность лечащему врачу получать консультативную поддержку диагностических решений и выбора лечебных мероприятий;
- осуществлять мониторинг жизненно важных показателей деятельности организма пациента с учетом диагноза и степени тяжести его состояния, что позволяет повысить эффективность принимаемых врачом оперативных решений.

В свою очередь, АРМ медицинских сотрудников активно взаимодействуют с системами более высокого порядка — информационно-технологическими системами и МИС МО. Для реализации ЛДП чрезвычайно важно взаимодействие АРМ лечащего врача с электронной историей болезни (ЭИБ) или электронной медицинской картой

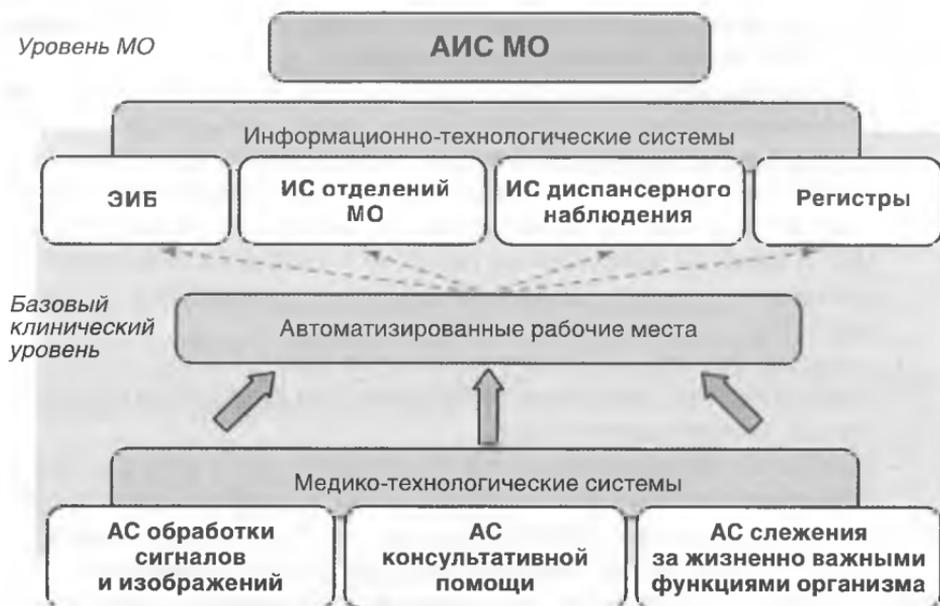


Рис. 17.1. Положение АРМ в классификации МИС

(ЭМК) консультативного или другого нестационарного учреждения. Интеграция АРМ врачей в составе ИС соответствующего отделения позволяет поднять на качественно новый уровень организацию его работы. Реализация профилактических мероприятий и диспансерных осмотров тесно связана с возможностью взаимодействия АРМ врачей и медицинских сестер поликлиники с ИС диспансерного наблюдения и специализированными регистрами. Современные интегрированные информационные системы медицинских учреждений включают в свой состав целый пакет АРМ специалистов разного профиля — сотрудников регистратуры, врачей лечебных и лабораторно-диагностических отделений, врачей кабинетов медицинской статистики, сотрудников администрации МО и др.

Медицинские информационные системы класса АРМ составляют достаточно многочисленную и разнообразную группу информационных систем, среди которых, в соответствии с их предназначением, принято выделять три основных типа (рис. 17.2):

- 1) *медико-технологические АРМ* — информационные системы, непосредственно участвующие в реализации ЛДП или медико-экологического анализа при подозрении на экопатологию;

## Автоматизированные рабочие места медицинских сотрудников



Рис. 17.2. Классификация АРМ медицинских сотрудников по назначению

- 2) *организационно-технологические АРМ*, обеспечивающие организацию ЛДП, включая дистанционное консультирование;
- 3) *административные АРМ*, предназначенные для организации общего руководства ЛДП (см. гл. 12).

## 17.1. ЭЛЕМЕНТЫ В СОСТАВЕ ТИПОВОГО АРМ ВРАЧА

Состав технического, программного и информационного обеспечения медицинского АРМ во многом определяется спецификой сферы его применения, т.е. специализацией и должностью пользователя АРМ. С другой стороны, режим работы с данным видом медицинских информационных систем — АРМ медицинского сотрудника — может функционировать как в самостоятельном автономном режиме, так и входить в состав информационных систем отделений или МО, что также влияет на принцип его организации. Необходимое условие для разработки совместимых АРМ — определение понятия «типовое автоматизированное рабочее место», которое базируется на общих принципах его построения и функционирования.

В соответствии с базовыми задачами медицинского АРМ можно выделить несколько общих функциональных направлений использования АРМ медицинскими сотрудниками.

- Работа с базами данных:
  - списки пациентов (регистрация, переводы, выписки, формирование групп по тяжести состояния, по характеру выявленной патологии, по воздействию вредных факторов, по проведению профилактических и диспансерных мероприятий и т.д.);
  - списки сотрудников (специальности, квалификация, графики работы и т.д.);
  - взаимодействие с ЭИБ или ЭАК (формирование электронных персональных медицинских записей (ЭПМЗ) о пациенте, просмотр результатов инструментальных и лабораторных исследований, консультаций врачами-специалистами, а также сведения о выполнении терапевтических назначений);
  - доступ к информационно-справочным базам данных.
- Обработка информации:
  - при проведении лабораторных, функциональных, радиологических и инструментальных исследований, в том числе с использованием программно-аппаратных комплексов;
  - медико-статистическая обработка данных;
  - формирование учетно-отчетной документации;
  - расчет стоимости консультаций, обследования и лечения.
- Поддержка принятия решений:
  - автоматизированная диагностика;
  - прогнозирование осложнений и динамики патологического процесса;
  - выбор плана обследования и лечения (на основе утвержденных для конкретной патологии стандартов);
  - поддержка организационных решений.

Для обеспечения реализации указанных возможностей типовое *АРМ лечащего врача* должно включать в себя ряд функциональных модулей:

- блок формирования ЭПМЗ;
- блок информационно-справочной и консультативной поддержки;
- блок формирования отчетной документации.

Специальность врача-пользователя АРМ определяет особенности аппаратного, программного и информационного наполнения системы. Например, *АРМ врача-реаниматолога* зачастую совмещает функции лечебно-диагностической и регистрирующей системы, включая в свой

состав сеть аппаратно-программных прикроватных комплексов, что позволяет врачу контролировать и оптимизировать режимы мониторинга отдельных параметров состояния пациента, совмещать процессы обработки функциональных данных и работу консультирующих систем.

*АРМ врача-эндоскописта* обеспечивает привязку описания результатов диагностического исследования к технологии его проведения, что сопровождается видеозаписями наблюдаемой у больного картины и произведенных манипуляций. Таким образом, интеграция специализированной медицинской техники в состав АРМ обуславливает необходимость специфического функционального модуля, обеспечивающего управление настройкой и работой прибора, формирование архивов результатов исследований (изображений, кривых) и их специальной обработки.

Отличительная особенность типового *АРМ заведующего отделением* — наличие блока разнообразной работы со списками:

- всех пациентов отделения (ФИО, палата, койка, лечащий врач);
- пациентов, выбывших из отделения (по диагнозам, исходам, оперативным пособиям);
- пациентов без диагноза на 3-и сутки пребывания;
- не проведенных вовремя консультаций;
- сведения о движении пациентов отделения.

Весомую часть всего информационного обеспечения АРМ медицинских сотрудников составляет справочная информация. Информационно-справочная система (ИСС) — это средство накопления, хранения и предоставления знаний. Их принципиальное отличие от систем поддержки принятия решений состоит в том, что подобные системы не осуществляют обработку информации, а только обеспечивают быстрый доступ к запрашиваемым сведениям.

Медицинские информационно-справочные системы (базы данных) предназначены для ввода, хранения, поиска и выдачи медицинской информации по запросу пользователя. Обычно ИСС подразделяются по видам хранимой информации:

- *клинические* (типичные жалобы, симптомы, методы исследования и тактика лечения распространенных заболеваний, а также этиология, патогенез и возможные осложнения);
- *научные* (сведения из публикаций, отражающие объективные закономерности в области медицины и здравоохранения, описание атипичных случаев заболеваний);

- *нормативно-правовые* (официальная информация о политике в области здравоохранения, стандарты и протоколы ведения пациентов с различной патологией).

Среди наиболее часто встречаемых в составе медицинских АРМ справочников и классификаторов можно указать на МКБ-10, Реестр лекарственных средств, справочники хирурга, кардиолога и других врачей-специалистов, стандарты оказания медицинской помощи.

Кроме общепринятых медицинских справочников, в состав информационно-справочного модуля АРМ могут входить локальные справочники, наполнение которых зависит от конкретного лечебного учреждения — перечень реализуемых в данной МО диагностических и лабораторных методов, телефонный справочник организации и др.

В составе АРМ медицинского сотрудника предоставляется возможность получить не только информацию справочного характера, но и консультативную поддержку. Возможность осуществлять содержательный анализ данных реализуется за счет включения в состав информационно-программного обеспечения АРМ систем поддержки принятия решений — как на основе вычислительной диагностики, так и базирующихся на знаниях (прежде всего ЭС).

Режим использования АРМ (автономный или в составе ИС учреждения) определяет специфику доступа пользователя к некоторым функциональным модулям системы (рис. 17.3). Например, в случае автономного использования системы (АРМ семейного врача) пользователь обращается к локальным (находящимся в составе АРМ) базам данных наблюдаемых пациентов, компьютеризированным электронным картам и выпискам из историй болезни, справочникам и системам поддержки принятия решений.

Однако в соответствии с современными подходами к построению МИС автономный режим работы с АРМ встречается все реже. Широкое распространение получила интеграция АРМ врачей разных специальностей в системы более высокого уровня — ИС отделений и ИС МО. При такой организации работы врач, пользуясь предлагаемым АРМ интерфейсом, получает доступ к удаленным базам данных (в том числе к спискам пациентов и их ЭМК) в соответствии с принятым в организации регламентом. В этом случае АРМ рассматривается не как физическое, а как функциональное понятие. Современные принципы организации МИС в трехуровневой архитектуре (клиент, обычно тонкий, т.е. не имеющий своей БД, а использующий данные единой



**Рис. 17.3.** Особенности автономного и интегрированного режимов использования АРМ

БД – сервер приложений – сервер БД) позволяют организовать распределенную структуру баз данных, реализовать развитые средства администрирования, протоколирования и разграничения прав доступа к информационным ресурсам.

# ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ОТДЕЛЕНИЙ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

## 18.1. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

### 18.1.1. Назначение лабораторных информационных систем и основные требования к ним

Наиболее высокие темпы развития медицинских технологий в настоящее время можно наблюдать в области диагностики. Каждый год появляются все новые возможности компьютеризированного оборудования в области лучевых, функциональных, лабораторных исследований, и все больше интерес к их разработке со стороны коммерческих компаний. Современная аппаратура для лабораторной диагностики, представленная на рынке, позволяет:

- автоматизировать и стандартизировать большинство процессов, избавляя медицинский персонал от огромного количества рутинных действий и ошибок;
- обеспечивать высокую пропускную способность, реализуя большой поток исследований;
- осуществлять широкий спектр тестов по одной пробе биологического материала, значительно сокращая временные и ресурсные затраты на проведение комплекса лабораторной диагностики;
- формально контролировать качество выполнения процессов;
- передавать результаты исследований в различные информационные системы.

Все эти возможности позволяют оптимизировать проведение лабораторных анализов, обеспечивая высокое качество получаемых результатов. Однако современные медико-технологические процессы, происходящие в лабораториях, не ограничиваются только самым лабораторным анализом. Требуется организация работы на преаналитическом и постаналитическом этапах: принятия и распределения

биологических проб, интеграции информации о пациенте с разных аппаратов, аналитических решений, передачи результатов и заключений в электронные медицинские документы, формирования отчетности, решения задач управления и многое другое. Решением вопросов по организации технологического процесса лаборатории, эффективного ведения производственной деятельности и обеспечения качества на всех этапах лабораторной диагностики занимаются лабораторные информационные системы (ЛИС).

*Лабораторная информационная система (ЛИС) — совокупность информационного и программного обеспечения, технических и аппаратных средств, а также организационных решений, предназначенная для автоматизации технологических процессов медицинской клинико-диагностической лаборатории.*

ЛИС объединяет все анализаторы в единую сеть, автоматически формирует задания на исследования, запоминает и передает полученные результаты.

Основное назначение ЛИС — повышение эффективности деятельности службы лабораторной диагностики, которая достигается за счет оптимизации всех этапов ее ведения и автоматизации рутинного труда: улучшения качества и уменьшения временных затрат на проведение исследований; сокращения дублирования анализов, ошибок, потерь и искажения информации; возможности контроля проводимых исследований и использования дорогостоящего лабораторного оборудования; строгого учета расходных материалов; всестороннего анализа информации для принятия управленческих решений.

Современная ЛИС должна иметь возможность настройки на различные виды исследований: биохимические, гематологические, коагулогические, серологические, иммунологические, аллергологические, микробиологические, генетические и пр. В полноценной ЛИС должны быть автоматизированы рабочие места регистратора, лаборанта, специалистов по направлениям, заведующего отделением.

Требования к современным ЛИС можно сгруппировать по двум направлениям:

- 1) к функциональным возможностям, связанным с собственно проведением лабораторных исследований;
- 2) к автоматизации вспомогательных процессов и осуществлению взаимодействия с другими информационными системами.

Первое направление обеспечивает автоматизацию всей технологической цепочки лабораторной диагностики и включает:

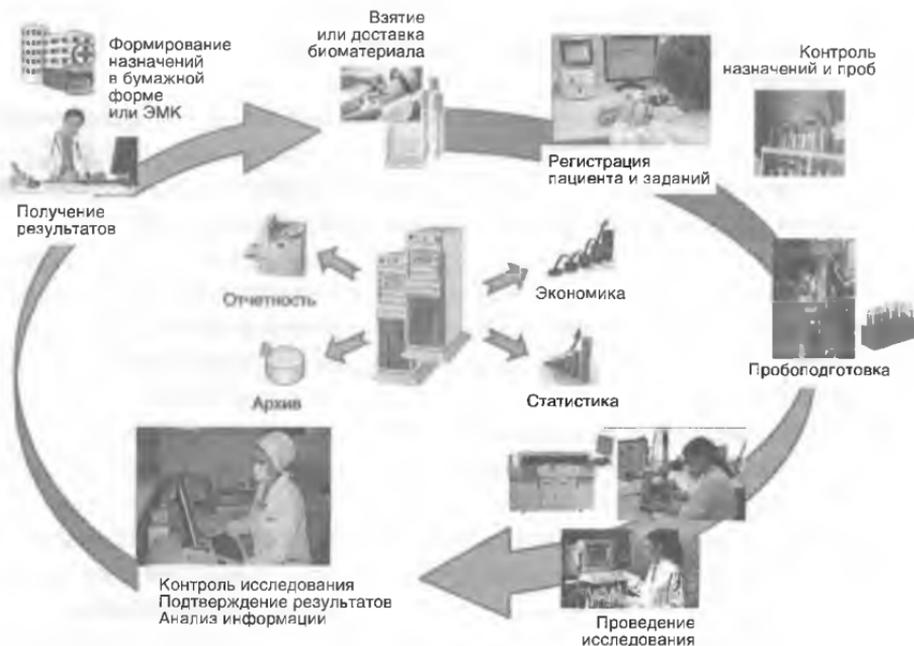
- регистрацию пациентов и поступающих материалов различными способами — вручную, с клавиатуры компьютера; с помощью автоматического считывания бланков-направлений; автоматического получения при интеграции с другими информационными системами;
- поддержку штрихового кодирования для однозначного связывания формы направления и контейнера с материалом и их идентификации;
- обеспечение взаимодействия с широким спектром типов лабораторного оборудования различных поставщиков и одновременной их работы в реальном времени;
- подключение автоматических станций подготовки проб (необходимые действия для подготовки образцов к исследованию);
- формирование заданий на исследование для каждого образца и их распределение между рабочими местами лаборатории;
- регистрацию результатов исследований как с помощью автоматического получения данных от анализаторов, так и ввода вручную с клавиатуры компьютера;
- использование модулей анализа полученных данных — автоматическое проведение необходимых расчетов; интеграцию данных о пациенте по результатам различных тестов; анализ динамики результатов исследований — ведение динамической карты пациента; сигнализацию критических ситуаций; формирование заключений и примечаний к результатам исследования;
- организацию информационно-справочной поддержки врачей-лаборантов для получения необходимой информации на рабочем месте — о выполняемых методиках, референтных (референсных) значениях, реактивах, неполадках оборудования, стандартах проведения анализов, новых технологиях и др.;
- вывод результатов исследований и заключений в виде отчета на экран и печать. При этом обычно указываются границы нормы каждого показателя и выделяются отклонения от нормы для облегчения последующей интерпретации результатов лечащим врачом;
- передачу полученных результатов исследований и заключений различными способами — путем интеграции с медицинскими информационными системами медицинских организаций с использованием web-ресурсов или по электронной почте.

Направление, связанное с автоматизацией вспомогательных задач и осуществлением взаимодействия с другими информационными системами, предполагает:

- ведение статистики контроля качества лабораторных исследований по оценке результатов измерений контрольных образцов, построение контрольных карт с нанесением измерения контрольных материалов в пробах пациентов каждой аналитической серии;
- ведение архива всех исследований и заключений в формате, гарантирующем неизменность данных в течение длительного времени;
- обеспечение сохранности данных измерений в экстренных ситуациях (при технических сбоях, внезапном отключении электропитания и т.п.);
- автоматическое формирование отчетов по всем требуемым формам (статистическим, экономическим, пользовательским, для анализа патологических результатов и т.д.);
- контроль выполнения всех процессов лабораторной диагностики. Возможность отслеживания движения образцов, готовности результатов. Протоколирование всех действий пользователей;
- управление материальными ресурсами лаборатории — прием реактивов, ведение склада материалов и реактивов, контроль сроков годности, учет расхода и т.д.;
- автоматический учет оказанных лабораторией медицинских услуг;
- ведение номенклатуры услуг, преискурантов, договоров; осуществление взаиморасчетов с различными группами заказчиков лабораторных исследований (договорные больные, страховые компании, бюджет и др.);
- интеграцию с другими медицинскими информационными системами на уровне отдельных рабочих мест, отделений, учреждений, служб, территорий. Благодаря использованию стандартных форматов передачи данных (XML, HL7), единых классификаторов (LOINC) современные ЛИС позволяют строить централизованную лабораторную службу в едином информационном пространстве, распределяя потоки между ЛИС и их партнерами.

### **18.1.2. Порядок работы лабораторной информационной системы**

Последовательность работы в ЛИС можно представить следующей схемой (рис. 18.1).



**Рис. 18.1.** Схема технологических процессов лабораторной информационной системы

### Преаналитический этап

1. Получение заказов на исследование в электронной форме из других систем или регистрация пациента и заданий на АРМ регистратора.
2. Взятие биоматериалов или их доставка, маркировка образцов и направлений с помощью штрих-кодирования с целью присвоения уникального номера.
3. Контроль корректности электронных направлений (адекватность назначений, соответствие заказа и материала, наличие методов, возможности выполнения тестов и др.), визуальная оценка исследуемых материалов, инициация автоматического формирования заданий на исследование для каждого образца и их распределения между подразделениями и рабочими местами лаборатории (WorkList). Производится на АРМ врачей-лаборантов или руководителей подразделений лаборатории по направлениям.

При наличии в ЛИС систем пробоподготовки — сортировка, точное дозирование реагентов и клинических образцов (аликвотирование), стабилизация и фиксация клеток, лизис, оценка качества пробы (например, на наличие сгустков), распределение по специализированным емкостям и другое производится в автоматическом режиме.

### **Аналитический этап**

1. Контроль выполнения исследований на анализаторах в соответствии с заданием и формирование рабочих листов с записями результатов серии тестов за определенное время. Осуществляется на АРМ лаборантов, организованных по различным направлениям лабораторной диагностики.
2. Подтверждение результатов либо каждого исследования в отдельности, либо только тех, которые выпадают из референтных границ (при наличии модулей автоматического подтверждения). Производится специалистами лабораторной диагностики (врачами-лаборантами или руководителями подразделений лаборатории по направлениям).
3. Формирование режимов представления результатов анализов.

### **Постаналитический этап**

1. Интеграция данных о пациенте по различным тестам, представление референтных значений показателей, динамических карт для контроля, анализа, формирования заключений и примечаний к результатам исследования. Реализуется на рабочем месте врача-лаборанта или руководителя лаборатории.
2. Передача результатов и заключений в электронном виде и на бумажном носителе немедленно после выполнения исследований для просмотра лечащим врачом, в том числе с помощью удаленного доступа.
3. Архивация данных, получение отчетов об исследованиях, формирование статистики.

### **18.1.3. Обеспечение качества лабораторной диагностики**

Основная цель лабораторной диагностики — это качественное выполнение требуемого пациенту теста, вовремя назначенного врачом, а также предоставление всей необходимой информации для его интерпретации.

Чтобы обеспечить качество выполнения исследования на должном уровне, необходимо систематическое проведение мероприятий для выявления и уменьшения ошибок на всех этапах лабораторного исследования — преаналитическом, аналитическом и постаналитическом. С этой целью используются и разрабатываются международные и национальные нормативные документы и стандарты (рекомендации организации ISO, государственные стандарты, приказы Минздрава РФ) в области лабораторной медицины.

Труднее всего в лаборатории удается контролировать преаналитический этап (назначение анализа, взятие биоматериала, транспортировка, пробоподготовка), так как, во-первых, большинство операций данного этапа в настоящее время не стандартизировано; во-вторых, значительная его часть осуществляется не сотрудниками ЛИС; в-третьих, здесь преобладает ручной труд. По данным экспертов, доля ошибок преаналитического этапа составляет более 50% от общего числа лабораторных ошибок. Это может лишить смысла все дальнейшие исследования и манипуляции и привести к неправильному результату.

Один из самых важных составляющих — качественное взятие материала, его первичная обработка, хранение, транспортировка и сроки доставки. Зарубежная практика показывает, что стандартизация этих составляющих обеспечивает резкое снижение ошибок преаналитического этапа. Основой для принятия стандартов могут стать современные средства взятия биоматериала — вакуумные системы с заранее добавленными реагентами для различных видов анализов. При ручном дозировании практически невозможно точно соблюсти необходимое соотношение биоматериала и реагента. Использование систем, которые строго забирают требуемый объем, указывают необходимые метки, контролируют глубину прокола, имеют промышленным способом дозированный реагент, определяет качественный забор и хранение материала и стандартизирует процесс. Кроме того, это позволяет решить часть проблем с установлением референтных значений, а также в значительной мере обеспечить точность работы приборов на последующем, аналитическом, этапе.

Важную роль играет стандартизация процесса транспортировки и сроков доставки анализов в лабораторию. При транспортировке должно учитываться влияние тряски, температуры, прямого света на их стабильность. Сроки доставки предполагают установку приемлемого интервала между взятием пробы и началом подготовки к исследованию в лаборатории.

Возможности стандартизации и минимизация ошибок преаналитического этапа непосредственно в лаборатории связаны:

- с контролем соблюдения стандартов по срокам доставки биоматериалов;
- маркированием каждой пробы и их идентификацией в ЛИС;
- использованием систем автоматической пробоподготовки с аликвотированием проб.

Средства контроля качества аналитического этапа в практике современных лабораторий развиты хорошо и используются в должной мере. На долю аналитического этапа эксперты отводят не более 20% ошибок, значительная часть которых связана с отсутствием или игнорированием стандартов на выполнение различных операций преаналитического этапа.

Для контроля качества внутри лаборатории в автоматическом режиме проводится ежедневное измерение контрольных материалов с целью выявления и устранения недопустимых отклонений от стабильного выполнения теста. По результатам исследования контрольных проб строятся контрольные карты в виде графического изображения, на которые наносятся измерения контрольных материалов в пробах пациентов каждой аналитической серии.

Основной источник ошибок на постаналитическом этапе — ошибки ручного ввода результатов в бланк исследований. Максимальная автоматизация передачи данных из анализаторов в информационную лабораторную сеть — оптимальное решение этой проблемы.

На постаналитическом этапе лабораторной диагностики контроль качества предполагает квалифицированную проверку результатов анализа врачом-лаборантом или заведующим лабораторией на предмет их правдоподобия, а также сопоставления каждого результата с референтными интервалами. По мнению международных экспертов, референтные пределы разрабатываются и устанавливаются крупными авторитетными производителями тест-систем с предоставлением максимальной информации о деталях разработки этих пределов. Ответственность за их выбор или смену лежит на специалистах клинической лабораторной диагностики, все решения необходимо строго документировать.

ЛИС формирует бланки исследований с выделением наиболее важной информации, может группировать результаты по патофизиологическому принципу с указанием референтных значений, что значительно упрощает последующую трактовку результатов врачом-клиницистом.

### 18.1.4. Эффекты от внедрения ЛИС

По данным из различных экспертных источников можно сформулировать следующие основные эффекты от использования ЛИС:

- значительное уменьшение рутинного малопродуктивного труда и оптимизация использования оборудования;
- минимизация технологических ошибок и временных затрат на организационную работу с материалами и направлениями за счет использования штрих-кодов, технологии электронного направления, систем пробоподготовки;
- минимизация ошибок аналитического этапа, повышение достоверности результатов исследований за счет автоматизации процессов и контроля качества их проведения;
- сведение к минимуму потерь и искажения информации при передаче результатов исследований за счет безбумажных технологий;
- сокращение времени получения результатов назначенных пациентам исследований, что ведет к сокращению сроков диагностического этапа;
- сокращение ненужных, часто дублирующих друг друга тестов, уменьшение количества повторных назначений из-за потери или невозможности идентификации результатов исследований;
- снижение трудозатрат на документирование результатов и составление статистической отчетности за счет ухода от ручного формирования и благодаря полной автоматизации этих процессов;
- повышение безопасности обработки и сохранения информации;
- создание базы данных исследований с возможностью удаленного доступа. Возможность повторной выдачи результатов в любой момент времени;
- минимизация неучтенных оказанных услуг;
- экономия реактивов и расходных материалов благодаря их строгому учету и снижению количества необоснованных повторных назначений;
- оперативность управления всеми этапами лабораторной диагностики благодаря наличию в ЛИС всей необходимой информации для поддержки управленческих задач.

Перечисленные эффекты позволяют значительно повысить качество лабораторной диагностики и значимо увеличить количество выполненных исследований без увеличения штата сотрудников (по данным экспертов — в 1,5–2 раза).

Так, в системе здравоохранения США экономия этих затрат составляет 22,4% от общего количества суммарных годовых затрат на лабораторные тесты в амбулаторном секторе и 11,8% — в стационарном. Общая экономия на лабораторных исследованиях в стационарном секторе оценивается: максимальная — 2,2 млрд долл./год, средняя — 1,1 млрд долл./год в амбулаторном секторе, соответственно 3 и 1,6 млрд долл./год — в стационарном.

Большинство технологических процессов в деятельности ЛИС можно детализировать и строго учитывать. Это позволяет подойти к оценке качества всех действий более объективно (сравнивая со стандартами) и полно. При должной автоматизации этой задачи можно полностью контролировать трудозатраты и себестоимость услуг.

### **18.1.5. Интеграция ЛИС с информационными системами медицинских организаций**

Наибольший эффект по всем направлениям дает ЛИС, интегрированная с МИС МО. Работа в условиях, где ЛИС является органичной частью общего информационного пространства медицинской организации, позволяет:

- получать направление на исследование со всеми необходимыми анкетными данными;
- иметь доступ к электронной медицинской карте пациента, в том числе к результатам исследований, выполненных в других медицинских учреждениях, что необходимо для контроля корректности проведения исследований и оценки результатов;
- запрашивать дополнительную информацию о выполненных исследованиях, инициировать дополнительные исследования по результатам уже проведенных;
- минимизировать ошибки, связанные с необоснованным дублированием исследований из-за «потерянных» анализов, с неполным выполнением оплаченных и выполнением неоплаченных услуг;
- использовать общий складской учет, ведущийся на уровне аптечной службы и склада — прием и списание реактивов, кювет, пробирок и т.п., контроль сроков их годности;
- использовать актуализированные справочники преискурантов услуг, перечень тестов, информацию о внешних пользователях, которые дают направления;

- сокращать затраты на документооборот, автоматически формировать отчеты общего характера, где требуется информация по МО;
- получать консолидированную по всем подразделениям финансово-статистическую информацию. Рассматривать деятельность лаборатории в тесной взаимосвязи с данными других отделений МО.

### 18.1.6. Общие принципы построения ЛИС и проблемы взаимодействия с лабораторным оборудованием

Для построения ЛИС необходима компьютерная сеть, основу которой составляют сервер системы и автоматизированные рабочие места сотрудников лаборатории. Специальное оборудование включает анализаторы и устройства взаимодействия с ними, принтеры для печати маркирующих этикеток, а также считыватели штрих-кодов.

Программные средства для организации полнофункциональной ЛИС, как и любой сложно организованной системы, должны включать стандартное, специальное и прикладное программное обеспечение:

- операционные среды, поддерживающие сети и различные средства связи, в том числе СПО (ОС семейства Windows, Linux, Unix);
- специальные программные платформы для управления базами данных, поддерживающие современные языки программирования для расширения возможностей управления данными (СУБД Oracle, Cache и СПО MySQL, FireBerd и др.);
- прикладное программное обеспечение (типовые решения разработчиков);
- средства для организации взаимодействия (интерфейсы сопряжения) с автоматическими лабораторными анализаторами;
- программные продукты для считывания формализованных бланков (например, оптическое распознавание символов на основе Abbyy Form Reader и оптическое распознавание отметок на основе оборудования компании Axione).

Средства сопряжения с автоматическими лабораторными анализаторами позволяют в автоматическом (автоматизированном) режиме передавать заказы и получать результаты исследований.

Различают однонаправленный или двунаправленный обмен информацией между ЛИС и оборудованием. *Однонаправленный* обмен представляет собой передачу информации о результатах исследования в виде двоичных значений или текстовых файлов со специальным форматом по серийному, принтерному порту, Ethernet (стандарт передачи

в локальных сетях) и т.д. При *двунаправленном* обмене реализуется механизм запрос—ответ (*hostquery*), когда анализатор после считывания штрих-кода образца запрашивает ЛИС о задании. В последнем случае требуется разработка протоколов обмена информацией между ЛИС и приборами. Современное развитие ЛИС привело к разработке и поддержке производителями специального стандарта ASTM и обмена данными в формате XML, что заметно облегчило решение задачи подключения к системе новых анализаторов и возможность интеграции с другими информационными системами.

В реальной жизни требуется наличие разных способов интеграции анализаторов с ЛИС. Один из них необходим, когда программное обеспечение самого анализатора достаточно функционально и гибко, специалист лаборатории выполняет все необходимые вычисления в нем и затем выборочно передает результаты в ЛИС. В таком случае нет необходимости во взаимодействии врача-лаборанта с интеграционным программным обеспечением.

В случаях когда требуются объединение данных из разных приборов, дополнительные вычисления, которые не поддерживаются программным обеспечением анализаторов, выбор правильных диапазонов для каждого исследуемого показателя и т.п., необходимо решение, при котором интеграционный интерфейс позволяет специалисту инициировать эти действия и просматривать результаты.

Таким образом, к интерфейсам «оборудование—ЛИС» выдвигается современное требование их развития не просто как механизмов передачи данных, а инструментов управления ими: получать типовые рабочие задания из ЛИС, создавать из них последовательности для систем обработки данных анализатора, оценивать и проверять типовые результаты анализов, контролировать качество, влиять на их представление (например, количество цифр после запятой), экспортировать результаты в различные форматы файлов, надежно передавать данные в ЛИС. Для специалистов лаборатории все режимы должны восприниматься как единая программная среда и быть удобными в использовании. Появление такого рода интерфейсов является катализатором для выработки единых стандартов взаимодействия.

Обязательное требование ко всем информационным компонентам лаборатории — их соответствие нормативному регулированию, а также обеспечение безопасности и конфиденциальности, которое подразумевает:

- реализацию иерархического доступа к данным, поддерживаемую средствами индивидуальной идентификации (системой паролей и другими не- и биометрическими способами);
- протоколирование рабочих процессов ЛИС: фиксация всех временных моментов (поступления материала, его регистрации, получения и утверждения результатов, формирования отчетов об исследовании);
- архивирование и резервное копирование данных, в том числе на внешних носителях (CD/DVD, магнитооптические диски). Это позволяет автоматически восстанавливать данные и работоспособность системы в случае различных сбоев;
- использование систем кодирования информации при передаче данных по открытым каналам связи за пределы лаборатории;
- анонимизацию данных (использование для кодирования медицинских данных условного имени — криптонима, раскрытие которого возможно только самим пациентом) при необходимости предоставления анонимного обследования.

### 18.1.7. Расширение возможностей ЛИС

Во многих исследовательских коллективах в области лабораторной медицины накоплены модули для решения специфических задач, генерации качественно новой диагностической информации, такие, как системы интерпретации «лабораторного портрета», автоматизированные системы анализа изображения и распознавания образов и др. Их разработка требует глубоких знаний предметной области, а интеграция с ЛИС позволяет расширить возможности лаборатории, предоставить удобство и высокую эффективность использования этих модулей для решения поставленных задач. Примером такой интеграции служит встраивание специфического микробиологического модуля «Микроб-2» в лабораторную подсистему МИС «Ариадна».

В модуле решаются все задачи микробиологического мониторинга: проведение идентификации микроорганизмов различных групп, определение их чувствительности к антибиотикам, построение кинетических моделей роста микроорганизмов с последующей их обработкой для решения практических и научных задач в клинической микробиологии и химиотерапии (встроенная экспертная система исключает применение заведомо неэффективных методов исследования). В задачи ЛИС входят ввод и хранение данных о пациентах и о взятых от них для анализов проб, а также экспорт данных о заказан-

ных исследованиях в «Микроб-2», получение результатов, формирование бланка ответа.

### 18.1.8. Типовые решения и перспективы использования ЛИС

В настоящее время на рынке ЛИС представлены как отечественные, так и зарубежные разработки. Преимущество отечественных разработок заключается в том, что они учитывают требования и стандарты нашей страны, упрощают возможность внесения изменений, имеют меньшую стоимость. Преимуществом иностранных ЛИС остается большая надежность.

Можно назвать следующие ЛИС и компании, наиболее широко известные на рынке России:

- «АЛИСА», ЗАО «Фирма ГАЛЕН», Россия;
- ALTEY Laboratory, ЗАО НПО «АЛТЭЙ», Россия;
- «Ариадна» (бывш. «Медап»), ООО «Брегис» (бывш. ЗАО «БиоХимМак»); совместно с компанией «Решение», Россия;
- LabTrak. СП АРМ, Россия;
- PSM Plus, ООО «Рош Диагностика Рус» (Roche Diagnostics Ltd, Швейцария, и Лаборатория «Акросс Инжиниринг», Россия);
- «Рослабсистема», компания «Рослабсистем», Россия;
- TrakCare LAB, корпорация InterSystems.

Несмотря на различия между ЛИС по используемым технологическим решениям, идеологически и функционально ведущие системы сопоставимы между собой. Они могут автоматизировать лаборатории различного профиля — от районной больницы до крупной централизованной лаборатории КДЦ.

Современное требование к ЛИС — возможность создания на их основе единой информационной системы централизованной лабораторной службы, решений с использованием «облачных» технологий.

*Централизованная лабораторная служба* организуется на базе диагностического центра и позволяет предоставить широкий спектр лабораторных услуг для любой прикрепленной к ней МО, наиболее эффективно и оптимально использовать мощности крупной лаборатории.

Схема организации работы централизованной лаборатории выглядит следующим образом (на примере опыта организации лабораторной службы медицинских учреждений Юго-Восточного административного округа Москвы компанией «БиоХимМак»): в МО организуется забор материала и маркирование его носителя и направления. Производится регистрация пациента и задания на исследование на АРМ единой ин-

формационной системы. В централизованную лабораторию отправляется контейнер с маркированными материалами и направлениями. После проведения исследования результаты в электронном виде сразу становятся доступными в МО. Формируется отчетность, осуществляются экономические расчеты.

Опыт применения «облачных» вычислений в лабораторной диагностике еще не накоплен. Идея состоит в следующем. В едином центре обработки данных (ЦОД федерального или территориального уровня) разворачивается компонент для решения задач лабораторной диагностики. Организуются централизованные лабораторные службы, которые из своих ЛИС в специальных форматах передают необходимые данные. Те лаборатории, в которых нет своих информационных систем, через web-сервис вносят результаты лабораторных исследований. (Вопрос, насколько сложно и затратно организовать автоматическую передачу данных непосредственно от анализатора в ЦОД, пока нигде не освещался.)

Для организации централизованного хранения информации, передачи информации между различными ЛИС, интеграции с «облаком» и другими медицинскими информационными системами необходимо использование стандартов. В настоящее время в мировой практике активно разрабатывается и внедряется в области лабораторной диагностики классификатор LOINC (Logical Observation Identifier Names and Codes — названия и коды логических идентификаторов исследований) (см. гл. 13). Система универсальных идентификаторов позволит надежно передавать данные, безошибочно их воспринимать и однозначно трактовать. В случае обмена информацией между разными странами — преодолевать языковые барьеры. Использование стандарта LOINC в настоящее время поддержано решениями Министерства здравоохранения РФ.

## **18.2. СИСТЕМЫ АРХИВИРОВАНИЯ, ХРАНЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯМИ**

### **18.2.1. Системы PACS, их назначение и общие принципы построения**

Современные особенности развития диагностики с использованием изображений предъявляют высокие требования как к аппаратному оснащению, так и к организации рабочих процессов в подразделениях

лучевой диагностики: проведения исследований, архивации, передачи и управления полученными изображениями, диспетчеризации диагностических потоков, учета ресурсов, ведения отчетности, всестороннего анализа и контроля своевременности и объемов выполняемых исследований.

В настоящее время в лучевой диагностике представлен широкий спектр медицинского оборудования: рентгеновские аппараты, рентгенокомпьютерные томографы (РКТ), магнитно-резонансные томографы (МРТ), ультразвуковые диагностические аппараты, ангиографические комплексы, гамма-камеры, эндоскопическое оборудование, микроскопы и др. Современные их представители позволяют получать изображение в цифровом виде, что предполагает необходимость объединения потока диагностических изображений в единую информационную систему. За рубежом такие системы получили название PACS (от англ. Picture Archiving and Communication System — система архивации и передачи изображений).

Система PACS представляет собой комплекс аппаратного обеспечения, программных средств, организационных решений, предназначенных для выполнения следующих задач:

- получение цифровых медицинских изображений с диагностического оборудования, их передача и надежное хранение в электронных архивах;
- отображение, обработка, составление диагностических заключений с автоматизированных рабочих мест врачей-специалистов по лучевой диагностике;
- оперативный доступ к цифровым медицинским изображениям врачей-клиницистов при необходимости назначения лечения, получения консультации, оценки динамики и др. (просмотровые станции);
- обеспечение обмена изображениями в едином стандарте DICOM как при передаче внутри учреждения, так и по внешней сети;
- интеграция с информационной системой отделения лучевой диагностики и (или) автоматизированной информационной системой медицинского учреждения.

Организация PACS внутри медицинского учреждения предполагает объединение в общую скоростную локальную вычислительную сеть следующих подсистем: получения изображений; архивного хранения; диагностических станций (рабочих подсистем для обработки изображений); просмотровых станций.

Исходно диагностическая аппаратура может формировать изображение как в цифровом, так и в аналоговом виде. Для оцифровки рентгеновских снимков или видеосигналов, снимаемых с ультразвуковых аппаратов, необходимы сканеры, цифровые фотокамеры, станции цифрового TV-захвата и конвертации в DICOM серии медицинских TV-изображений, а также вспомогательные компьютеры. Сканеры должны быть рассчитаны на различные размеры пленок (в том числе большие) и обеспечивать сканирование изображений с большим диапазоном оптической плотности.

Полученные изображения подлежат специализированной обработке для анализа информации и составления диагностических заключений. Для этого используются диагностические станции обработки (станции 2D) и реконструкции медицинских изображений (станции 3D (4D)). Они представляют собой высокопроизводительный компьютер, к которому одновременно может быть подключено несколько специализированных мониторов с высокой разрешающей способностью и размером экрана. Программное обеспечение диагностических станций позволяет проводить цветовую и градационную коррекцию изображений, осуществлять вращение и масштабирование, создавать псевдотрехмерные изображения, сравнивать несколько изображений, сегментировать, выделять контуры исследуемых областей, восстанавливать изображения и др.

Исходное изображение и результаты его обработки поступают в электронный архив (кластер мощных серверов), который включает: 1) оперативный архив; 2) архив долгосрочного хранения (не менее 10 лет). Основным требованием к оперативному архиву является быстрый доступ к скоростным винчестерам (среднее время доступа — 5–10 мс), на которых хранятся изображения, полученные в недавнее время или более ранние, заблаговременно извлеченные для оперативной работы. В крупном лечебном учреждении за сутки производится несколько сотен рентгеновских, десятки МРТ- и КТ-исследований (что занимает более 15 Гб дискового пространства). Современные требования к объемам оперативного хранения — не менее 10 Терабайт. Архив долгосрочного и резервного хранения представляет собой роботизированную библиотеку на стримерных лентах, сменных магнитооптических или оптических дисках и предназначен для надежного длительного хранения больших объемов информации (исчисляется десятками Терабайт). Специализированное программное обеспечение электронного архива

позволяет четко управлять потоками изображений, их идентификацией и быстрым обменом между пользователями.

Просмотровые станции используются для визуализации изображений и протоколов диагностических заключений лечащими врачами, а также с целью оказания консультаций.

Необходимое условие организации PACS — возможность создавать электронную копию результатов исследований и записывать программу для их просмотра на различных носителях информации (CD, DVD и др.), а также выводить на бумагу и рентгеновскую пленку монохромные и цветные изображения.

Для унификации хранения и передачи изображений данные в PACS сохраняются в стандарте DICOM. Основное назначение данного стандарта — задача совместить аппаратные и программные средства медицинской визуализации различных поставщиков, изменения их моделей и версий, сделать электронный обмен медицинскими изображениями независимым от устройств, на которых они были получены. С помощью DICOM может быть формализовано описание медицинских изображений, условий их получения и хранения, а также сведений о состоянии пациента, его пространственном положении при получении снимка, комментариев, выполняемых медицинским персоналом, атрибутов, описывающих преобразования над полученными данными, и пр. В настоящее время все производители диагностического оборудования в области лучевой диагностики в составе своих систем имеют возможность обмена изображениями в стандарте DICOM3.

## 18.2.2. Преимущества использования PACS

Объединение всех цифровых диагностических устройств в единую информационную систему приводит к принципиально новому качественному уровню организации лечебно-диагностического процесса.

- Единая база обеспечивает оперативное получение данных для проведения обработки и анализа полученных изображений, описания исследований различными специалистами, проведения консультаций.
- Значительное увеличение скорости доступа к изображениям предоставляет возможность сравнения результатов исследований пациентов, выполненных в разное время, с использованием различного оборудования (модальностей): РКТ, МРТ, рентген, УЗИ.

- Обеспечиваются одновременная работа с изображениями разных специалистов, обмен мнениями врачей.
- Значительно увеличивается поток обслуживания пациентов за счет повышения производительности труда медицинского персонала, эффективного распределения задач по вводу и обработке информации между различными категориями сотрудников (специалистами, лаборантами и т.д.), контроля всех происходящих процессов.
- Уменьшается вероятность ошибок в результате быстрого, точного доступа к информации, электронного документирования. Сокращается дублирование дорогостоящих диагностических исследований.
- Предоставляется возможность долгосрочного хранения изображений, которое не может быть обеспечено при работе с пленкой.
- Значительно сокращаются средства на расходные материалы (пленка, химреактивы), а также на содержание занимающих большое пространство пожароопасных пленочных архивов.

### 18.2.3. Системы отделений лучевой диагностики

В настоящее время PACS разворачивают практически в каждом крупном медицинском учреждении с большим парком аппаратуры для лучевой диагностики. Однако PACS не обеспечивают решения всех задач радиологического подразделения, зачастую они изолированы от информационной системы больницы, что снижает общую эффективность и слаженность работы врачей всех отделений. Для полноценной деятельности необходима интеграция PACS с радиологической информационной системой (РИС; RIS — Radiology Information System).

Как и любая другая система в отделении, РИС должна обеспечивать информационную поддержку и управление всеми задачами деятельности отделения, в конкретном случае — лучевой диагностики, начиная от собственно процессов диагностического исследования, ведения расписания работы кабинетов и врачей, заканчивая формированием статистических отчетов, обеспечением поддержки задач аптечного и складского учета.

Можно сформулировать следующие основные функции РИС:

- получение электронных диагностических назначений, сформированных врачами-клиницистами МО в ЭМК пациентов и их диспетчеризация (ведение очередности, привязка к типу исследо-

- ваний, кабинету, врачу, медицинской аппаратуре). При необходимости — возможность автономной регистрации пациентов;
- планирование процедуры проведения исследования, передача информации о способе подготовки к обследованию, времени и месте его проведения в ЭМК пациента;
  - составление расписания работы врачей подразделений лучевой диагностики. Учет объемов выполненных исследований по различным направлениям;
  - ведение нормативно-справочной информации (информированных согласий на проведение различных видов исследований, справочников и кодификаторов подразделений лучевой диагностики, видов исследований, используемой аппаратуры и др.);
  - обеспечение оперативности доступа к визуальной информации PACS. Возможность импорта диагностических заключений из PACS и отдельных диагностических аппаратов;
  - хранение результатов сканирования пленочных исследований;
  - наличие средств, облегчающих оформление протоколов исследований (шаблоны, формализованные протоколы, конструкторы текстов);
  - оперативный доступ к дополнительной информации о пациентах, хранящейся в ЭМК (в том числе архивных данных пациентов), для формирования диагностических заключений, необходимых рекомендаций, оценки динамики. Передача сформированных протоколов и заключений в ЭМК;
  - учет индивидуальной эффективной дозы в радиационном паспорте пациента сразу после проведенного обследования;
  - обеспечение передачи изображений и сопутствующей информации для проведения телеконсультаций на большие расстояния при использовании различных каналов связи;
  - автоматизация ведения учетной, статистической, отчетной документации и информации для взаиморасчетов со страховыми компаниями;
  - ведение складского учета — прием и списание реактивов, пленок и др., контроль сроков годности;
  - контроль качества исполнения диагностических мероприятий (своевременность и полнота проведенных исследований, соответствие количества проведенных исследований количеству диагностических протоколов и заключений и др.);

- возможность организации платформы для проведения научных исследований с привлечением всей базы изображений.

#### 18.2.4. Перспективы использования PACS/RIS

В настоящее время мировыми лидерами по системам PACS являются следующие представители: AGFA, GE, Fujifilm, Siemens и др. Лидерство той или иной компании на рынке определяется, главным образом, накопленным опытом в данной области. Эти же компании предлагают и радиологические информационные системы RIS. Качество систем PACS/RIS у лидирующих производителей приблизительно одинаковое. Они сопоставимы между собой по используемым технологическим решениям, идеологически и функционально. Наряду с производителями PACS, решения для радиологических подразделений в том или ином объеме предлагают и ведущие отечественные разработчики.

В некоторых странах (Великобритания, Финляндия) решение об оснащении системами PACS крупных медицинских учреждений принимается на государственном уровне. В Швеции, например, системами PACS оснащены практически все лечебные учреждения. В настоящее время системами PACS пользуются 80% европейских больниц, однако системы RIS охватывают всего 40%.

Современным развитием работы с использованием PACS/RIS стало создание централизованной службы архивирования, визуализации и управления изображениями (ЦСУИ) на основе «облачных» технологий. Для этого в едином центре обработки данных (ЦОД) федерального или территориального уровня разворачивается компонент для ЦСУИ. Он включает в себя: центральный сервер, на который должны поступать все изображения из локальных шлюзов МО; каналы интернет-связи; подсистемы архивирования, защиты данных и идентификации исследований по пациенту. В каждой МО устанавливается сервер (локальный шлюз), накапливающий у себя данные, поступающие непосредственно с медицинских аппаратов. При условии стабильной связи медицинские изображения автоматически отправляются на центральный сервер архивирования изображений. В условиях нестабильной работы сети передача данных из МО может быть осуществлена в отсроченном режиме. На центральный сервер могут передаваться не только радиологические изображения, но и результаты других диагностических исследований (функциональной диагностики) при использовании стандартных форматов описания и передачи данных.

ЦСУИ должен обеспечивать круглосуточный доступ к изображениям разных групп пользователей из разных точек доступа (больниц, поликлиник, передвижных станций, мобильных устройств и др.). Для этого необходимо поддерживать несколько уровней качества передачи изображений с использованием технологий сжатия: диагностическое качество (в полном объеме, без сжатия, по протоколу DICOM) для обработки и анализа изображений по запросу специалистов лучевой диагностики; клиническое качество (сжатие 1:30) для визуализации и просмотра протоколов исследований по запросу врачей-клиницистов и консультантов; недиагностическое («справочное», сжатие 1:80, обычно в формате JPEG) для индикации типа исследования в электронных медицинских документах.

Разворачивание ЦСУИ дает возможность проводить виртуальные консультации в режиме реального времени с участием ведущих специалистов. Это востребовано в случаях поступления изображений для анализа из отдаленных медицинских центров, где могут отсутствовать специалисты диагностического уровня, в том числе при необходимости срочной консультации.

Примером использования ЦСУИ в России служит информационная система «Центральный архив медицинских изображений» (ЦАМИ) республики Татарстан (<http://kirkazan.ru/produkty/dispatcherskij-centr/sami/>). Основа системы — единое централизованное хранилище медицинских изображений, полученных с диагностических аппаратов всех крупных МО региона. Система позволяет осуществлять оперативный обмен изображениями между всеми участниками лечебно-диагностического процесса. В целях повышения качества и ускорения процесса лечения в системе есть возможность проводить удаленное консультирование врача-диагноста с необходимым специалистом. В случае если дежурный диагност не может самостоятельно дать медицинское заключение по конкретному случаю либо хочет дополнительно проконсультироваться относительно исследования, система предоставляет ему возможность оформить заявку на консультацию и получить оперативный ответ.

## 18.3. МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ОТДЕЛЕНИЯХ РЕАНИМАЦИИ И ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ

### 18.3.1. Системы мониторинга физиологических параметров реанимационных больных

Специфика работы отделений реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) определяется тяжестью состояния находящихся на лечении пациентов. Результативность оказания медицинской помощи реанимационному больному во многом зависит от способности врача-реаниматолога быстро оценивать ситуацию и принимать правильные решения. Сложные нарушения гомеостаза диктуют необходимость постоянного наблюдения за состоянием основных систем организма и физиологических параметров пациента. В современном ОРИТ эта задача успешно решена благодаря широкому использованию информационных систем постоянного интенсивного наблюдения, которые позволяют в режиме реального времени регистрировать и отображать различные электрофизиологические кривые и с определенной периодичностью рассчитывать витальные параметры пациентов.

История информационных систем постоянного интенсивного наблюдения за витальными параметрами пациентов насчитывает более полувека. За это время пройден большой путь как в разработке идеологии функционирования следящих систем, так и в развитии технологических решений, на которых они базируются.

В 1952 г. А. Himmelsteinand, М. Scheiner сообщили о своей разработке, получившей название «кардиотахоскоп» (Cardiotachoscope), которая использовалась ими во время проведения хирургических операций. Прибор был создан на основе электронно-лучевой трубки, на которой после установки датчиков отображались ЭКГ и частота сердечных сокращений пациента. Кроме того, была реализована возможность регулировки нижней и верхней границы ЧСС для сигнализации о выходе этого параметра за пределы допустимого диапазона. В течение следующих нескольких лет появились первые коммерческие реализации приборов, выполненных на базе осциллографов и получивших название «кардиоскоп». На круглых монохромных экранах отображался небольшой фрагмент ЭКГ-сигнала с помощью яркой точки, которая перемещалась слева направо и оставляла за собой небольшой светящийся хвост, дающий представление о форме кривой. Усилия разработчиков

были направлены на то, чтобы максимально увеличить время отображения наблюдаемой ЭКГ на экране, чтобы врач мог видеть как можно более длительный фрагмент сигнала. Вскоре были выпущены двухканальные устройства, которые позволяли наблюдать за ЭКГ сразу в двух отведениях.

На первом этапе такие устройства использовались во время хирургических операций, и их основной задачей было получение информации о частоте сердечных сокращений пациента и включение звуковой сигнализации при выходе ЧСС за пределы установленного диапазона. Для этих целей использовались специальная разметка экрана и графические индикаторы, так как вывод цифр и текста на экран не поддерживался. Иногда в качестве дополнительного оборудования для измерения ЧСС использовались кардиотахометры.

В следующем десятилетии следящие системы быстро распространились за пределы оперблока в ОРИТ. Приборы в этих отделениях располагаются в непосредственной близости от пациента, поэтому за ними прочно закрепляется привычное для специалистов название — *прикроватный монитор*. Начинает развиваться идея центрального мониторинга. Отдельно стоящие приборы объединяют в единую мониторинговую систему, построенную на основе сети по типу «звезда». В центре «звезды» в дополнение к прикроватным мониторам устанавливают один центральный монитор (станцию), который находится рядом с врачом и медицинской сестрой и способен по их выбору отображать экран одного из прикроватных мониторов. К центральной станции могли подключать магнитно-ленточное запоминающее устройство и печатающее устройство, которые обеспечивали длительное сохранение важной физиологической информации. Активизация печатающего устройства происходила автоматически в ответ на появление определенных изменений в форме регистрируемых сигналов.

Постоянно совершенствуются и становятся более точными алгоритмы определения ЧСС, что позволило создать в 1960-е годы первый прикроватный монитор для анализа аритмий. Расширяется набор регистрируемых кривых и физиологических параметров, который включает ЭКГ, ЭЭГ, сигнал инвазивного давления и температуру. На экране, который по-прежнему представляет собой электронно-лучевую трубку, отображается только один или два канала, но врач получил возможность выбирать с помощью переключателя для просмотра любое из 12 отведений ЭКГ. Размеры экрана сначала постепенно увеличиваются в диаметре, а затем появляются первые прямоугольные электронно-лу-

чевые трубки. Развитие космических технологий привело к созданию первых телеметрических систем, способных передавать регистрируемые сигналы на расстояние с помощью звуковых волн FM-диапазона.

Появление микропроцессоров дало импульс к активному использованию цифровой электроники в элементной базе прикроватных мониторов, начиная с середины 70-х годов, что привело к расширению их функциональных возможностей. Числовые значения витальных параметров стали сначала отображаться с помощью светодиодных индикаторов на панели прибора, а затем и непосредственно на экране монитора. Аналого-цифровое преобразование сигнала в режиме реального времени позволило улучшить отображение кривой на экране и дало возможность построения линейных трендов для оценки динамики витальных параметров.

Интенсивное развитие получил модульный принцип комплектации прикроватных мониторов для осуществления их быстрой реконфигурации. Для регистрации различных электрофизиологических кривых производители разрабатывали отдельные модули, в том числе беспроводные, которые можно было свободно вставлять в специальные приемные кассеты или слоты монитора и извлекать из них. Таким образом, возможности прикроватного мониторинга в ОРИТ определялись набором модулей, установленных в данный момент времени рядом с пациентом. Отпадала необходимость затрат на дорогостоящие опции прикроватных мониторов для каждой койки ОРИТ.

Существенно расширился набор регистрируемых кривых и мониторируемых параметров благодаря разработке технологии электроэнцефалографии, пульсоксиметрии и капнографии. Появилась возможность для автоматического неинвазивного измерения артериального давления. Был усовершенствован алгоритм диагностики аритмий и смещения сегмента *ST*, анализ которых осуществлялся в режиме реального времени и стал доступен как на центральной станции, так и на прикроватном мониторе.

Активная разработка новых технологий мониторинга физиологических параметров привела к созданию линейки специализированных анестезиологических мониторов, которые стали использоваться в операционной во время проведения хирургических вмешательств. В этих мониторах устанавливался блок спирометрии, который позволял врачу-анестезиологу контролировать дыхательный и минутный объемы, поток, податливость легких, сопротивление и давление в дыхательном контуре. В прямом и (или) боковом потоке определялись

концентрации кислорода, углекислого газа, закиси азота и других ингаляционных анестетиков. Анестезиологические мониторы были способны автоматически идентифицировать используемый ингаляционный анестетик.

К началу 1990-х годов дизайн прикроватных мониторов приобретает современный облик. На цветном дисплее в области волновых форм одновременно отображаются сразу несколько электрофизиологических кривых или отведений ЭКГ, а в расположенной рядом области витальных параметров — периодически обновляемые количественные данные. Врач имеет возможность выбора отображаемых на экране параметров и настройки границ тревоги, выход за пределы которых активизирует включение аудио- и видеосигнализации («аларм»).

Дальнейшее развитие получает технология центрального мониторинга. На центральной станции на посту медицинской сестры отображаются экраны нескольких прикроватных мониторов, что обеспечивает возможность дистанционного наблюдения за электрофизиологическими кривыми и витальными параметрами всех пациентов с подключенными мониторами. На центральной станции мониторинговая информация не только отображается, но и сохраняется в постоянном запоминающем устройстве на длительный срок, в то время как в прикроватном мониторе данные хранятся в течение 1–3 сут. Программные средства анализа динамики витальных параметров позволяют строить динамические таблицы накопленных данных и графические линейные тренды с возможностью комбинированного отображения нескольких параметров.

В дополнение к технологии центрального мониторинга появляется возможность получения разнообразной дополнительной информации непосредственно с прикроватного монитора. Удаленный доступ к другим мониторам позволил врачу, не отходя от больного, контролировать мониторные данные других пациентов.

В последний период на экране прикроватного монитора стали отображаться доступные по сети медицинские изображения: рентген, УЗИ, РКТ. Появляются различные дополнительные опции, которые помогают врачу решать свои задачи с помощью прикроватного монитора. К ним относятся калькуляторы доз медикаментов, интерактивные справочные руководства, обучающие программы и др.

Необходимость непрерывного мониторинга витальных параметров пациента даже в процессе его перемещения по различным подразделениям больницы привела к появлению компактных транспортных мониторов, питание которых обеспечивается за счет встроенных ак-

кумуляторных батарей. Они существенно меньше и легче стационарных моделей и могут крепиться непосредственно к кровати больного. Были разработаны «умные» измерительные модули со встроенным микропроцессором и запоминающим устройством, которые могли быть вставлены в соответствующий слот как стационарного, так и транспортного монитора. При транспортировке происходила смена монитора, а запоминающее устройство продолжало накапливать информацию независимо от местонахождения пациента: в отделении интенсивной терапии, в операционной, в отделении лучевой диагностики и др.

Другой подход к организации непрерывного мониторинга витальных параметров был реализован на основе создания локальных вычислительных сетей, посредством которых информация передавалась в централизованное хранилище данных. ЛВС охватывала основные подразделения больницы, в которые мог быть транспортирован пациент реанимационного отделения. Для фиксации и подключения прикроватных мониторов к электропитанию и ЛВС в них оборудовались специальные настенные крепления — станции со всеми необходимыми разъемами. Обеспечение беспроводного доступа к сети стало важным дополнением технологии непрерывного мониторинга физиологических параметров реанимационного больного: информация от прикроватного монитора стала поступать и отображаться на центральной станции практически в режиме реального времени.

В настоящее время прикроватные мониторы все больше становятся похожими на персональный компьютер, адаптированный для проведения мониторинга. В качестве операционной системы широко используются различные модификации Microsoft Windows. Существуют стационарные модели, которые реализованы либо в виде моноблока, либо включают отдельно стоящий системный блок и стандартную жидкокристаллическую панель, расположенную в регулируемых настенных или потолочных креплениях.

Проблема взаимодействия систем прикроватного мониторинга с другими медицинскими приборами в ОРИТ (инфузоматами, аппаратами ИВЛ, пульсоксиметрами) создала немало трудностей специалистам, которые решали задачу приема/передачи мониторинговых данных. В условиях отсутствия единого общепринятого стандарта производители разрабатывали свои собственные уникальные форматы выгрузки информации, которые во многих случаях становились секретом из-за стремления «привязать» покупателей к одному производителю оборудования. В результате появились не только цифровые выходы с шифрованием дан-

ных, но и собственные сетевые коммуникационные интерфейсы, которые исключали возможность использования «нефирменных» устройств.

Одной из относительно удачных попыток организации обмена данными между медицинским оборудованием стало появление стандарта IEEE 1073 «Medical Information Bus» (MIB). В стандарте были разработаны спецификации для всех уровней базовой эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМВОС) — Open Systems Interconnection Basic Reference Model (модель OSI), однако из-за сложностей практической реализации ее применение было ограничено коммуникационными технологиями на низких уровнях. Возможность быстрого соединения любого медицинского оборудования, поддерживающего этот стандарт приема/передачи данных, и сейчас остается нереализованной. Имеется удачный опыт объединения в одной сети нескольких устройств разных производителей, например прикроватных мониторов и аппаратов ИВЛ, поддерживающих MIB, но процесс их коммутации оказался гораздо более сложным и трудоемким, чем ожидалось.

Поиск новых подходов к решению проблемы обмена данными был обусловлен появлением различных медицинских информационных систем, с которыми было необходимо наладить взаимодействие. В основном обмен данными осуществлялся ЛИС, аптечными и больничными информационными системами. Для обеспечения обмена использовались серверы со специальным программным обеспечением, которое в определенном формате и с определенным периодом обновления предоставляло данные, собранные от разнообразного медицинского оборудования, подключенного к внутренней сети мониторинговой системы. В обратную сторону могли передаваться анкетные данные из больничной информационной системы и результаты лабораторных тестов из ЛИС. Формат приема/передачи данных был несложен, хорошо документирован и не зависел от особенностей функционирования оборудования. Это позволяло разработчикам в короткие сроки налаживать обмен данными между системами и положило начало созданию единого информационного пространства МО.

### **18.3.2. Автоматизированные рабочие места для врачей-реаниматологов**

Развитие средств вычислительной техники и появление настольных компьютеров стимулировало разработку программных приложений, которые могли использоваться на рабочих местах врача-реаниматолога

и постовой медицинской сестры. Центральные станции систем мониторинга витальных параметров отображали экраны нескольких прикроватных мониторов, что позволяло постовой медицинской сестре и врачам своевременно реагировать на опасные изменения в состоянии пациентов ОРИТ. Реализованные на базе персональных компьютеров, они обеспечивали сохранение всех поступающих от прикроватных мониторов оцифрованных данных на жестком диске. Фактически были созданы первые базы данных ОРИТ, в которых сосредоточивались результаты многочисленных измерений витальных параметров реанимационных больных. Большой поток поступающих данных трудно было не только хранить, но и интерпретировать: сложность задачи заключалась в создании технологичных решений для эргономичного представления и извлечения из него полезной информации.

Для демонстрации изменения витальных параметров реанимационных больных стали широко использоваться возможности просмотра данных в формате таблиц и различные формы графических линейных трендов. Витальные параметры, которые врач может выбрать по своему усмотрению, обычно располагаются в строках, а каждый столбец таблицы соответствует времени их измерения. Разработка графических средств анализа динамики количественных показателей, характеризующих состояние пациента ОРИТ, стала одним из полезных шагов в рамках создания систем поддержки принятия решений врачом ОРИТ.

В дальнейшем накопленные количественные данные широко использовались исследователями при проведении статистического анализа с целью объективизации оценки состояния отдельных систем и всего организма пациентов в критических состояниях. Подобные разработки, с одной стороны, привели к созданию алгоритмов диагностики синдромальных нарушений различных систем гомеостаза (кровообращения, внешнего дыхания, кислотно-щелочного равновесия и др.) (Зарубина Т.В., Гаспарян С.А., 1999), а с другой стороны, создали предпосылки для получения прогностических индексов и шкал для определения вероятности благоприятного и неблагоприятного исхода пребывания пациента в ОРИТ (Knaus' W.A., 1981; LeGall J.-R., 1984). Подобные высокотехнологичные инструменты для поддержки принятия решений врача-реаниматолога были не только основаны на результатах мониторинга пациента, но и использовали анамнестические данные, информацию о нозологической форме и характере хирургической операции, данные инструментальных и лабораторных измерений и др.

В конце 80-х—начале 90-х годов прошлого века усилия разработчиков были направлены на создание АРМ врача-реаниматолога. Одним из первых опытов в педиатрии был АРМ детского врача-реаниматолога, включающий базу данных, экспертную диагностическую систему и модуль поддержки лекарственной терапии, разработанный в Московском НИИ педиатрии и детской хирургии Минздрава России (Л.В. Гранова, Б.А. Кобринский, Л.Н. Таперова и др.).

В этих системах, которые функционировали на персональных компьютерах автономно вне рамок мониторно-компьютерных систем, была обеспечена интеграция различных медицинских данных пациента. Врач-реаниматолог осуществлял регистрацию поступления и убытия пациента, вносил анкетные и анамнестические данные. Результаты лабораторных тестов и инструментальных измерений передавались из других информационных систем или вводились вручную. Ежедневно фиксировался жидкостной баланс пациента.

Количественные данные, полученные от прикроватных мониторов и аппаратов ИВЛ, были лишь важным фрагментом в интегральном наборе информации о реанимационном больном. В базе данных АРМ врача-реаниматолога сохранялся не весь поток данных, а только некоторые «временные срезы» витальных параметров пациента, осознанно отобранные врачом. Таким образом, в процессе поддержки принятия решений использовалась «свернутая» клинически значимая мониторинговая информация, не содержащая артефактных значений.

В процессе разработки и внедрения АРМ врача-реаниматолога стало очевидно, что наряду с мощными аналитическими инструментами врачи нуждаются в средствах поддержки решения своих повседневных рутинных задач. Так, в составе АРМ появились системы электронного документооборота, которые позволяли создавать, редактировать и распечатывать основные медицинские документы: осмотр в отделении, дневник, эпикриз, протоколы манипуляций и др. Большое внимание уделялось автоматизации формирования ежедневного листа назначений. Для заведующего ОРИТ подготавливался набор отчетов, характеризующих основные показатели работы отделения.

Разработка информационных систем для врачей-реаниматологов активно велась как у нас в стране, так и за рубежом. Одно из первых подобных решений было предложено в США специалистами фирмы SpaceLabs, которые разработали систему QuIC (Quality In Care), предоставлявшую администрации и врачам ОРИТ программные инстру-

менты для оценки качества лечебной работы и стоимости лечения. В ее основе лежала база данных с большим количеством готовых запросов. Используя информацию, хранящуюся в БД, система могла рассчитывать различные балльные оценки состояния пациента (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II — APACHE II, Mortality Probability Model — MPM, Pediatric Risk of Mortality — PRISM, Simplified Acute Physiology Score — SAPSII) и быстро получать информацию о диагнозах, осложнениях, результатах лечения и др.

Аналитический модуль системы QuIC позволял по результатам лечения оценивать ряд важных клинико-статистических показателей:

- среднее время пребывания в больнице и ОРИТ;
- исход лечения у пациентов, находившихся в ОРИТ;
- количество повторных поступлений в ОРИТ;
- использование ресурсов (дни на ИВЛ, израсходованные катетеры Swan Ganz и другие дорогостоящие материалы);
- реальная летальность в сравнении с результатами предварительной балльной оценки;
- наиболее часто встречающиеся диагнозы;
- диагнозы, при которых денежные затраты максимальны;
- влияние осложнений на длительность и стоимость лечения.

Данные обо всех пациентах, поступающих в ОРИТ, заносились в базу данных. Несмотря на дружелюбный интерфейс программы и максимальную формализацию вводимых данных, процесс внесения информации был очень трудоемким и занимал значительную часть рабочего времени, причем большая часть информации заносилась в систему только после убытия больного из отделения.

Еще одна информационная система для врачей-реаниматологов CareSuite была разработана компанией Picis. Лицензированием и распространением этой системы в качестве дополнения к системам мониторинга витальных параметров занималась фирма Siemens. Система включала следующие независимые интегрированные модули, учитывающие специфические требования как врачей, так и управляющего звена лечебного учреждения:

- Chart+ — организует автоматический сбор и хранение данных со всех подключенных устройств, позволяет представлять информацию посредством диаграмм и графиков, передавать ее для анализа в другие приложения;
- VisualCare — обеспечивает организацию, планирование и ввод назначений, контроль за их исполнением;

- **HospitAudit** — включает запросы к базе данных и инструменты их создания, помогающие администрации осуществлять детальный анализ и планирование;
- **IntelliNotes** — содержит формы для ввода текстовой информации в структурированную базу данных, доступную всему медицинскому персоналу;
- **CareCentral** — предоставляет возможность централизованного обзора информации о многих пациентах с подробным просмотром данных каждого в отдельности;
- **QuickQuery** — обеспечивает доступ к базе данных с прикроватных и центральных компьютеров простым нажатием кнопки;
- **Click'nLink** — содержит библиотеку стандартных драйверов для подключения наиболее известных медицинских приборов.

Медицинские приборы подключались в эту систему с использованием Click'nLink-технологии. Данные из них поступали автоматически с заданным временным интервалом, на 24 ч сохранялись в буфере данных и при заданных пользователем условиях могли быть сохранены в базе данных системы. Возможен ручной ввод недостающих значений с клавиатуры. Программа автоматически принимала данные, поступающие из лаборатории и аптеки.

Для облегчения интерпретации данных были разработаны диаграммы для оценки гемодинамики, дыхательной системы, неврологического статуса. Они дополнялись настраиваемыми трендами, графиками и балльными системами оценки состояния пациентов.

Доступный с любой реанимационной койки модуль VisualCare обеспечивал запись выполненных, текущих или планируемых назначений и манипуляций в установленное время. Врач мог назначить терапию вручную или выбрать и отредактировать один из уже готовых шаблонов назначений. Система позволяла вычислять стоимость назначенного лечения и производить расчет жидкостного баланса.

С целью облегчения ввода текстовой информации в модуле IntelliNotes для каждого документа были разработаны специальные формы, в которые текст мог вводиться вручную, выбираться из списков или встраиваться посредством инструментов автоматической генерации текста. Вся информация в стандартной форме могла выводиться на печать для помещения в историю болезни, выдачи на руки пациенту и т.д.

### 18.3.3. Интегральные информационные системы отделения реанимации и интенсивной терапии

Интенсивный процесс информатизации сферы здравоохранения, высокий уровень развития аппаратного и программного обеспечения, широкое использование врачами персональных компьютеров в профессиональных целях обусловили необходимость создания интегральной информационной системы отделения реанимации и интенсивной терапии, которая бы позволила оптимизировать решение широкого круга задач, связанных с оказанием медицинской помощи в ОРИТ.

В этой связи перспективны отечественные разработки программного обеспечения на основе систем управления базами данных, которые позволяют хранить не только «свернутые» данные мониторинга, но и любую другую количественную и текстовую информацию о пребывании пациента в ОРИТ. Дружественный графический интерфейс таких систем облегчает их внедрение в повседневную практику ОРИТ и обеспечивает быстрое освоение программы даже при отсутствии опыта пользования персональным компьютером у большинства сотрудников.

Управляющее звено лечебного учреждения получает возможность объективно оценивать не только качество проведенного лечения, но и его стоимость. Составление отчетов в стандартной форме упрощается до выполнения запроса к базе данных и распечатке результата на принтере. Данные, хранящиеся в базе, могут использоваться в дальнейшем для научной работы, обучения и т.д.

База позволяет не только накапливать большое количество данных, но и облегчает их интерпретацию. На основе хранящихся данных системы обеспечивают возможность прогнозировать исход заболевания и проведения синдромальной диагностики. В настоящее время разработка такого программного обеспечения — перспективное направление в развитии мониторинговых систем для отделений интенсивной терапии.

Пример удачной разработки отделенческой системы — информационная система ИНТЕРИС, которая способна интегрировать большой поток информации от различных устройств, отвечает различным потребностям ОРИТ и специфическим потребностям других отделений. Система является гибкой и настраиваемой для решения рутинных задач и в то же время достаточно простой и ясной в использовании, чтобы врачи могли сконцентрироваться на лечебном процессе. Кроме этого ИНТЕРИС легко вписывается в современное технологическое окружение и обеспечивает врачам и администраторам больницы статистические инструменты для оценки качества и стоимости лечебной работы.

# ЭЛЕКТРОННАЯ ИСТОРИЯ БОЛЕЗНИ

Медицинская карта стационарного больного (история болезни) или медицинская карта амбулаторного больного (амбулаторная карта) — это первичные медицинские документы, в которых отражается вся информация о пациенте, связанная с пренатальным процессом, рождением, развитием, ростом, данными профилактических осмотров (диспансеризация) и лечебно-диагностическим процессом при острых и хронических заболеваниях, причиной смерти. Среди исторически сложившихся задач, решаемых с помощью данных медицинских документов, необходимо указать следующие:

- хронологическая фиксация всех фактов, событий и действий, относящихся к данному пациенту, в ходе его наблюдения в поликлинических условиях, в медико-санитарных частях и КДЦ и в процессе ЛДП в различных стационарных учреждениях;
- обмен сведениями о пациенте внутри учреждения;
- источник информации для принятия основных медико-тактических и административных решений;
- источник информации для формирования отчетной документации;
- источник данных для мониторинга распространенности хронических заболеваний.

С информацией из истории болезни (ИБ) и амбулаторной карты (АК) работает большое количество сотрудников разных специальностей и должностей, имеющих отношение как непосредственно к МО (лечащий врач, дежурный врач, врачи-консультанты, сотрудники лабораторно-диагностических отделений, средний медицинский персонал, заведующий отделением), так и к учреждениям управления здравоохранением, обязательного и добровольного медицинского страхования, правоохранительной системы. Среди многочисленных требований различных пользователей к первичной медицинской документации можно выделить ряд наиболее важных:

- полнота и качество вносимой медицинской информации (в том числе необходимой для социальных служб оказания помощи пациентам с ограниченными возможностями);
- разборчивость всех записей (включая расшифровку подписи);
- указание даты и времени записи;
- удобство поиска и использования информации из ИБ и АК (в том числе с целью формирования ряда рабочих документов для среднего медицинского персонала, сотрудников администрации МО и др.).

Применение современных информационных технологий позволяет создать электронный аналог такого объекта, как «Медицинская карта стационарного (амбулаторного) больного» в интересах различных пользователей и для достижения разных целей.

*Электронная медицинская карта и ее разновидность в виде электронной истории болезни — это медицинская информационная система, обеспечивающая автоматизацию ведения и формирования медицинской документации, оперативный обмен информацией между участниками принятия родов, профилактических осмотров и лечебно-диагностического процесса и поддержку их деятельности.*

## 19.1. НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ЭЛЕКТРОННОЙ ИСТОРИИ БОЛЕЗНИ

С 01.01.2008 г. вступил в силу Национальный стандарт «ЭИБ. Общие положения».

Стандарт разработан Гематологическим научным центром Российской академии медицинских наук (ГНЦ РАМН), ныне Минздрава России. В этом документе установлены общие положения и требования, предъявляемые к информационным системам типа «Электронная история болезни».

Под системой типа «Электронная история болезни» (ЭИБ) в настоящем стандарте понимаются системы, предназначенные для ведения, хранения на электронных носителях, поиска и выдачи по информационным запросам персональных медицинских записей (ПМЗ) — любых записей, сделанных конкретным медицинским работником в отношении конкретного пациента.

В данном стандарте определены этапы, составляющие жизненный цикл электронных персональных медицинских записей (ЭПМЗ):

- создание;
- ведение;
- подписание;
- хранение с прелоставлением доступа заинтересованных лиц;
- уничтожение ЭПМЗ.

Создание ЭПМЗ выполняет медицинский сотрудник, имеющий право на создание данного типа записи (лечащий врач, дежурный врач, врач-консультант). На этом этапе формируются такие структурные элементы записи, как идентификаторы пациента и лица, создавшего запись, номер истории болезни или амбулаторной карты, уникальный идентификатор данной записи и ее типа, дата и время описываемого события. Все указанные структурные элементы должны оставаться неизменными в течение всего жизненного цикла ЭПМЗ. (За исключением идентификатора новорожденного, который трансформируется после получения Свидетельства о рождении.)

Ведение ЭПМЗ включает в себя создание и преобразование в электронную форму содержательной медицинской части данной записи. В процессе ведения (до подписания) ЭПМЗ не является официальным медицинским документом. Данные, вносимые в ЭПМЗ в процессе ее ведения, могут изменяться или дополняться автором. Распечатка неподписанной ЭПМЗ допускается только в виде технических копий, которые визуально должны отличаться от официальных документов.

Подписание — это техническая процедура, превращающая незаконченную ЭПМЗ в законченную. Выполнив процедуру подписания, автор медицинского документа принимает на себя всю полноту ответственности за его содержание. После подписания ЭПМЗ приобретает статус официального медицинского документа и может быть использована для просмотра и распечатки всеми лицами, имеющими на это право. Подписанная ЭПМЗ может служить основанием для принятия важных медицинских решений и иного использования, установленного для медицинских документов данного типа. После подписания ЭПМЗ отчуждается от ее автора и не может быть им исправлена, изменена или удалена.

Процедура подписания ЭПМЗ должна быть активной и осознанной. Медицинский работник должен инициировать процедуру подписания самостоятельно. Компьютерная система не должна навязывать процедуру подписания (может только напоминать о неподписанных документах). В процессе подписания сотрудник должен быть проинформирован о том, что сейчас будет выполнена процедура подписания,

чтобы иметь возможность согласиться на ее выполнение или отказаться от нее.

Срок хранения ЭПМЗ определяется нормативными документами, регламентирующими сроки хранения обычных (бумажных) медицинских документов данного типа. На протяжении всего срока хранения для ЭПМЗ должны быть обеспечены сохранность, неизменность и достоверность.

Предоставление доступа к хранимым подписанным ЭПМЗ осуществляют в соответствии с регламентированными в данной МО правами доступа.

Уничтожение ЭПМЗ по истечении установленного срока хранения должно осуществляться специально назначенным для этого сотрудником или группой сотрудников на основании решения лица, ответственного за хранение медицинских документов в данной организации, и в соответствии с утвержденным регламентом.

Вся работа медицинских сотрудников — пользователей ИС ЭИБ, связанная с формированием и просмотром ЭПМЗ о пациенте, осуществляется через интерфейс, предоставляемый самой системой ЭИБ или соответствующим АРМ. В рассматриваемом стандарте сформулирован ряд требований к интерфейсам представления ЭПМЗ. Помимо общих характеристик дружелюбности — удобство пользования, интуитивная понятность, однозначное толкование всех используемых терминов и расшифровка аббревиатур — интерфейс должен включать обязательные элементы, позволяющие однозначно определить:

- к какому пациенту относится данная ЭПМЗ;
- дату и время описываемого в ЭПМЗ события;
- статус ЭПМЗ (для подписанных ЭПМЗ — Ф.И.О. подписавшего, дата и время подписи; при использовании электронной подписи (ЭП) в интерфейс должен включаться результат проверки целостности ЭП в соответствии с сертификатом подписавшего; если ЭПМЗ не подписана, то это должно быть отмечено).

Сведения о нарушении целостности ЭП должны быть выделены особо.

## 19.2. ЭМК — ОСНОВНОЙ ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ И ВЕДЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Электронная персональная медицинская запись, будучи электронным аналогом привычной записи в бумажной АК или ИБ, по сути, составляет ядро информационной медицинской системы — электронной медицинской карты.

Формирование записей осмотров и обследований пациента осуществляется путем заполнения предлагаемых системой бланков первичного осмотра, дневников, осмотров врачами-консультантами, протоколов проведения лабораторных, функциональных, радиологических и инструментальных исследований. С использованием возможностей интерфейса ЭМК или ЭИБ или блока формирования ЭПМЗ в рамках АРМ врач помещает соответствующие созданные записи в базу данных системы. Бланки осмотров должны отвечать требованиям пропедевтики по объему и последовательности фиксируемой клинической информации о пациенте.

Необходимо отметить ряд принципиальных различий и преимуществ в процессе формирования клинической документации в системе ЭМК (ЭИБ).

Во-первых, частично формализованный характер всех записей. Использование таких приемов для ввода информации о пациенте, как выставление флажков, выбор из списка, работа с шаблонами, позволяет сократить время на формирование записи и повысить ее качество. Для реализации таких возможностей ЭИБ должна обращаться к единым системным словарям и общепринятым классификаторам (периодически обновляемым). Формализованный подход в процессе формирования клинических записей особенно востребован на этапах фиксации диагностических заключений, формирования планов обследования и лечения, эпикризов и т.п., где особенно важно обращение к соответствующим справочникам. Все формализованные записи должны сочетаться с возможностью ввода свободного текста, дополняющего стандартизованные описания состояния больного, что позволит врачу фиксировать особенности клинической картины у конкретного пациента и отражать специфику наблюдаемых проявлений болезни.

Во-вторых, работа с системой ЭМК (ЭИБ) позволяет избежать многократного повтора введения информации о пациенте. Например, все анкетные данные вводятся один раз при заполнении титульного листа ЭМК (ЭИБ) пациента и затем при необходимости автоматически по-

мешаются системой во все требуемые документы — направления, рецепты, протоколы операций, выписки, сводки и т.д.

В-третьих, информационная система ЭМК (ЭИБ) способна взять на себя выполнение ряда рутинных (не требующих осмысления) функций — автоматическое вычисление производных показателей после введения первичной информации (расчет возраста по дате рождения, длительность госпитализации, количество дней до и после операции, расчет дозировок лекарственных препаратов в зависимости от массы тела, пола, возраста пациента и т.д.).

И еще одна очень полезная способность системы ЭМК (ЭИБ), которая может быть использована врачами при формировании медицинской документации, — автоматическая проверка ошибок, в том числе логических, например указание на невозможную дату («31.06.2013») или дату, противоречащую хронологии описываемых событий (закрытие больничного листа датой, которая еще не наступила).

Разделы ЭИБ для фиксации персональной и первичной клинической информации о пациенте аналогичны таковым в общепринятых бумажных медицинских документах. Для лечебно-диагностического процесса в стационаре это:

- титульный лист (номер ИБ, анкетные данные, информация о страховом полисе и т.д.);
- страницы для записей результатов первичных осмотров врачом (приемного отделения, лечебного отделения и т.д.);
- страницы для дневниковых записей лечащим врачом или записей дежурным врачом;
- страницы записей врачей-консультантов;
- результаты проведенных исследований (бланки и протоколы, изображения, кривые и т.д.);
- планы лабораторно-диагностических исследований и консультаций;
- схема медикаментозных и немедикаментозных лечебных мероприятий.

На основании введенной первичной информации о пациенте система ЭМК (ЭИБ) позволяет создать ряд вторичных и рабочих документов. Например, в интерактивном (т.е. по запросу врача) и полуавтоматическом режиме (т.е. врач вводит лишь незначительную часть информации о текущем состоянии пациента) могут быть заполнены такие разделы ЭИБ, как эпикризы (текущие, переводные и выписные), а также сформированы направления, рецепты и пр.

### 19.3. ИДЕНТИФИКАЦИЯ АВТОРА ЭЛЕКТРОННОЙ ПЕРСОНАЛЬНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ЗАПИСИ

В соответствии с рассмотренным ранее стандартом для использования электронных персональных медицинских записей необходимо обеспечить выполнение ряда условий, а именно:

- неизменность и достоверность на протяжении всего периода хранения;
- регламентацию прав доступа и конфиденциальность;
- персонифицируемость (возможность определить автора и происхождение записи в любой момент времени — аналог подписи на традиционном документе).

Таким образом, важнейшие требования при формировании электронной медицинской записи пациента — обязательная возможность идентификации автора записи и обеспечение целостности сформированной записи.

Среди различных подходов к выполнению указанных требований предусматривается использование средств электронной подписи, которая позволяет установить автора электронного документа и гарантировать неизменность его содержания (Федеральный закон Российской Федерации от 06.04.2011 г. № 63-ФЗ «Об электронной подписи»).

*Электронная подпись — это специфический «цифровой код», интегрированный с полным содержанием электронного документа, включая все прикрепленные файлы и все элементы формализованных данных.*

В настоящее время существуют разнообразные устройства хранения «цифрового кода»: дискеты, смарт-карты, USB-ключи и т.д. Одним из наиболее защищенных способов хранения закрытого ключа считается его хранение на смарт-карте. В этом случае для использования ЭП пользователю необходимо не только иметь саму смарт-карту, но и ввести ее PIN-код, т.е. реализуется двухфакторная аутентификация.

Использование ЭП в процессе работы с информационной системой ЭМК (ЭИБ) решает не только задачу идентификации автора записи, но и обеспечивает организацию регламентированных прав доступа к информации в системе, а также контроль целостности подписанной записи. Распознав цифровой код электронной цифровой подписи, система предоставляет пользователю предусмотренный регламентом объем прав доступа к информации из ЭМК (ЭИБ). В случае обращения к электронному документу, не подкрепленному ЭП, формируется сообщение о несанкционированном доступе. Возможность изменения (ре-

дактирования) содержания ЭПМЗ предоставляется только до момента ее подписания. Подписанная электронная запись должна храниться в базе данных ЭМК (ЭИБ) в неизменяемом виде и быть доступна только для просмотра в соответствии с правами доступа пользователя.

## **19.4. РОЛЬ ЭЛЕКТРОННОЙ ИСТОРИИ БОЛЕЗНИ В ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИИ ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ**

Одно из принципиальных отличий системы ЭИБ от привычного бумажного варианта этого медицинского документа — качественно новый способ организации взаимодействия медицинского персонала в ходе лечебно-диагностического процесса. Помимо целого спектра инструментов, автоматизирующих процесс формирования и ведения первичной медицинской документации, переход к безбумажной форме работы обеспечивает возможность одновременного обращения к ИБ одного пациента нескольких медицинских сотрудников — лечащего или дежурного врача, среднего медицинского персонала, сотрудников лабораторно-диагностических отделений и т.д.

Важен тот факт, что информационная медицинская система ЭИБ становится полноценным активным участником большинства реализуемых в МО мероприятий, связанных с лечебно-диагностическим процессом (рис. 19.1). В дополнение к рассмотренным выше возможностям осуществлять расчеты различных производных показателей система ЭИБ способна автоматически формировать текущие рабочие документы для медицинской сестры — листы назначений, список необходимых подготовительных процедур для проведения исследований, а также предоставить лечащему врачу сведения о выполнении назначений и их результатах. Встроенные в ЭИБ алгоритмы анализа первичной клинической информации позволяют акцентировать внимание лечащего или дежурного врача на особенностях состояния пациента и формировать группы пациентов, требующих повышенного внимания.

Обращаясь к планам обследования, сформированным лечащим врачом, ЭИБ автоматически создает заявки на лабораторно-инструментальные исследования и консультации и рассылает их соответствующим специалистам. При формировании таких электронных заявок система ЭИБ может учитывать целый перечень разнообразных факторов — количество соответствующих специалистов, график их работы,



Рис. 19.1. Роль ЭИБ в организации и управлении лечебно-диагностическим процессом

загруженность диагностической аппаратуры, приблизительное требуемое для исследования время и т.д. Таким образом, ЭИБ включается в процесс диспетчеризации в вопросах обследования пациентов. Результаты работы всех врачей-специалистов становятся доступны лечащему врачу с момента их подписания.

В отличие от традиционной бумажной истории болезни ЭИБ предоставляет лечащим врачам и заведующим отделениями возможность просмотра записей и списков невыполненных предписаний (с перечнями причин). Заведующие отделениями, пользуясь своим объемом прав доступа к ЭИБ пациентов, имеют возможность контролировать качество и своевременность принятия всех видов решений лечащими врачами: формулировки развернутых клинических диагнозов, соответствия планов обследования и лечения стандартам ведения пациентов с данной патологией и т.д. Оперативное получение такого рода информации дает возможность для наиболее обоснованного и качественного администрирования лечебно-диагностического процесса.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ К РАЗДЕЛУ 5

1. Решение каких задач обеспечивают медико-технологические системы?
2. Для чего предназначены автоматизированные системы для обработки медицинских сигналов и изображений?
3. В каких отделениях медицинских организаций используются автоматизированные системы для обработки медицинских сигналов и изображений?
4. Что включает в себя технологическая цепочка регистрации медицинских сигналов и изображений?
5. В чем заключается принцип аналого-цифрового преобразования медицинских сигналов?
6. В чем заключается принцип аналого-цифрового преобразования изображений?
7. В чем суть обработки медицинских сигналов и интерпретации полученной информации?
8. Опишите принципы обработки и анализа медицинских изображений.
9. Каковы возможности современной автоматизированной системы для обработки медицинских сигналов и изображений?
10. Что такое информатизация?
11. Перечислите элементы деятельности врача, нуждающиеся в информационной поддержке.
12. В чем состоит суть формализации декларативной медицинской информации?
13. Для чего используется информация процедурного характера?
14. Укажите основные требования к формализованным медицинским вопросам (картам).
15. В чем заключается принципиальное различие подходов «обучение с учителем» и «обучение без учителя» при построении диагностических алгоритмов?
16. Что такое чувствительность и специфичность алгоритма диагностики?
17. Определите роль специалиста-когнитолога при построении систем, основанных на знаниях.
18. Перечислите наиболее часто используемые модели представления знаний.
19. Сравните последовательность действий врача и интеллектуальной системы в процессе диагностики.

20. Что называют интеллектуальными/экспертными системами?
21. Какие требования предъявляются к экспертным системам?
22. Что такое искусственный интеллект?
23. Какова архитектура интеллектуальных систем?
24. Приведите классификацию консультативных систем по принципам их реализации.
25. Дайте определение понятию АРМ.
26. Охарактеризуйте положение информационных систем класса АРМ в общей классификации медицинских информационных систем.
27. Перечислите виды медико-технологических АРМ медицинских сотрудников.
28. Укажите основные функциональные направления использования АРМ медицинскими сотрудниками.
29. В чем заключаются особенности автономного и интегрированного режимов использования АРМ?
30. Дайте определение понятия ЛИС. Каково их основное назначение?
31. Назовите современные требования к ЛИС.
32. Опишите общие принципы организации ЛИС.
33. Как обеспечивается качество лабораторной диагностики?
34. Назовите основные эффекты от внедрения ЛИС.
35. Что дает интеграция ЛИС с информационными системами медицинских организаций?
36. Сформулируйте перспективы использования ЛИС.
37. Назовите основное назначение PACS.
38. Как организованы PACS?
39. Какие преимущества дает использование PACS?
40. Опишите перспективы использования PACS/RIS.
41. В чем состоит идея центрального мониторинга физиологических параметров пациентов?
42. Что нового привнесла микропроцессорная техника в идеологию мониторинга физиологических параметров пациентов?
43. Какие преимущества дает модульный принцип комплектации прикроватных мониторов?
44. Какие специфические возможности транспортных мониторов обеспечивают непрерывный мониторинг витальных параметров?
45. Какие новые функциональные возможности появились в АРМ врача-реаниматолога по сравнению с системами мониторинга физиологических параметров пациентов?

46. Назовите основные функциональные возможности интегральных информационных систем отделения реанимации и интенсивной терапии.
47. Дайте определение понятия «электронная медицинская карта» («электронная история болезни»).
48. Перечислите основные этапы жизненного цикла электронной персональной медицинской записи в соответствии с Национальным стандартом «ЭИБ. Общие положения».
49. Какая процедура переводит электронную персональную медицинскую запись в статус официального медицинского документа?
50. Какие условия должны быть обязательно выполнены при работе с электронной персональной медицинской записью?
51. Что принято считать ядром ЭИБ?
52. Укажите преимущества формирования клинической документации в системе ЭМК (ЭИБ).
53. Какие разделы входят в состав ЭИБ для фиксации данных о пациенте?
54. Что такое электронная подпись?
55. Какие задачи решает ЭП?
56. Какова роль ЭИБ в организации и управлении лечебно-диагностическим процессом?

# РАЗДЕЛ 6

# ИНФОРМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЕМ

## Глава 20

## АВТОМАТИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

### 20.1. УРОВНИ ИНФОРМАТИЗАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Медицинская организация является ключевым звеном во всей системе организации здравоохранения. Основное назначение МО — предоставление медицинской помощи пациенту, решение задач профилактики, диагностики, лечения и реабилитации. Также в МО накапливается вся основная медико-статистическая информация. От того, насколько оперативно, своевременно и качественно она формируется, зависит управление отраслью на уровне территорий и страны в целом.

МО также обязана, как и любое другое учреждение, решать кадровые, финансово-экономические и административно-хозяйственные задачи.

В настоящее время информационная поддержка деятельности различных видов МО все еще сильно различается. Можно выделить следующие уровни автоматизации МО.

1. Использование в учреждении систем учета для решения задач обязательного медицинского страхования (ОМС)

После принятия в 1991 г. закона «Об обязательном медицинском страховании» страховые медицинские организации (СМО), фонды обязательного медицинского страхования (ФОМС), коммерческие компании стали разрабатывать и обеспечивать МО системами, в задачи которых входят:

- ведение регистра прикрепленного населения (амбулаторно-поликлиническое звено) или регистра пролеченных больных (стационары) ;
- учет медицинских услуг, оказанных застрахованному контингенту.

Основной документ для учета медицинских услуг в МО стационарного типа — «Статистическая карта выбывшего из стационара», амбулаторно-поликлинического типа — «Единый талон амбулаторного пациента». Информация из этих документов переносится вручную оператором подразделения медицинской статистики МО в систему, а в конце каждого месяца формируются счета-фактуры для осуществления взаиморасчетов с системой ОМС. Сведения из этих же документов являются источником для формирования государственной отчетности МО. С начала 2000-х годов в медицинских учреждениях стали активно разрабатываться и внедряться программные средства, позволяющие использовать накопленные для учета лечебной работы данные и при добавлении к ним вручную недостающих сведений бухгалтерского и кадрового учета автоматически формировать необходимые стандартные статистические отчетные формы. Информация этих отчетов может также использоваться руководителем с необходимой частотой (месяц, квартал и т.д.) для анализа деятельности и решения задач управления МО.

Следует отметить, что такой «полуавтоматический» способ сбора медико-статистической информации является причиной очень многих неточностей и искажений накапливаемых данных (ошибки операторов при переносе данных с бумажного носителя, оформление несуществующих диагнозов и услуг врачами и многое другое). К сожалению, до сих пор в большинстве МО РФ представлены системы только этого уровня, который называют первым уровнем автоматизации.

## 2. Внедрение так называемых административных, или управленческих автоматизированных информационных систем

Использование систем второго уровня связано с появлением на российском рынке информационных систем для решения финансово-экономических, административно-хозяйственных задач и кадрового учета (около 15 лет назад) и адаптации их для медицинских учреждений. Ряд МО (в основном ведомственные, крупные научно-исследовательские центры и клинические больницы) стали дополнять ими автоматизацию учета оказанных услуг (системы первого уровня). Эти системы могут создаваться на единой программной платформе и поддерживать функции всего управленческого аппарата МО (главного врача,

его заместителей по лечебной, клиничко-экспертной, экономической, административно-хозяйственной и другой работе, медицинских статистиков, работников бухгалтерии и отдела кадров).

Основные источники информации для учета работы МО в данных системах — те же документы, которые используются при первом уровне автоматизации («Статистическая карта выбывшего из стационара» и «Единый талон амбулаторного пациента»), сведения из которых оператор также вводит вручную. Однако кроме этих данных в систему поступают сведения отдела кадров, бухгалтерии, административно-хозяйственной части. Этот уровень подразумевает также реализацию подсистемы «Приемное отделение» или «Регистратура», которые ведут учет всех поступлений и посещений в режиме реального времени, что позволяет мониторить движение пациентов и использование ресурсов МО. Все подразделения блока управления МО связаны между собой и с приемным отделением локальной вычислительной сетью (рис. 20.1).

Таким образом, кроме взаиморасчетов с системой ОМС, администрация учреждения имеет возможность оперативно анализировать

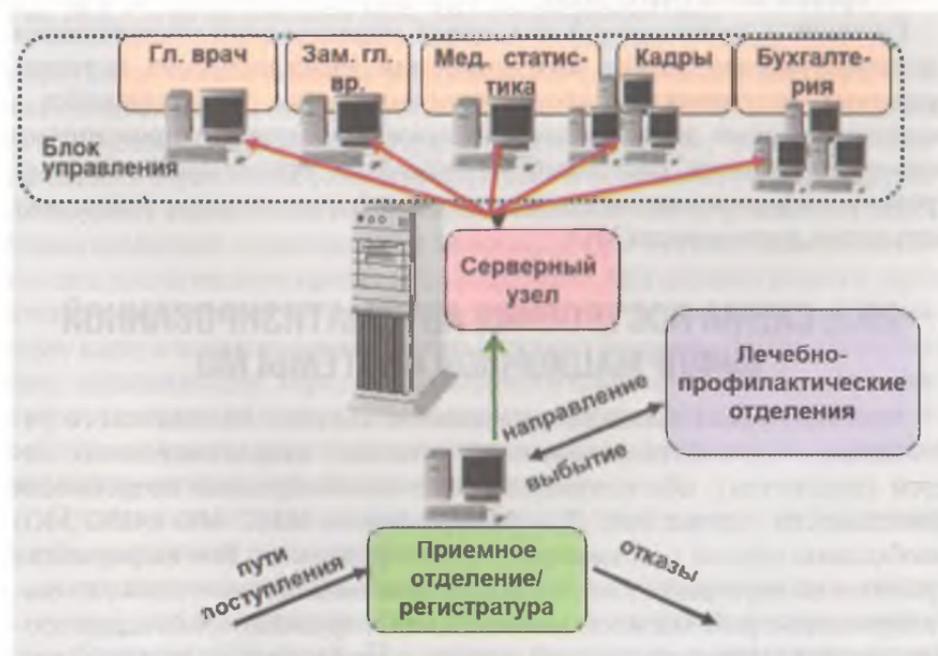


Рис. 20.1. Схема второго уровня информатизации МО

движение пациентов, оценивать нагрузку медицинского персонала, рассчитывать показатели использования коечного фонда в стационарах, формировать списки пациентов по лечебно-профилактическим отделениям для вспомогательных подразделений МО (аптеки, службы питания, прачечной). Эта информация помогает оперативно и эффективно управлять важными аспектами деятельности МО, формировать обязательную государственную отчетность.

Однако при информатизации МО ключевым аспектом должен быть лечебно-диагностический процесс, поддержка которого средствами информационных систем, о которых говорилось выше, отсутствует совсем или крайне незначительна. Речь идет о помощи при ведении врачебных назначений и первичных медицинских документов электронной медицинской карты пациента, информационной поддержке принятия клинических решений, телемедицинских консультаций и консилиумов и о другом, что должно способствовать снижению количества врачебных ошибок, повышению доступности, качества и безопасности медицинской помощи.

### 3. Автоматизированные информационные системы медицинских организаций (АИС МО)

Говорить о полноценной поддержке медицинского обслуживания населения можно только при внедрении учрежденческих интегрированных медицинских информационных систем, в сложившейся в настоящее время терминологии называемых автоматизированными информационными системами медицинских организаций. Данный уровень информатизации предполагает информационную поддержку всех видов деятельности МО.

## 20.2. СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МО

Автоматизированная информационная система медицинского учреждения — это интегрированный комплекс информационных систем (подсистем), обеспечивающих все многообразные потребности деятельности учреждения. Для развертывания МИС МО (АИС МО) необходима единая компьютерная сеть учреждения. Вся информация хранится на серверном узле, а в подразделениях организуются автоматизированные рабочие места медицинских сотрудников, с которых производится санкционированный доступ к необходимым данным (рис. 20.2). Большинство решений реализовано только как «толстый кли-

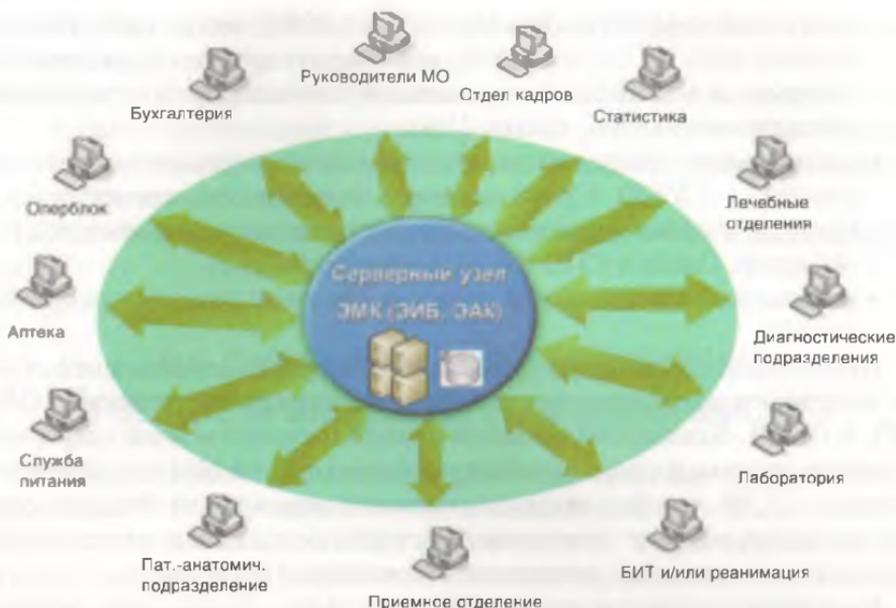


Рис. 20.2. Схема организации МИС МО стационарного типа

ент», когда обеспечивается расширенная функциональность рабочих мест относительно центрального сервера (около 60%). В ряде случаев (11%) используется архитектура «тонкого клиента», когда функциональность ограничена рамками системы. В остальных разработках используются смешанные технологии в зависимости от решаемых задач. Взаимодействие медицинского персонала при осуществлении лечебно-диагностического процесса в среде МИС МО осуществляется через электронный аналог бумажного документа — электронную медицинскую карту пациента: электронную историю болезни (ЭИБ), электронную медицинскую карту амбулаторного пациента (ЭАК), историю родов, историю развития новорожденного и др. ЭМК представляет из себя совокупность электронных персональных медицинских записей о пациенте, сделанных в данном учреждении.

Программные средства для организации работы системы включают в себя следующие составляющие:

- стандартное программное обеспечение (операционные системы), локальные сети МО с различными средствами проводной и беспроводной связи. По данным экспертов, в настоящее время преобладающая часть МИС МО работает под операционными

системами семейства Windows (более 50%); могут работать дополнительно на Linux — 26%; используют другие операционные системы, в том числе относящиеся к свободному программному обеспечению (СПО), только 21%;

- специальные программные средства (системы управления базами данных — СУБД). Преобладающее большинство инсталляций в настоящее время реализовано на программных платформах СУБД Microsoft, Oracle и СПО (MySQL, FireBerd и др.);
- прикладные программные средства (типовые решения разработчиков).

В настоящее время в крупных медицинских учреждениях нашей страны внедряется несколько десятков различных типовых решений МИС МО. В новой «Концепции создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения» от 28.04.2011 г. приводятся данные о 7,7% лечебно-профилактических учреждений России, осуществляющих ведение электронной истории болезни или электронной медицинской карты (т.е. внедрений полноценной МИС МО).

Выделяют следующие типы МИС МО: АИС «Стационар» («Больница») или «Госпитальная система», АИС «Поликлиника», АИС «Медсанчасть», АИС «Диспансер», АИС «Диагностический центр», АИС «Скорая помощь», АИС «Санаторно-курортное учреждение» и др.

### 20.3. ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ В МИС МО

Важный аспект при разворачивании МИС МО — защита информации: комплекс технических и программных средств и организационных мероприятий, необходимых для предотвращения нарушения целостности и конфиденциальности информации. В настоящее время работа с информацией в МИС регулируется двумя основными федеральными законами и множеством законодательных актов. Для удовлетворения требований по защите информации необходимо следующее.

- Внутри информационной системы обеспечить: а) строго регламентированный доступ к информации с использованием средств идентификации и аутентификации; б) механизмы подотчетности — ведение протоколирования действий (под каким паролем выполнен вход, с какого компьютера, в течение какого времени, какие документы просматривались и изменялись и т.д.); в) резервное копирование данных. Эти требования в настоящее время должны быть реализованы в каждой МИС МО.

- Со стороны локальной вычислительной сети организовать защиту серверов и антивирусную защиту.
- При необходимости передачи персональных данных в другие МО и (или) организации здравоохранения обеспечить криптографическую защиту каналов связи или организовать псевдонимизацию персональных данных.

Более подробно вопрос защиты информации в МИС рассмотрен в главе 7.

## 20.4. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ МИС МО

Основная цель информатизации МО — повышение эффективности их деятельности: улучшение качества оказания медицинской помощи, оптимизация диагностического процесса, учет затрат всех видов ресурсов, всесторонний анализ деятельности учреждения в целом и его структурных подразделений с выдачей информации для принятия оперативных и перспективных управленческих решений.

По данным Департамента развития медицинской помощи и курортного дела Минздрава России (Какорина Е.П., 2003), до 50% рабочего времени врача уходит на поиск необходимой информации и ведение документации. Применение компьютерных систем ведения медицинских записей о пациентах позволяет почти в 4 раза сократить время поиска, на 25% сократить время постановки диагноза и на 10–20% увеличить количество принятых врачом пациентов. Применение компьютерных систем ведения и поддержки врачебных назначений (при условии информации об их совместимости, возрастных дозировках и ограничениях и т.п.) позволяет существенно, почти на 80%, сократить количество ошибок при назначении лекарств и на 55% снизить неблагоприятные побочные реакции.

МИС МО состоят из большого числа подсистем, которые можно объединить в три группы:

- 1) административные подсистемы;
- 2) организационные подсистемы;
- 3) медико-технологические подсистемы.

*Административные подсистемы* предназначены для информатизации административно-управленческой и финансово-экономической деятельности МО. Они дают возможность осуществлять контроль по-

казателей деятельности МО в целом и его подразделений, выполнения обязанностей медицинским персоналом, сроков лечения, финансово-экономических показателей учреждения; вести учет ресурсов, расчеты со страховыми компаниями и т.д. Для этого создаются специализированные рабочие места.

АРМ в структуре АИС многочисленны и разнообразны: АРМ главного врача, его заместителей, специалистов по кадрам, экономиста, бухгалтера, медицинского статистика. Для названных категорий персонала МО разработано много прикладных программных средств, например аналитические модули, помогающие наглядно представлять получаемую информацию для удобства ее интерпретации.

*Организационные подсистемы* предназначены для решения задач управления потоками информации. Можно выделить следующие организационные подсистемы, помогающие оперативно и эффективно контролировать важные аспекты деятельности МО, автоматизировать многие рутинные процессы, значительно сокращать время и уменьшать количество ошибок при их выполнении.

1. Подсистема учета и списания медикаментов и других расходных средств:

- предполагает актуализированный учет и распределение медикаментозных средств по отделениям, постам, кабинетам с протоколированием действий всех участников;
- дает возможность осуществлять поиск назначений по необходимым направлениям (по способу введения, группе медикаментов, пациентам, времени, постам и др.) (рис. 20.3);
- реализует различные режимы автоматического списания (например, списание за определенный промежуток времени всех выданных пациентам поста/отделения медикаментов перорального способа введения или списание необходимых медикаментозных средств при выполнении внутривенной инъекции) (рис. 20.4);
- позволяет устанавливать нормативы списания при реализации различных назначений (внутривенная инъекция, постановка кубитального катетера и др.) (рис. 20.5).

2. Подсистема диспетчеризации потока пациентов на диагностические исследования. Данная подсистема предполагает:

- оперативную регистрацию всех диагностических назначений;
- распределение назначений с учетом очередности и срочности их поступления по отделениям, кабинетам, врачам (рис. 20.6);

№	Пациент	Медицинское отделение	Время	Дата	ИИ	P
100.1	АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ				ИИ 2137	
	Carvedilol, 75мг+15,2мг табл.внутр.		15		Наличие	
	Azoran, 20мг табл.внутр.		15		Наличие	
	Prevacid A, 5мг табл.внутр.		08		Наличие	
	Plavix, 75мг табл.внутр.		18		Наличие	
	Coronar, 1мг табл.внутр.		19		Наличие	
100.2	ЕВГЕНИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ				ИИ 2118	
	Plavix, 75мг табл.внутр.		08		Наличие	
	Carvedilol, 75мг+15,2мг табл.внутр.		22		Наличие	
	Olmetazec, 20мг капс.внутр.		18		Наличие	
	Atomaxest-Teva, 20мг табл.внутр.		22		Наличие	
	Coronar, 5мг табл.внутр.		08		Наличие	
	Coronar, 5мг табл.внутр.		20		Наличие	
	Coronar, 5мг табл.внутр.		08		Наличие	
	Coronar, 5мг табл.внутр.		20		Наличие	
100.3	ДАНИИЛ ДАНИЛОВИЧ				ИИ 2144	
	Carvedilol, 75мг+15,2мг табл.внутр.		09		Наличие	
	Coronar, 5мг табл.внутр.		09		Наличие	
	Coronar, 1мг табл.внутр.		09		Наличие	
	Atomaxest-Teva, 20мг табл.внутр.		20		Наличие	
	Plavix, 75мг табл.внутр.		08		Наличие	
	Coronar, 5мг табл.внутр.		18		Наличие	
100.4	ЮРИЙ ВЛАДИСЛАВОВИЧ				ИИ 2024	
	Carvedilol, 75мг+15,2мг табл.внутр.		10		Наличие	
	Plavix, 75мг табл.внутр.		20		Наличие	

Рис. 20.3. Режим поиска медикаментозных назначений

- составление графика работы медицинских работников диагностических отделений;
- выдачу информации о месте, времени и способе подготовки пациента к исследованию;
- возможность коррекции работы с учетом непреднамеренных событий (опоздания, неявки, увеличение времени проведения исследования и др.).

3. Подсистема составления расписания приема врачей амбулаторно-поликлинического звена. С учетом записи на прием по всем каналам (через инфоматы, Интернет, регистратуру поликлиники, по телефону), цели посещения (первичное, вторичное, профосмотр и др.) подсистема формирует график приема медицинского специалиста на определенный промежуток времени; позволяет получить всю оперативную информацию о времени, месте, цели как отдельного посещения, так и по различным направлениям (врачам, пациентам, кабинетам, отделениям и др.).

Дата и время: 22.03.2011 18:46 | № док-та: 107453 | Автор документа: А.А.

Затребовано				Отпущено			
Наименование препарата	Кол-во	Пациент	Штук	Наименование препарата	Кол-во	Остат.	Наимен. Источн. фонд
Аксис 20мг табл.ацетатрива	20 шт		20 шт	Аксис 20мг N 30 табл.ацетатрива	1 таб.	142	Клиника
Аксис 20мг табл.ацетатрива	20 шт		20 шт	Аксис 20мг N 30 табл.ацетатрива	1 таб.	142	Клиника
Гассовд 10мг табл.ацетатрива	2,5 шт		2,5 шт	Гассовд 10мг N30 табл.ацетатрива	0,25 таб.	21,25	Клиника
Ривекс 75мг табл.ацетатрива	35 шт		35 шт	Ривекс 75мг N 30 табл.ацетатрива	1 таб.	46,5	Клиника
Солкос 5мг табл.ацетатрива	5 шт		5 шт	Кориски 5мг N30 табл.ацетатрива	1 таб.	29	Клиника
Энергесол 20мг капс.ацетатрива	30 шт		30 шт	Энергесол 20мг N30 капс.ацетатрива	1 таб.	24,5	Клиника
Гассовд 10мг табл.ацетатрива	5 шт		5 шт	Гассовд 10мг N30 табл.ацетатрива	0,5 таб.	21,25	Клиника
Ейок Лонг 50мг табл.ацетатрива	50 шт		50 шт	Аксис 20мг N 30 табл.ацетатрива	1 таб.	8,5	Клиника
Сидомарол 75мг+15,5мг таб.	1 таб.		1 таб.	Кердидол 75мг + 15,5мг N14	1 таб.	124	Клиника
Аксис 20мг табл.ацетатрива	20 шт		20 шт	Аксис 20мг N 30 табл.ацетатрива	1 таб.	142	Клиника
Аксис 400мг табл.ацетатрива	400 шт		400 шт	Аксис 400мг N30 табл.ацетатрива	7 таб.	30	Клиника
Солкос 10мг табл.ацетатрива	5 шт		5 шт	Кинкор 10мг N30 табл.ацетатрива	0,5 таб.	12,75	Клиника
Ривекс 75мг табл.ацетатрива	35 шт		35 шт	Ривекс 75мг N 30 табл.ацетатрива	1 таб.	46,5	Клиника
Сектор 10мг табл.ацетатрива	10 шт		10 шт	Кинкор 10мг N30 табл.ацетатрива	1 таб.	21	Клиника
Сидомарол 75мг+15,5мг таб.	1 таб.		1 таб.	Кердидол 75мг + 15,5мг N14	1 таб.	124	Клиника

Формирование рецепта: Аксис 20мг табл.ацетатрива, 20 шт (1 таб.) в 22:30

Статус док-та: 1. Готово | 3. Сохранить | 5. Оценка запасов | 6. Выход

Рис. 20.4. Режим автоматического списания медикаментозных средств перорального назначения в МИС МО «Интерин PROMIS»

### !Постановка кубитального катетера

Реализовать задание

Ш/п	SEQ	Тип заявки	Наименование материала	Форма выпуска	Единицы измерения	Воронг списания
1			Бата	20		3.0000 X
2	01		Солкос 75мг	30		10.0000 X
3	02		Кубитальный катетер	40		1.0000 X
4	03		Повязка для фиксации	40		1.0000 X
5	04		Клевер 3х3 (пластик) (1 упаковка)	40		1.0000 X
6	05		Венклинитовый лейкоцелл 0,2%	40		1.0000 X
7	06		Стекло	40		0.1000 X
8	07		Салфетка	40		1.0000 X
9	08		Салфетка	40		1.0000 X

Рис. 20.5. Пример формирования нормативного списания при постановке кубитального катетера в МИС МО «Интерин PROMIS»



стандартам оказания медицинской помощи, лекарственным средствам, информированным согласиям на проведение операций или исследований и др.). И очень редко обеспечивается поддержка собственно медицинской деятельности — процессов диагностики и лечения.

Медико-технологические подсистемы подразумевают помощь при интерпретации данных, получаемых при обработке медицинских сигналов и изображений, поддержку принятия клинических решений (при диагностике, оценке тяжести состояния пациента, определении операционно-анестезиологического риска, прогнозировании патологических ситуаций, возможных осложнений, выборе лечебной тактики), предупреждение о лекарственной непереносимости при медикаментозном назначении, сигнализацию угрожающих состояний и многое другое. В ряде медицинских коллективов накоплены алгоритмы поддержки принятия решений. На протяжении нескольких десятилетий производились попытки их автоматизации, но, как правило, их распространение ограничивалось рамками отдельно взятого учреждения.

Медико-технологические системы и их назначение подробно описаны в соответствующих главах учебника. Здесь хотелось бы особо отметить, что задачей разработчиков МИС МО является внедрение существующих алгоритмов в процесс деятельности медицинского работника или интеграция с уже существующими АС, разработанными другими производителями. Это касается как отдельных процессов, так и целых функциональных подсистем (лабораторной, функциональной, лучевой диагностики и др.). Интеграция подразумевает возможность доступа и обмена данными или передачи формируемой информации без потерь и искажения из одной системы в другую (например, результаты лабораторных тестов из лабораторной системы или витальные параметры пациента с прикроватных мониторов — в систему формирования ЭМК и т.п.).

Полноценная интеграция систем — крайне непростая задача, для ее решения необходимы стандарты обмена информацией между МИС, международная систематизированная номенклатура медицинских терминов, общепринятая классификация медицинских понятий и активных лекарственных веществ. Мировое сообщество несколько десятилетий занимается данной проблемой, в настоящее время предложен ряд стандартов, уже нашедших широкое применение. Решение о принятии таких стандартов в каждой стране должно осуществляться на государственном уровне. Описание стандартов приводится в главе 13, здесь обозначены только те из них, которые актуальны для интеграции в МИС МО.

В России в настоящее время приняты к использованию следующие международные стандарты.

- Для передачи растровых медицинских изображений, получаемых с помощью различных методов лучевой диагностики (рентгенография, ультразвуковая диагностика, эндоскопия, компьютерная и магнитно-резонансная томография и др.), наиболее широко используется в настоящее время стандарт DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Он содержит описания типов данных и правил кодирования, используемых при передаче информации из одной МИС в другую.
- С целью создания единых правил обмена, обработки и интеграции медицинской документации используются стандарт HL7 (Health Level Seven) и содружественные с ним. Данный стандарт определяет технологию обмена данными между различными информационными системами, структуру медицинской документации, реализацию назначений, формирование заказов, получение результатов исследований и лабораторных тестов и т.д.
- Для однозначного восприятия семантического (смыслового) значения передаваемого медицинского документа необходима общепринятая номенклатура медицинских терминов. Используемая в HL7 международная систематизированная номенклатура медицинских терминов SNOMED CT (SNOMED Clinical Terms) содержит свыше 300 тыс. понятий с уникальным смыслом, которые разделены на группы и выстроены в сложную иерархическую структуру. Смысловые связи между концептами (понятиями) определяются с помощью формальных ссылок. Номенклатура SNOMED CT обеспечивает передачу смысла при обмене информацией о заболеваниях, их этиологии, симптомах и клинических проявлениях, о проведенном лечении, процедурах и исходе. С помощью общепринятой клинической терминологии можно унифицировать и интернационализировать содержание записей в электронных медицинских картах.
- Классификатор лабораторных и клинических исследований LOINC (Logical Observation Identifier Names and Codes — названия и коды логических идентификаторов исследований). Этот тезаурус представляет собой систему универсальных идентификаторов для использования в электронных документах, в первую очередь — для лабораторных исследований.

## 20.5. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МО

Интегрированная медицинская информационная система МО поддерживает деятельность сотрудников всех подразделений. Однако успех информатизации в целом определяется, прежде всего, тем, насколько полно поддерживаются задачи лечебно-диагностических подразделений. Только в случае когда медицинский персонал работает с удобными, хорошо структурированными и формализованными документами со встроенными элементами автоматического формирования текста, имеет возможность поддержки принятия клинических решений на своем рабочем месте, избавлен от многих рутинных действий (заполнения многочисленных дополнительных отчетно-учетных форм, диспетчерских функций), можно видеть реальную помощь медику от МИС, сокращение количества врачебных ошибок, высокую заинтересованность в использовании таких систем.

Информационная поддержка действий медицинского персонала в процессе обследования и лечения пациентов в МО должна включать:

- оформление больных при госпитализации в стационар (с использованием стандартных классификаторов), ведение плана госпитализаций;
- ведение осмотров, дневниковых записей, консультаций лечащими врачами и врачами-специалистами (для каждого вида патологии — своя проблемно-ориентированная формализация данных) с использованием общепринятых классификаторов;
- формирование этапного, переводного, заключительного (или посмертного) эпикризов и выписки с автоматическим заимствованием необходимых данных из ранее сформированных документов ЭМК и с возможностью их редактирования врачами;
- автоматическое формирование направлений для проведения исследований на основе сделанных врачом назначений, диспетчеризация потока назначений с учетом срочности и очередности их поступления, получение рекомендаций по подготовке к исследованию;
- формирование/интеграцию заключений и предупреждений об угрожающем состоянии при использовании внешних систем обработки медицинских сигналов и изображений;
- автоматическую или автоматизированную поддержку принятия врачебных решений (дифференциальная диагностика, оценка тя-

- жести состояния, прогноз и др.) на основе разработанных алгоритмов с использованием имеющихся в системе данных о пациенте;
- предоставление консультативно-справочной информации по медикаментам, включая автоматический контроль совместимости препаратов и противопоказаний с учетом отмеченных у больного заболеваний;
  - ведение листа назначений, организацию удобных форм для их реализации медицинским персоналом среднего звена и возможность автоматического списания медикаментов и расходных средств;
  - автоматическое вычисление необходимых показателей на основе введенной информации (сутки пребывания пациента, объем инфузионной терапии, жидкостной баланс и др.), расчет дозирования лекарственных препаратов.

Автоматизированные системы позволяют обращать внимание врача и руководителя подразделения на многие актуальные моменты в работе: отсутствие обязательной информации, пропущенные сроки проведения запланированных мероприятий, невыполнение положенных по стандарту действий. В момент постановки диагноза врачу могут предлагаться дифференциальный ряд и информация о возможных осложнениях патологического процесса. Это дает возможность значительно повысить качество лечебно-диагностического процесса, сократить количество ошибок.

АРМ, реализующие медико-технологические задачи в рамках лечебных отделений, представлены АРМ врачей-специалистов, участковых врачей, врачей приемного отделения, АРМ старшей, постовой, процедурной медицинских сестер, АРМ руководителя отделения.

На уровне *лаборатории и диагностических отделений* при информационной поддержке МИС МО решается задача повышения качества, эффективности и оптимизации диагностического процесса. Это возможно за счет использования современных медико-технологических информационных систем (диагностических и лабораторных) и аппаратных комплексов, которые могут быть как частью (подсистемой) МИС МО, так и самостоятельными (сторонними) разработками, интегрированными с ней (например, широко представленными в настоящее время системами лучевой диагностики — «Ариадна», «АМИКО», «Медкор», «МТЛ», лабораторной диагностики — ЛИС «Ариадна», Altey, «Акросс-Инжиниринг», Plims и др.).

Основные эффекты использования диагностических и лабораторных информационных систем:

- значительное сокращение потерь и искажений информации, уменьшение времени доступа к ней за счет безбумажной технологии передачи данных (даже если МТС и ЛИС не полностью согласованы с МИС МО);
- повышение качества диагностического процесса благодаря возможности передачи лечащему врачу изображений, полученных при проведении диагностических исследований;
- возможность проведения квалифицированной консультации благодаря наличию всей необходимой информации в ЭМК;
- формирование заключений при лабораторных, функциональных, радиологических, эндоскопических исследованиях путем выбора значений из классификатора терминов или путем подключения внешних программ, обрабатывающих сигналы с приборов и автоматически формирующих заключения (с автоматическим ведением журналов учета);
- сокращение сроков проведения и увеличение объемов исследований за счет использования возможностей современного диагностического и лабораторного оборудования (автоматизация проведения исследований, высокая пропускная способность, широкий спектр действия лабораторных анализаторов);
- всесторонний анализ деятельности диагностических подразделений;
- диспетчеризация потока диагностических исследований.

АРМ, реализующие эти задачи: АРМ лаборанта, АРМ врача-диагнosta или врача-лаборанта, АРМ руководителя отделения.

Информационная поддержка задач *аптечной службы* в рамках МИС МО реализуется в виде автоматизации следующих процессов:

- поступление, распределение, учет всех медикаментозных средств по различным направлениям;
- формирование сводок и отчетов об использовании лекарственных препаратов в различных аспектах;
- предупреждение о наличии препаратов в аптечках постов, отделений, общей аптеке МО, возможность формирования заявок на приобретение медикаментов;
- представление справочной информации о медикаментозном средстве и возможность поиска его аналогов за счет внедрения общепризнанных электронных справочников лекарственных средств;
- ведение системы анализа медикаментозных назначений по следующим направлениям: непереносимость лекарственных средств в

анамнезе пациента; взаимодействие лекарственных препаратов, которое может повлечь недопустимое воздействие на пациента; влияние назначенного лекарственного средства на сопутствующую патологию больного, возрастные ограничения назначения препаратов или снижение их дозировок (у детей и пожилых больных).

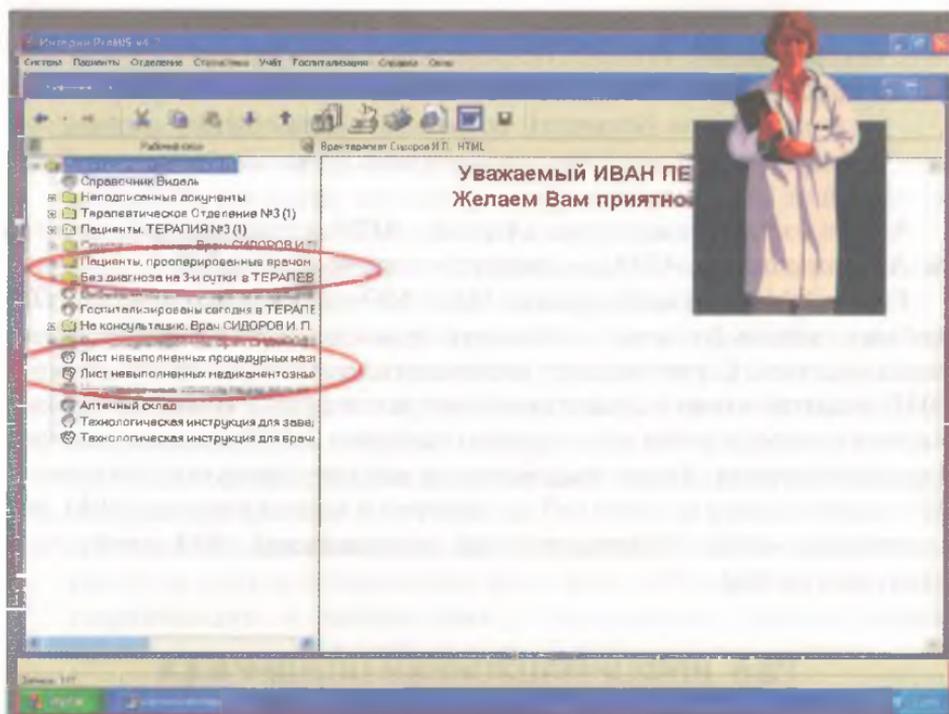
АРМ в составе подсистемы «Аптека»: АРМ специалиста-фармацевта, АРМ провизора, АРМ руководителя аптечной службой.

Важной подсистемой в рамках МИС МО является *подсистема «Пищевблок»*, задача которой — автоматизировать организацию диетического питания. С учетом диет, назначаемых пациентам врачами через ЭИБ, в соответствии с существующими рекомендациями и нормативами составляются меню для каждого отделения и МО в целом на определенный период. Также подсистема ведет учет продуктов питания и формирует сводки и отчеты об их наличии и использовании. АРМ, реализующие задачи этой подсистемы, представлены АРМ диетврача и (или) диетсестры.

## 20.6. ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ МО

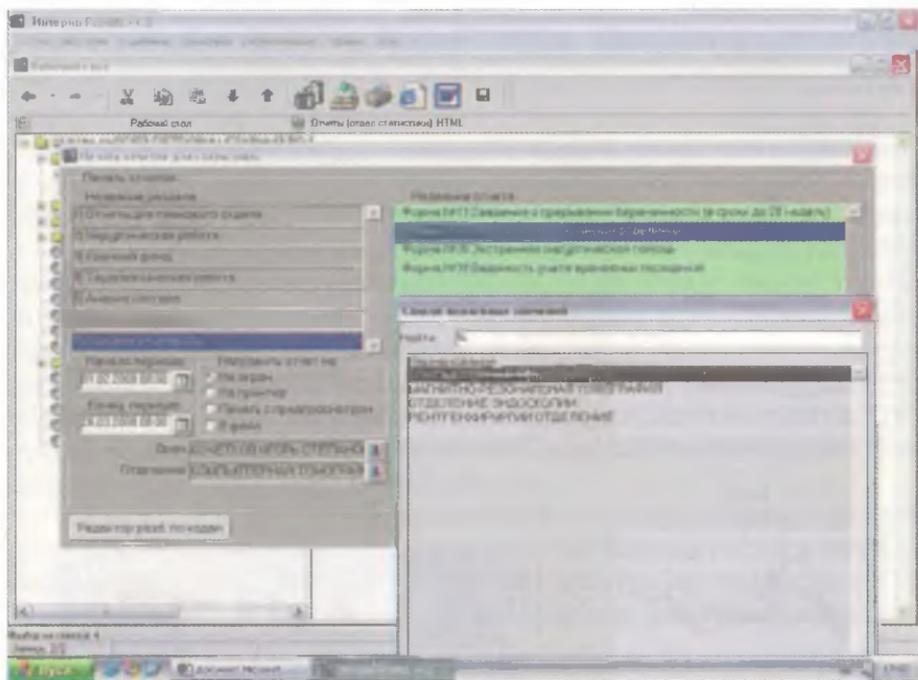
Результат информатизации МО — повышение эффективности управления за счет оперативности, полноты и достоверности сведений о состоянии ресурсов и результатах деятельности учреждения. Поддержка задач управления может быть представлена следующими возможностями.

- Формирование выборок для контроля за полнотой, последовательностью и своевременностью выполнения составляющих лечебно-диагностического процесса по разным направлениям на уровне должностей, специальностей, отделений (по выполненным операциям, проведенным исследованиям, оказанным консультациям и др.). Например, пациенты, которым не поставлен диагноз к 3-м суткам госпитализации, не выполнены медикаментозные и процедурные назначения (в экстренных случаях — в первые часы, включая требования «терапевтического окна», например, при инсульте), не проведены назначенные консультации, вовремя не оформлены документы ЭМК и т.п. (рис. 20.7).



**Рис. 20.7.** Рабочее место руководителя лечебного подразделения с контролем составляющих лечебно-диагностического процесса в МИС МО «Интерин PROMIS»

- Автоматическое формирование статистических форм обязательной государственной отчетности и возможность анализа получаемой информации за любой период времени (рис. 20.8).
- Составление типовых отчетных документов и сводок разной направленности. Например, по использованию ресурсов (медикаментов, расходных материалов, оборудования, коечного фонда), показателям деятельности подразделений (нагрузка специалистов, объемы операций и т.д.). Выгрузка в формат электронных таблиц (Excel) для более углубленного анализа.
- Встраивание конструктора формирования запросов для самостоятельного отбора руководителем необходимых для анализа показателей и их разрезов.
- Использование аналитических модулей с графической интерпретацией информации для помощи в принятии текущих и перспективных решений (рис. 20.9).



**Рис. 20.8.** Автоматическое формирование форм государственной отчетности в МИС МО «Интерин PROMIS»

Следует особо подчеркнуть тот факт, что для сбора всех сведений, необходимых для решения задач управления и формирования отчетности любого уровня в МИС МО, не должно требоваться заполнение дополнительных форм. При должной формализации все необходимые сведения автоматически выбираются из первичной информации, которая формируется в ЭМК во время профессиональной деятельности медицинского персонала. Это высвобождает огромное количество времени, значительно сокращает количество ошибок и избавляет от многих рутинных действий.

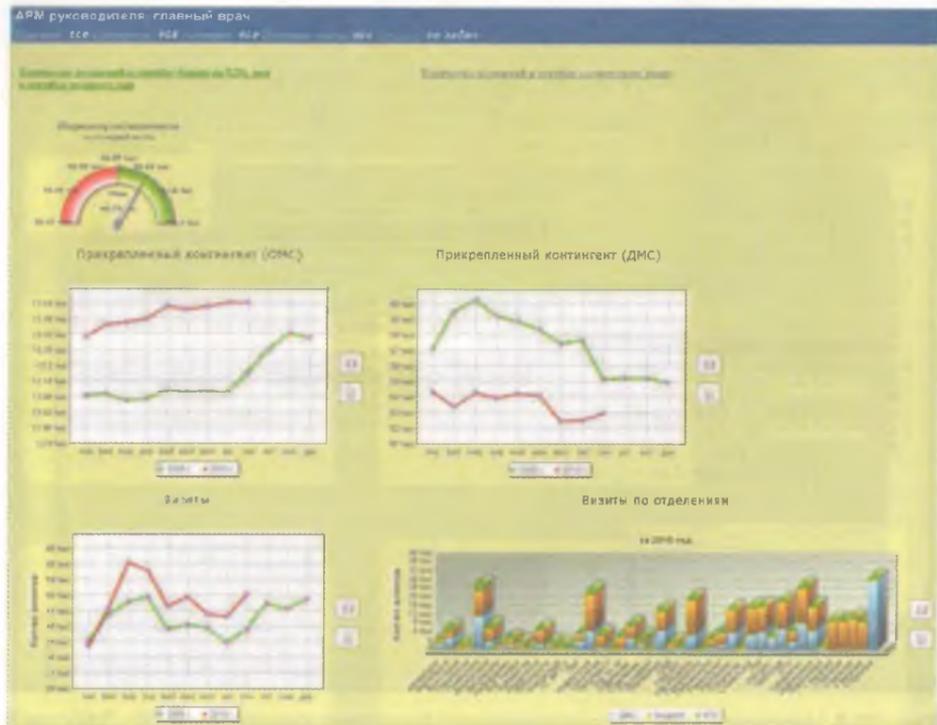


Рис. 20.9. Рабочее место руководителя лечебного подразделения с использованием аналитических модулей в МИС МО «Интерин PROMIS»

## 20.7. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МО

В настоящее время нет четко сформулированных и общепризнанных критериев оценки качества деятельности МО. Большинство специалистов сходятся во мнении, что необходимо оценивать три группы показателей: технологические, ресурсные и результирующие.

Самым распространенным способом оценки технологических и ресурсных показателей является сравнение со стандартами (например, по оказанию медицинских услуг). В настоящее время работа по созданию/обновлению устаревших стандартов заканчивается. Уже внедрены в МО современные стандарты на некоторые виды услуг — например, сестринские, услуги по оказанию высокотехнологичных видов медицинской помощи. В некоторых системах реализованы алгоритмы, по-

звolyающие в полуавтоматическом режиме проводить балльную оценку и формировать экспертную карту соответствия существующим стандартам фактически выполненных лечебных мероприятий и назначений.

Один из перспективных подходов к оценке результатов лечения (в стационаре) — подход, суть которого сводится к формулированию цели госпитализации при поступлении больного и ожидаемого результата лечения при постановке клинического диагноза с последующей балльной оценкой степени достижения результата на момент убытия из МО. В ряде систем в настоящее время осуществляется такая автоматизированная экспертиза в виде контроля за совпадением диагнозов (направительного, приемного отделения, клинического, заключительного), контроля за достижением запланированных результатов лечения, контроля возникновения осложнений состояния пациентов в связи с проводимым лечением/вмешательством и др.

Полноценная автоматизация контроля качества оказания медицинской помощи возможна только при наличии единых государственных стандартов и подходов. Задачи оценки качества деятельности МО в рамках АИС находятся в стадии разработки и на должном уровне пока не решаются.

## **20.8. ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ АИС МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

Эксплуатация АИС МО требует ощутимых капиталовложений, но при этом не просто окупается финансово, а приводит к изменению технологии работы учреждения в направлении оптимизации его деятельности, поэтому необходимость внедрения таких систем уже никем не оспаривается.

Фирмы, разрабатывающие АИС МО, идут на поэтапное внедрение системы, в зависимости от возможностей заказчика осуществляют настройку системы на конкретную МО, в том или ином виде сопровождают систему.

Одними из общих проблем, возникающих при внедрении АИС МО, остаются недостаточное развитие систем в аспектах удобства работы с медицинскими документами и баланса между формализованными и неформализованными фрагментами медицинских карт пациентов и в большинстве случаев отсутствие поддержки решений врача.

Можно выделить следующие факторы, способствующие успешному внедрению АИС МО.

- Подготовленность и информирование медицинского персонала (понимание общих задач информатизации МО, компьютерная грамотность).
- поэтапное обучение медицинского персонала работе с системой на специально организованных занятиях: от способности минимального выполнения необходимых функций до уверенного владения всеми возможностями, повышающими эффективность деятельности и сокращающими рутинные процессы.
- Вовлечение в группу внедрения наиболее авторитетных сторонников со стороны медицинских работников, которые более активно и максимально полно обучаются работе с системой, помогают ее настройке и отладке, способны пропагандировать внедрение и помогать осваивать систему другим.
- Активное участие в процессе внедрения руководителя учреждения, его образованность в области информационных технологий, своевременное издание приказов и распоряжений для легитимности действий по внедрению.
- Повышение заинтересованности медицинских работников в использовании системы в своей работе.

## 20.9. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ МИС МО

В настоящее время возможностями полной автоматизации МО в РФ обладают около 60 различных организаций-разработчиков АИС МО, наиболее активными из которых являются 23 компании.

Можно назвать следующие наиболее продвинутые типовые решения МИС МО (по функциональным возможностям, удобству работы, использованию стандартов взаимодействия, решению медико-технологических задач, потенциальной способности развития).

- ООО «Программы и комплексы», МИС «Асклепиус».
- Группа компаний «Интерин», МИС «Интерин PROMIS».
- Компания «КИР» (Корпоративные информационные рутинные), МИС «КИР.Стационар», «КИР.Поликлиника».
- ООО «Пост Модерн Текнолоджи», МИС «Медиалог».
- ООО «Комплексные медицинские информационные системы», «Карельская МИС».
- Группа компаний «БАРС Груп», МИС «БАРС».

- ООО «Ристар», МИС Ристар.
- ООО Самсон-Виста, МИС Самсон-Виста.

Различия между представленными МИС МО по используемым технологическим решениям, несомненно, есть. В них используются средства Oracle, Microsoft и др. Однако идеологически и функционально большинство таких систем сопоставимо между собой для каждого типа учреждений: стационарного, амбулаторно-поликлинического, диагностического центра, санаторно-курортного учреждения, роддома и др. Чаще всего на одной платформе (или в рамках единой технологии) успешно осуществляется разработка учрежденческих систем разных типов.

## 20.10. ТЕХНОЛОГИЯ «ОБЛАЧНЫХ» ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МО

Полноценная МИС МО требует больших затрат не только на приобретение, но и на поддержку. Обязательное условие работы — наличие штата сотрудников, обслуживающих систему и организующих защиту информации в ней: администратора системы, администратора информационной безопасности, IT-специалистов. До сих пор это могли себе позволить только крупные специализированные медицинские центры и высокобюджетные МО.

Одна из наиболее обсуждаемых и активно развиваемых IT-технологий последнего времени — «облачные» вычисления. Идея «облачных» вычислений состоит в том, чтобы вместо приобретения собственного сервера, программного обеспечения и содержания IT-персонала (исключая поддержку собственно персональных компьютеров) предоставить МО готовое решение и его обслуживание в виде web-сервиса. При этом оплачиваются только те ресурсы (продолжительность работы, объемы обработанной информации), которые были реально использованы. Изначально создается единый центр обработки данных (ЦОД) для развертывания «облака» (предполагается, что это будет ЦОД федерального или территориального уровня). В «облаке» разворачиваются общесистемное программное обеспечение и ряд одинаковых или многофункциональных МИС для всех типов учреждений. От каждой МО до «облака» создается выделенный или защищенный высокоскоростной канал связи. Необходим также резервный канал связи от другого провайдера на случай нарушений на основном канале или на оборудовании провайдера связи. В самой МО достаточно уста-

новить компьютеры для пользователей и организовать внутреннюю сеть (серверы, системы хранения данных размещаются в «облаке»). Собственником ЦОД являются органы управления здравоохранением РФ или территорий. В их же ведении находится обслуживание серверов, на которых хранятся все данные, защита информации, в том числе по каналам связи.

С одной стороны, «облачные» технологии только начинают развиваться, достаточного и однозначного опыта их применения еще не накоплено. По мнению ряда экспертов, главным потребителем «облачной» автоматизации деятельности МО в России должны стать небольшие медицинские организации. Аренда инфраструктуры и программных продуктов для них — возможность при небольших разовых затратах приблизиться к современным технологиям. С другой стороны, сделать универсальный и удовлетворяющий все потребности и специфику деятельности каждой МО продукт пока представляется малореальным. В отношении крупных многопрофильных учреждений, обладающих разнообразным медицинским оборудованием и осуществляющим высокотехнологичную медицинскую помощь, единый продукт практически неприемлем. А это означает, что будущее предполагает сохранение на рынке МИС многообразия решений, различие подходов и специфику выполняемых функций, т.е. дальнейшее развитие классических принципов построения МИС МО. А вот задачи консолидации статистической отчетности, централизованного ведения нормативно-справочной информации, дополнительные web-ориентированные сервисы («электронная регистратура», системы хранения персональных медицинских записей, планшетные решения), напротив, целесообразно реализовать именно с применением «облачных» технологий. В «облаках», несомненно, целесообразно организовать хранение копий баз данных МО, что снизит затраты на современные дорогостоящие системы хранения данных.

## 20.11. ОПЫТ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

За рубежом внедрение автоматизированных информационных систем учрежденческого уровня (МИС МО) достаточно давно считается совершенно необходимой и естественной составляющей деятельности здравоохранения. В развитых странах МИС МО разрабатываются начиная с 60-х годов прошлого века, а с середины 80-х годов крупные МО на эксплуатацию и обновления таких АИС тратят до 1/3 своего бюджета.

Американский стратегический исследовательский центр подсчитал, что в случае широкого внедрения системы ЭМК можно будет сэкономить 81 млрд долл. ежегодно, большей частью благодаря сокращению количества повторных анализов, лишних процедур и ошибок в лечении. Считается, что внедрение электронного документооборота позволяет сократить административные издержки более чем на 50%.

Также было подсчитано, что, например, в отделениях интенсивной терапии использование электронных медицинских карт на 52 мин уменьшает время, потраченное медицинской сестрой на работу с документами при 8-часовой рабочей смене.

По разным оценкам, при использовании полноценной МИС МО сокращение сроков пребывания пациента в стационаре составляет от 10 до 30% фактической длительности пребывания.

В скандинавских странах служба первичной медицинской помощи более чем на 90% оснащена электронными медицинскими картами. По использованию информационных технологий в здравоохранении Дания — один из мировых лидеров. Сейчас все медицинские учреждения этой скандинавской страны компьютеризированы, и врачи могут получать доступ к ЭМК пациентов из любой МО благодаря подключению к национальной медицинской информационной системе MEDCOM всех стационаров, аптек, станций скорой помощи, 90% врачей общей практики, 55% узких специалистов, 98% лабораторий.

Следует особо отметить развитие информатизации здравоохранения в Эстонии, где в 2008 г. состоялся запуск Системы интегрированных электронных медицинских карт (ИЭМК), в которую все медицинские организации страны законодательно обязали направлять данные пациентов. Согласно докладу Мадиса Тиика (Madis Tiik, CEO Estonian eHealth Foundation), опубликованному в октябре 2010 г., более чем 95% врачей Эстонии используют ИЭМК.

Высокий уровень автоматизации деятельности медицинских учреждений с использованием ЭМК в Европе отмечается также у Швеции, Чехии, Голландии, Франции.

В США, по данным экспертов, уровень реального применения ЭМК в повседневной деятельности медицинского учреждения колеблется от 20 до 30%. В пакете мер по стимулированию экономики США, принятом Конгрессом США в 2009 г., были предусмотрены поощрительные выплаты по программе Medicaid (от 63 750 \$ в течение 6 лет) и Medicare (максимальные выплаты составляют 44 000 \$ в течение 5 лет) для тех, кто внедряет и использует «сертифицированные ЭМК», начиная с

2011 г. Врачей, которые не используют ЭМК, с 2015 г. предполагается штрафовать на 1%, а в дальнейшем — на 3% от платежей Medicare.

По данным многочисленных опросов по внедрению технологий ЭМК, врачи достаточно полно информированы об их возможностях, положительно к ним относятся и связывают их внедрение с повышением качества оказания медицинской помощи, уменьшением затрат времени на рутинные действия.

В зарубежных источниках с переходом на ЭМК связывают надежды на повышение эффективности и качества системы здравоохранения, уменьшение затрат на ее развитие. Правильно используемые ЭМК — мощный инструмент оценки, отслеживания и совершенствования медицинской помощи.

## Глава 21

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ МУНИЦИПАЛЬНОГО, ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО И ФЕДЕРАЛЬНОГО УРОВНЕЙ

Одна из основных задач медицинских информационных систем муниципального, территориального и федерального уровней — обеспечение информационной поддержки процесса принятия решений руководителями соответствующих уровней.

Принятие решения представляет собой акт целенаправленного воздействия на объект управления, основанный на анализе ситуации, определении цели, разработке программы достижения этой цели. Процессы принятия решений лежат в основе любой целенаправленной деятельности в экономике, политике, технике, социальной сфере, в том числе и в здравоохранении. Принятие решения — это всегда выбор определенного направления деятельности из нескольких возможных. При этом принимаемые руководителями разных уровней решения имеют различные цели, обладают различными характеристиками и требуют различных источников данных.

В структуре управления любой организационной системы традиционно выделяют три уровня: оперативный, тактический и стратегический (рис. 21.1).

Эти уровни управления различаются главным образом сложностью решаемых задач. Чем сложнее задача, тем более высокий уровень управления требуется для ее решения. В то же время более простые задачи, требующие немедленного (оперативного) решения, возникают значительно чаще и в большем количестве, а значит, и уровень управления для них нужен другой — более низкий, где решения принимаются оперативно. При управлении необходимо учитывать и такой фактор, как скорость реализации (динамика) принимаемых решений.

На рис. 21.1 представлены три «классических» уровня управления в организационных системах и их связь с такими факторами, как сте-



Рис. 21.1. Три уровня управления в организационных системах

пень возрастания власти, ответственности, сложности решаемых задач, а также динамика принятия решений по реализации задач.

**Оперативный уровень** управления обеспечивает решение многократно повторяющихся задач и быстрое реагирование на изменения входной текущей информации. На этом уровне достаточно велики как объем выполняемых операций, так и динамика принятия управленческих решений. Данный уровень управления называют оперативным из-за необходимости быстро реагировать на изменение ситуации. Чаще всего это структурированные задачи достаточно простого характера. Принятие оперативных решений обычно ведет к вполне ожидаемым и прогнозируемым результатам, исключая ситуации чрезвычайного характера в районе управления.

На уровне оперативного управления большой объем занимают учетные задачи, состоящие в реализации функций сбора, обработки, хранения, приема и передачи информации.

**Tактический уровень** управления обеспечивает решение задач, требующих предварительного анализа информации, подготовленной на первом уровне. На этом уровне большое значение приобретает такая функция управления, как анализ, поэтому уровень можно еще назвать и аналитическим. На данном уровне весь объем первичной информации преобразуется в набор меньшего количества интегральных показателей, которые затем используют для анализа.

Объем решаемых задач уменьшается, но возрастает их сложность. При этом не всегда удается выработать нужное решение оперативно, требуется дополнительное время на анализ, осмысление, сбор недостающих сведений и т.п. Управление связано с некоторой задержкой от момента поступления информации до принятия решений и их реализации, а также от момента реализации решений до получения реакции на них. Задачи данного уровня можно охарактеризовать как частично структурируемые.

**Стратегический уровень** обеспечивает выработку управленческих решений, направленных на достижение долгосрочных целей. Особое значение на этом уровне имеет такая функция управления, как стратегическое планирование (часто стратегический уровень управления называют стратегическим или долгосрочным планированием). Реальные результаты принимаемых решений могут проявляться спустя длительное время (месяцы или годы), что усложняет выявление и оценку их эффективности. Задачи данного уровня, как правило, неструктурируемые либо слабоструктурируемые.

Ответственность за принятие управленческих решений чрезвычайно велика и определяется не только результатами анализа с использованием математического и специального аппарата, но и профессиональной интуицией и квалификацией лица, принимающего решение. Последние относятся к знаниям специалистов, которые невозможно формализовать. В связи с этим в настоящее время активно развивается научное направление, получившее название «Системы поддержки принятия решений», которое использует не только формальные математические методы, но и достижения в области новых информационных технологий, к которым относят и методы искусственного интеллекта. В числе последних особенно важны интеллектуальные системы, способные к воспроизведению таких свойств человека, как опыт, интуиция и др. (см. гл. 16).

Решения стратегического уровня обеспечивают базу для принятия тактических и оперативных решений.

Применительно к системе здравоохранения в рамках всей страны стратегический уровень управления соответствует задачам Министерства здравоохранения Российской Федерации (федеральные учреждения и органы управления), тактический уровень — задачам федеральных округов и территориальных органов управления здравоохранением (профильные и специализированные медицинские службы, муниципальные и региональные органы управления), оперативный —

задачам конкретных медицинских учреждений (поликлиники, стационары, диспансеры, бюро медико-социальной экспертизы и др.). При этом надо помнить, что три «классических» уровня управления представлены в любой организационной системе независимо от ее размеров и распространенности. Например, при рассмотрении стационара как организационной системы оперативному уровню управления соответствует медицинский персонал учреждения (врачи и медицинские сестры), тактическому — заведующие отделениями, административно-хозяйственная служба, стратегическому — главный врач больницы (см. гл. 20).

Система здравоохранения, с точки зрения информационного взаимодействия, представляет собой разнородную систему, состоящую из многочисленных автономных блоков, функционирование которых обусловлено взаимодействием различных по своей направленности учреждений. Системная дифференциация и специализация здравоохранения порождают дополнительные связи, повышая организационную сложность системы в целом. На каждом уровне управления системы здравоохранения реализуется множество функций поддержки принятия решений.

Реализация такой системы опирается как на внутриуровневое (горизонтальное, между учреждениями и организациями одного уровня), так и на межуровневое взаимодействие между системами (вертикальное, между системами, относящимися к различным уровням).

При организации такого взаимодействия необходимо учитывать, что информационная система здравоохранения образована из локальных автономных ИС, в том числе различной ведомственной подчиненности и форм собственности, организационно независимых субъектов здравоохранения.

## 21.1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ МУНИЦИПАЛЬНОГО И ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО УРОВНЕЙ

**Территориальная информационная медицинская система** — это интегрированная система сбора, обработки, передачи и хранения данных о состоянии здоровья населения, окружающей среды, материально-технической базе и экономических аспектах функционирования службы здравоохранения региона.

Территориальная (региональная) МИС должна обеспечивать информационную поддержку руководителя здравоохранения административной территории России по вопросам оперативного, тактического и

стратегического управления, планирования развития здравоохранения региона, формировать данные статистической отчетности. Поскольку любая территориальная МИС субъекта Российской Федерации включает районный и городской уровни, ее программное обеспечение должно обеспечивать потребности здравоохранения в анализе информации для принятия решений и на этих уровнях, которые, в свою очередь, должны обладать определенной степенью независимости и самостоятельностью. Городская и районная МИС создают новые условия для оперативного получения необходимой информации и оперативного управления на соответствующих уровнях.

В настоящее время в регионах функционирует ряд независимых территориальных медицинских систем: органов управления здравоохранением, обязательного медицинского страхования, социально-гигиенического мониторинга.

Для оценки состояния здоровья населения региона традиционно используются не первичные данные об оказанной медицинской помощи, а сведения, представленные в обобщенном виде в отчетных статистических формах. В последние годы ряд регионов России переходят к анализу состояния здоровья населения на основе первичных данных. Для этого каждое медицинское учреждение должно вести свою базу данных, реализованную на основе единого принципа построения отдельных блоков информационной системы. При этом формируемые документы должны быть однотипны по структуре (анкетная часть, история жизни, болезни, результаты обследования) и проблемно ориентированы по содержанию, учитывающему специфику медицинской деятельности каждого учреждения.

Многие регионы ведут территориальные регистры больных по группам патологии (наследственные заболевания, природно-очаговые инфекции, венерические и кожные заразные болезни и др.), по социально значимым заболеваниям (например, бронхиальная астма), по отдельным контингентам населения (например, беременные, дети). Создаются территориальные базы федеральных систем мониторинга заболеваний, при этом первичная информация из МО поступает в региональные медицинские информационно-аналитические центры (МИАЦ) или центры обработки данных (ЦОД).

Формирование полноценной информационной системы регионального здравоохранения невозможно без создания в будущем единого информационного медицинского пространства территории. В настоящее время многие регионы России начали создавать единые информацион-

ные системы здравоохранения своих регионов как подсистемы Единой государственной информационной системы в области здравоохранения (ЕГИСЗ).

Единая информационная система здравоохранения административной территории Российской Федерации представляет собой совокупность информационных ресурсов (баз данных) в сфере здравоохранения, технологий их ведения и использования, информационно-телекоммуникационных систем и сетей, функционирующих на основе единых принципов и по общим правилам, обеспечивающих взаимодействие заинтересованных субъектов и удовлетворение их информационных потребностей.

Субъектами создаваемой единой информационной системы здравоохранения региона являются все юридические и физические лица, получившие в установленном порядке право на занятие медицинской и фармацевтической деятельностью, и органы, координирующие и контролируемые эту деятельность.

Сбор и обработку информации осуществляют учреждения-участники информационного обмена в сфере здравоохранения в порядке, установленном органом управления здравоохранением административной территории. Для передачи информации используются каналы и средства передачи информации, позволяющие получать, хранить, передавать и использовать ее без искажений. Это позволит в перспективе получать любые необходимые срезы статистических данных на основе обработки соответствующей первичной информации и исключит неоправданное дублирование данных в различных МИС.

Наиболее целесообразное решение при организации территориальной системы — создание распределенной базы данных с санкционированным доступом пользователей к необходимой в конкретный момент информации, хранящейся по месту ее ввода. В этом случае можно говорить о системе централизованно-децентрализованного хранения информации. Для реализации такого подхода необходимо обеспечить наличие автоматизированных систем в медицинских учреждениях и коммуникационной среды, в которую должны быть включены все МО региона.

Современная территориальная МИС должна представлять собой трехзвенную систему электронного документооборота, реализованную в сетевом варианте:

- первый (нижний) уровень — базы данных фельдшерско-акушерских пунктов и участков больниц (при отсутствии компьютеризи-

защиты этого уровня необходимые сведения должны передаваться в традиционном бумажном варианте выписок на уровень ЦРБ и по мере возможности храниться в их БД);

- второй уровень — МИС учреждений районного и городского подчинения, органов управления здравоохранением;
- третий уровень — МИС учреждений регионального (областного, краевого, республиканского, федерального) подчинения, органов управления здравоохранением региона, органов Минздрава РФ, ТФОМС.

Информация из БД нижнего уровня, которые формируются в отдельных медицинских учреждениях в утвержденных объемах и в соответствии с разработанными регламентами, направляется в единую территориальную базу данных. На территории формируется интегрированная информационная система, которая должна включать в обязательном порядке и средства защиты данных от несанкционированного доступа, так же как и в менее сложном виде на предыдущих уровнях.

Территориальная МИС строится на программной платформе, обеспечивающей интеграцию и обработку данных, получаемых от различных источников. «Сквозная» система сбора данных должна базироваться на основе информационной совместимости при использовании единых справочников и стандартов обмена. Используемая платформа должна обеспечить автоматическое создание и предоставление всех видов отчетности, включающих сведения из первичных БД.

Базы данных нижних уровней, как правило, работают под управлением различных СУБД. Часто форматы представления однотипных данных в них не совпадают. Кроме того, часть данных дублируется в различных БД, что может приводить к последующей несогласованности в их работе. Создание централизованного хранилища (для систем здравоохранения, ОМС) данных создает основу для преодоления указанных выше проблем и обеспечения руководителей абсолютно полной медико-статистической, экологической и экономической информацией, необходимой для принятия обоснованных решений. Технологии последнего времени предполагают использование так называемых хранилищ данных (Data Warehouse) — БД для аккумуляции больших объемов информации.

Основные функции территориальной МИС:

- формирование и ведение региональной базы (централизованного хранилища) данных;
- ведение регистра населения;

- ведение регистров на отдельные контингенты населения, в том числе для полицейских территориальных и федеральных систем;
- анализ динамики состояния здоровья населения, включая оперативный анализ младенческой, детской и материнской смертности;
- формирование статистических показателей (о состоянии здоровья населения, работе МО и т.д.);
- оценка обеспеченности и потребности в основных видах медицинской помощи, включая контроль выполнения территориальной программы государственных гарантий населения на бесплатную медицинскую помощь, высокотехнологичные виды медицинской помощи и мониторинг льготного лекарственного обеспечения;
- оперативное управление специализированными службами (скорая помощь, станция переливания крови и т.п.);
- контроль эпидемической ситуации;
- анализ состояния окружающей природной среды, включая связь факторов загрязнения с уровнем заболеваемости и оценку влияния профессиональных вредностей на производстве;
- мониторинг работы МО на основе индикаторов результативности и качества, включая анализ финансово-экономических аспектов;
- планирование и прогнозирование развития учреждений и служб.

Включение в состав территориальных МИС моделей позволяет на объективной основе прогнозировать ситуации (например, в области заболеваемости, орфанных (редких) заболеваний, эпидемической ситуации, потребности в медикаментах и др.); оптимизировать распределение ресурсов и структуру медицинских учреждений в условиях имеющихся ограничений; планировать мероприятия и обосновывать принимаемые решения.

Особенность системы здравоохранения — ее постоянное обновление, реструктуризация, появление новых критериев, нормативов, методик расчета, изменение статистических отчетных форм и т.д. Это требует особых подходов к построению информационных систем, в которых должна обеспечиваться возможность коррекции входной и выходной информации без изменения структуры самой базы данных. В связи с этим система должна иметь средства, позволяющие легко модифицировать информационные модели, пополнять и корректировать методики анализа, выполнять сравнение разных подходов к решению задач. Это, во-первых, обеспечит пользователей актуальной информацией и, во-вторых, продлит «время жизни» самой информационной системы, так называемый жизненный цикл.

## 21.2. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ФЕДЕРАЛЬНОГО УРОВНЯ

**Федеральная информационная медицинская система здравоохранения** — это интегрированная система сбора, обработки и хранения данных о состоянии здоровья населения, состоянии окружающей природной среды, материально-технической базы и об экономических аспектах функционирования отрасли здравоохранения страны. Федеральная МИС опирается на базы данных территориальных МИС, ведомственных МИС и специализированных федеральных регистров.

Цели федеральной МИС: обеспечение информационной поддержки процессов оперативного, тактического и стратегического управления системой охраны здоровья населения; планирование развития и ресурсного обеспечения здравоохранения страны на основе анализа полного объема статистических данных; прогнозирование тенденций в состоянии здоровья и окружающей среды с использованием методов математического моделирования.

Переход к системе взаимосвязанных МИС всех уровней, начиная с персонифицированных баз медицинских данных в МО, является основой для обеспечения необходимой полноты информации при оказании медицинской помощи на любом уровне и реализации поэтапной обработки и сжатия первичной информации в соответствии с потребностями поддержки принятия решений.

Основные задачи федеральной МИС следующие.

- Анализ (мониторинг) текущей ситуации:
  - состояния здоровья населения;
  - функционирования и состояния системы охраны здоровья населения;
  - кадрового состава и уровня оснащенности системы здравоохранения.
- Ведение полицевых деперсонифицированных (в отдельных случаях персонифицированных) баз данных (регистров) на отдельные категории больных.
- Прогнозирование тенденций уровня заболеваемости, инвалидности, смертности и изменений в их структуре.
- Анализ уровня обеспеченности потребностей населения в медицинской помощи, медикаментах, средствах реабилитации, а также прогноз необходимой коррекции материального и кадрового обеспечения системы здравоохранения.

**Единая федеральная информационная медицинская система** — это фактически комплекс федеральных МИС различных профилей (клинического, лекарственного, социально-гигиенического, экологического, организационного, финансово-экономического, кадрового, материально-технического), подчиненных разным ведомствам и фондам, но обменивающихся необходимой информацией (или обеспечивающих санкционированный доступ к необходимым данным) на основе согласованных протоколов.

В настоящее время уже функционирует Информационно-аналитическая система (ИАС) Минздрава России, предназначенная для автоматизации процессов сбора и анализа данных в сфере здравоохранения с использованием современных информационных технологий с целью обеспечения информационно-аналитической поддержки принятия решений. С организационной точки зрения данная система представляет собой комплекс обособленных, чаще взаимосвязанных подсистем, имеющих следующее функциональное назначение:

- хранение, ввод и логический контроль информации о состоянии системы здравоохранения;
- визуальное представление информации централизованного хранилища данных показателей здравоохранения;
- формирование регламентной и произвольной отчетности о процессах развития здравоохранения;
- информационно-аналитическая поддержка процессов мониторинга ключевых показателей в сфере здравоохранения Российской Федерации и ее субъектов;
- информационно-аналитическая поддержка процессов сбора, обработки и хранения информации федеральных регистров больных гемофилией, муковисцидозом, гипофизарным нанизмом, болезнью Гоше, миелолойкозом, рассеянным склерозом и другими заболеваниями, а также после трансплантации органов и (или) тканей; регистров мониторинга диспансеризации детского населения, детей-сирот и др.;
- информационно-аналитическая поддержка процессов мониторинга субсидий из федерального бюджета на софинансирование объектов капитального строительства в субъектах Российской Федерации;
- информационно-аналитическая поддержка процессов мониторинга реализации государственного задания по оказанию высокотехнологичной медицинской помощи за счет средств федерального бюджета;

- информационно-аналитическая поддержка процессов сбора, обработки и хранения информации федерального регистра медицинских работников;
- информационно-аналитическая поддержка процессов сбора, обработки и хранения информации федерального регистра стационарного больного с острым нарушением мозгового кровообращения;
- информационно-аналитическая поддержка процессов сбора, обработки и хранения информации по индикаторам ФЦП и финансовым показателям софинансирования ФЦП за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации;
- хранение, обработка и передача персональных данных по защищенным каналам связи;
- администрирование прав пользователей системы;
- обеспечение информационной безопасности данных.

Важное место в общей системе здравоохранения занимает компьютерный *мониторинг здоровья населения*, представляющий собой систему оперативного слежения за состоянием и изменением здоровья населения. Данная система основана на механизме получения разноуровневой информации для углубленной оценки и прогноза здоровья населения за различные временные интервалы. Комплексный подход, предусматривающий многофакторный анализ, позволяет получить объективную картину состояния здоровья населения России, ведущих факторов, оказывающих негативное влияние, и мероприятий, потенциально способных улучшить ситуацию в отношении заболеваемости, инвалидности, смертности и, соответственно, продолжительности жизни.

Компьютерный мониторинг здоровья предполагает регулярный сбор и накопление данных, получаемых на любых уровнях иерархической системы здравоохранения на протяжении всей жизни человека. Основой для этого служат территориальные и проблемно-ориентированные системы сбора, обработки, хранения и анализа первичной медицинской информации.

Аналог российских федеральных систем компьютерного мониторинга в США — программы CDC (Centers for Disease Control and Prevention — Центры по контролю и профилактике заболеваний) для наблюдения (надзора) и изучения таких специфических заболеваний, как туберкулез, болезни, передаваемые половым путем, синдром приобретенного иммунодефицита.

Создание федеральных МИС и организация компьютерного мониторинга состояния здоровья населения России предполагают последовательное сжатие исходных данных для получения на каждом уровне (городском/районном, региональном и федеральном) интегрированной статистической информации, необходимой для принятия управленческих решений и планирования развития служб. По мере создания в стране коммуникационной инфраструктуры, объединяющей медицинские учреждения на основе каналов связи достаточной емкости, будет обеспечена возможность реализации распределенной базы данных и поиска необходимой информации по ссылкам.

Для мониторинга здоровья населения России на всех уровнях информатизации здравоохранения принципиально важно сочетание федеральных МИС (на основе вертикальных систем обмена данными) с территориальными МИС (на основе горизонтальных систем обмена данными). Вертикально-горизонтальная интеграция систем решает задачу объединения данных в конкретной проблемной области на уровне субъектов Федерации и России в целом, которая достигается при организации многоуровневого взаимодействия между МИС учреждений.

Еще один важный аспект — необходимость информационного обмена не только между медицинскими МИС, но и с МИС других служб и ведомств, например с центрами государственного санитарно-эпидемиологического надзора. Такое взаимодействие может дать важные сведения для оценки влияния социально-гигиенических факторов на состояние здоровья населения по конкретным социально значимым группам патологии.

Интеграция разнообразных по своей направленности информационных медицинских систем — это залог обеспечения многообразных потребностей врачей и организаторов здравоохранения в данных для принятия грамотных всесторонне обоснованных клинических и управленческих решений.

Основные черты существующих в настоящее время территориальных и федеративных информационных систем:

- отсутствие единого централизованного «вертикального» управления субъектами системы;
- многообразии технологических схем ведения баз данных, различных как по содержанию и объему, так и по функциональному назначению;
- независимость реализации и развития локальных информационных систем субъектов.

Это привело к тому, что множество реализованных в различных учреждениях здравоохранения ИС оказались несовместимыми по технической реализации, программно-аппаратным платформам и т.п. В связи с этим чрезвычайно остро стоит проблема «унаследованных» систем. Особенно в части семантической совместимости баз данных, унификации и конвергенции используемых систем классификации и кодирования информации. Это обстоятельство предопределяет необходимость реализации «платформонезависимых» технических требований и стандартов медицинских информационных систем, в том числе для форматов обмена данными.

Реальный выход из сложившегося положения — усовершенствование Единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ). Данный проект был запущен Минздравом России в рамках программы модернизации здравоохранения на основе утвержденной «Концепции создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения» (утверждена приказом Минздравсоцразвития РФ от 28.04.2011 г. № 364). Основные вопросы, связанные с переходом к ЕГИСЗ, будут рассмотрены в главе 23. А в данном контексте хотелось бы отметить, что один из основных компонентов системы заключается в разработке полного набора стандартов и функциональных профилей, обеспечивающих возможность взаимодействия и интеграции множества локальных ИС субъектов РФ в единую информационную систему. Кроме того, многие административные территории России приступили к формированию единых региональных информационных систем здравоохранения, которые можно с полным правом рассматривать как подсистемы ЕГИСЗ.

В рамках данного подхода претерпела изменения и разработка проблемно-ориентированных подсистем регионов. В новых условиях все они создаются как региональные компоненты соответствующих федеральных систем, с учетом всех требований к стандартам и регламентам сбора и обмена данными.

Системы территориального и федерального уровней по своему целевому назначению во многом дублируют друг друга. Однако следует помнить, что принципиальное различие этих компонентов состоит в уровне обобщения и агрегации информации, уровне решаемых аналитических и управленческих задач.

В общем случае можно выделить следующие проблемно-ориентированные автоматизированные информационные медицинские системы территориального и федерального уровней:

- автоматизированные МИС сбора и обработки статистических данных о состоянии здоровья населения;
- автоматизированные МИС специализированных служб;
- специализированные регистры по направлениям медицины;
- автоматизированные ИС обязательного медицинского страхования;
- автоматизированные МИС лекарственного обеспечения;
- автоматизированная МИС высокотехнологичной медицинской помощи;
- автоматизированные ИС медицинских работников;
- автоматизированная МИС материально-технического обеспечения медицинской помощи;
- автоматизированные ИС санитарно-экологического надзора.

## **21.3. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ**

### **21.3.1. Информационные системы сбора и обработки данных о состоянии здоровья населения**

Эта группа МИС наиболее широко представлена в регионах России и на муниципальном уровне. Основной источник данных для проведения анализа медико-статистической информации — федеральные формы государственного статистического наблюдения. Структура этих документов разрабатывается Федеральной службой государственной статистики (Росстат) и Министерством здравоохранения РФ. Кроме форм государственной статистики, учреждения заполняют статистические формы ведомственной отчетности.

Основные формы государственного статистического наблюдения:

- форма № 30 «Сведения о медицинской организации»;
- форма № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации»;
- форма № 16-вн «Сведения о причинах временной нетрудоспособности» и др.

В отчетных формах лечебные учреждения представляют общие сведения об объемах оказанной медицинской помощи, количестве посещений, численности медицинского персонала, количестве выполненных диагностических исследований по различным видам диагностики и др.

Основным источником данных для подготовки годовых отчетов являются 2 документа:

- 1) «Статистическая карта выбывшего из стационара» (в больницах);
- 2) «Талон амбулаторного пациента» (в амбулаторно-поликлинических учреждениях).

Сведения о штатном расписании МО и о занятых физическими лицами должностях врачей и среднего медицинского персонала поступают из отдела кадров. Сведения об организационной структуре лечебного учреждения и его материально-техническом оснащении предоставляются бухгалтерией, ведущей соответствующие реестры.

Для расчета показателей, используемых для проведения сравнительного анализа и динамического наблюдения, требуются демографические данные, сбором и обработкой которых занимается Росстат. Для полноценного анализа данных о состоянии здоровья населения на административной территории и качестве оказываемой медицинской помощи Росстат должен предоставить следующие демографические данные:

- сведения о половозрастной структуре проживающего населения (желательно с разбивкой по 5-летним возрастным интервалам);
- сведения о смертности населения (в лучшем случае — данные о смертности, представленные в форме С51, с полной разработкой всех причин смерти, утвержденных для анализа в текущем календарном году, по всем возрастным группировкам, представленным отдельно для мужского и женского населения);
- сведения о рождаемости (данные о числе рожденных детей в течение календарного года, с разбивкой по возрасту матерей);
- при отсутствии перечисленных выше первичных данных можно использовать рассчитанные Росстатом показатели естественного движения населения (рождаемость, смертность, естественный прирост населения), ожидаемую продолжительность предстоящей жизни для новорожденных, суммарный коэффициент рождаемости и др.

Сейчас лечебные учреждения заполняют огромное количество отчетных форм с использованием ручного труда.

Внедрение систем электронного документооборота уже сейчас во многих регионах России позволило реализовать передачу отчетных форм статистического наблюдения из отдельных МО в территориальные бюро медицинской статистики.

До введения электронного документооборота широкое распространение получила практика автоматизированного формирования отчетных форм в МО с использованием данных, накопленных в автоматизированных системах учета страховых медицинских организаций для организации персонифицированного учета услуг, оказанных пациентам, и формирования счетов для страховых медицинских организаций. Сформированные в электронном виде отчеты передавались в бюро медицинской статистики, где использовались в том числе для проведения аналитической работы.

Еще один важный аспект стандартизации данных в системе здравоохранения — разработка Минздравом России современных единых общероссийских методических рекомендаций по расчету аналитических показателей на основе данных, представленных в отчетных формах государственного статистического наблюдения. Необходимость такой работы, ведущей к унификации методик расчета основных показателей деятельности системы здравоохранения, назрела давно. Их отсутствие в настоящее время не позволяет проводить достоверный сравнительный анализ показателей по различным субъектам Российской Федерации, поскольку каждый регион не только вносит свои произвольные коррективы в перечень показателей, но и преобразует алгоритмы их расчета по своему разумению.

Решение всего круга задач, связанных с автоматизацией сбора и обработки данных о состоянии здоровья населения в ЦОДах, позволит организовать полноценный и всесторонний компьютерный мониторинг здоровья населения.

### **21.3.2. МИС обязательного медицинского страхования**

С точки зрения информатизации система ОМС представляет собой территориально-распределенную многоуровневую систему, образованную ее участниками, к которым относятся:

- Федеральный фонд ОМС (ФФОМС);
- территориальные фонды ОМС (ТФОМС) и их филиалы;
- страховые медицинские организации (СМО);
- медицинские организации (МО).

Информационные потоки в системе ОМС характеризуются высокой интенсивностью и разнонаправленностью. Обмен данными происходит как между организациями одного уровня управления (горизонтальная составляющая), так и между организациями различных

уровней (вертикальная составляющая), образуя классическую «информационную пирамиду», в основании которой находятся медицинские организации, а на вершине — ФФОМС.

Кроме того, при функционировании системы ОМС необходимо обеспечить возможность информационного взаимодействия с внешними по отношению к ОМС участниками информационного обмена, такими, как Министерство здравоохранения России, органы управления здравоохранением субъектов Российской Федерации, Пенсионный фонд РФ, Фонд социального страхования и т.д.

Отсутствие в период становления системы ОМС единого централизованного «вертикального» управления ее участниками, объединение субъектов различной ведомственной подчиненности и форм собственности, имеющих существенно различающиеся задачи и функции, привело к формированию разнородной и слабосвязанной информационной среды. В этот период было создано большое количество разнородных информационных систем, предназначенных для ведения персонифицированного учета оказанной медицинской помощи застрахованным гражданам. В итоге эти системы оказались несовместимы между собой, что не позволяет обеспечить необходимый уровень консолидации информации для решения задачи эффективного управления системой ОМС.

Созданные ранее модели организации персонифицированного учета в системе ОМС в основном решают только задачу обеспечения межрегиональных расчетов за оказанную медицинскую помощь. При этом типична ситуация, когда различные субъекты России применяют различные подходы к организации такого персонифицированного учета. Например, для учета объемов оказанной медицинской помощи используют различные расчетные единицы измерения: услуги, посещения, законченные случаи, койко-дни, что в итоге не обеспечивает должной совместимости регистров учета на межрегиональном уровне.

В настоящее время создание современной единой информационной системы ОМС стало насущной необходимостью. Это обусловлено в том числе планируемым переходом от сметного принципа финансирования здравоохранения (ориентированного на оплату содержания медицинских учреждений) на одноканальное финансирование медицинской помощи, основанное на оплате медицинских услуг. Вторая важная задача — переход на единый общероссийский полис ОМС, действующий на территории всей страны. Решить эти проблемы можно,

создав единое информационное пространство ОМС на принципах персонифицированного учета объемов оказанной медицинской помощи.

Базис для создания эффективной системы управления ОМС — создание единой интегрированной системы персонифицированного учета оказанной медицинской помощи в рамках единого информационного пространства ОМС.

В Федеральном законе № 326-ФЗ от 29.11.2010 г. «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации» говорится об организации персонифицированного учета в сфере обязательного медицинского страхования как об основополагающем принципе организации и ведения учета сведений о каждом застрахованном лице в целях реализации прав граждан на бесплатное оказание помощи в рамках программ ОМС. Основные компоненты сведений о застрахованных лицах:

- фамилия, имя, отчество;
- пол;
- дата рождения;
- место рождения;
- гражданство;
- данные документа, удостоверяющего личность;
- место жительства;
- место регистрации;
- дата регистрации;
- страховой номер индивидуального лицевого счета (СНИЛС);
- номер полиса ОМС застрахованного лица;
- данные о страховой медицинской организации;
- статус застрахованного лица (работающий, неработающий).

На основе создаваемой единой информационной системы ОМС станет возможно решение следующих важных задач:

- объективный расчет необходимого объема финансирования для финансового покрытия базовых государственных гарантий оказания медицинской помощи, основанных на федеральных стандартах, с учетом перехода на преимущественно одноканальную систему финансирования через систему ОМС;
- финансовое обеспечение условий для устойчивого развития всей отрасли здравоохранения;
- экономический расчет стоимости страхового года;
- объективное обоснование размеров отчислений в систему ОМС, необходимых для обеспечения ее финансовой устойчивости;

- построение эффективной системы управления расходами и обеспечение контроля рационального использования имеющихся ресурсов.

Общие принципы построения и функционирования информационных систем и порядок информационного взаимодействия в сфере обязательного медицинского страхования были утверждены приказом Федерального фонда ОМС от 7.04.2011 г. № 79 «Об утверждении общих принципов построения и функционирования информационных систем и порядка информационного взаимодействия в сфере обязательного медицинского страхования». Настоящий документ устанавливает единые требования и правила информационного взаимодействия для всех участников и субъектов системы обязательного медицинского страхования на территории Российской Федерации.

Реализация положений нормативных актов потребовала кардинального изменения ранее созданных региональных информационных систем обязательного медицинского страхования, что позволит в дальнейшем интегрировать систему ОМС в Единую государственную информационную систему в сфере здравоохранения.

Разработанные в документе требования обязательны для всех информационных систем участников и субъектов ОМС, осуществляющих информационный обмен.

В системе организован полный цикл работ для всех участников информационного взаимодействия в системе ОМС: Федерального фонда обязательного медицинского страхования, территориальных фондов обязательного медицинского страхования, страховых медицинских организаций, медицинских организаций.

Создаваемая система представлена двумя основными компонентами:

- информационной системой Федерального фонда обязательного медицинского страхования (центральный сегмент);
- региональной информационной системой обязательного медицинского страхования (региональный сегмент):
  - информационной системой территориального фонда обязательного медицинского страхования;
  - информационной системой страховой медицинской организации;
  - информационной системой медицинской организации.

Региональная информационная система обязательного медицинского страхования должна реализовывать следующие функции:

- ведение регионального сегмента Единого регистра застрахованных лиц;
- персонифицированный учет медицинской помощи, оказанной застрахованным лицам в сфере обязательного медицинского страхования;
- учет обращений граждан;
- информирование граждан;
- ведение реестров медицинских организаций, страховых медицинских организаций, экспертов качества медицинской помощи, пунктов выдачи полисов;
- проведение медико-экономического контроля, медико-экономической экспертизы, экспертизы качества медицинской помощи;
- взаимодействие с информационными системами федерального уровня;
- учет взаиморасчетов между участниками информационного взаимодействия (СМО, ТФОМС и МО);
- осуществление межтерриториальных расчетов между регионами за медицинскую помощь, оказанную застрахованным лицам;
- ведение региональной нормативно-справочной информации.

Территориальные ФОМС ведут свои сегменты единых реестров и справочника на корпоративном сайте Федерального ФОМС. Они также размещают на собственном сайте свои сегменты единого реестра медицинских организаций, пунктов выдачи полисов.

Информационная система Федерального фонда ОМС реализует функции:

- ведение федерального сегмента Единого регистра застрахованных лиц;
- учет медицинской помощи, оказанной застрахованным лицам в сфере обязательного медицинского страхования;
- учет взаиморасчетов с ТФОМС;
- ведение реестров медицинских организаций, страховых медицинских организаций;
- ведение нормативно-справочной информации федерального уровня, а также ведение справочников, реестров и текущей (регламентной) информации.

Важным элементом любой ИС является нормативно-справочная информация (НСИ) — информация, заимствованная из нормативных документов и справочников, используемая при функционировании ИС. В системе ОМС определен перечень из 36 необходимых класси-

фикаторов, кодификаторов, справочников и реестров в сфере ОМС. Документы НСИ должны вестись и по мере необходимости актуализироваться централизованно, что обеспечит полную унификацию собираемой информации. ФФОМС публикует в Интернете федеральный пакет нормативно-справочной информации, справочник ТФОМС, реестры медицинских организаций и страховых МО.

Для обеспечения функционирования перечисленных задач созданы соответствующие обязательные подсистемы единой информационной системы для всех участников информационного взаимодействия в системе ОМС.

Регламентирован порядок информационного взаимодействия в сфере ОМС. Впервые в истории обязательного медицинского страхования нормативно определены единые регламенты и форматы информационного взаимодействия, а также жесткие сроки их ввода в действие. Например, определено, что страховая медицинская организация передает файлы с изменениями в территориальный фонд ОМС по мере необходимости, но не реже 1 раза в день.

Информационный обмен между участниками системы ОМС осуществляется в электронном виде с использованием средств криптографической защиты информации и электронной подписи в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации в сфере защиты информации и персональных данных гражданина. Защиту передаваемой информации должны обеспечивать участники информационного обмена. В тех случаях, когда невозможно обеспечить юридически значимый документооборот, передаваемые документы должны подтверждаться подлинниками с подписями и печатями на бумажных носителях.

### **21.3.3. МИС в сфере льготного лекарственного обеспечения**

Информационные системы учета льготного лекарственного обеспечения (ЛЛО) первоначально создавались с целью упорядочения и контроля информационных процессов в данной области. Собираемая информация представляет интерес для территориальных фондов ОМС, территориальных органов управления здравоохранением, лечебно-профилактических учреждений, поставщиков лекарственных средств и фармацевтических организаций.

Современные системы ЛЛО обеспечивают гарантированный бумажный и электронный документооборот между участниками ЛЛО

на уровне субъекта Федерации, формирование интегрированной базы данных информационных ресурсов ЛЛО. Данное информационное взаимодействие постепенно становится неотъемлемой частью Единой государственной информационной системы здравоохранения.

Программный комплекс, предназначенный для управления региональной системой ЛЛО, решает следующие задачи:

- организация централизованного сбора и обработки информации в реальном масштабе времени о выписанных в МО льготных рецептах и назначенных пациентам лекарственных средствах, отпуске лекарственных средств гражданам, имеющим право на льготы за счет федерального и регионального бюджетов (включая специализированную программу «7 нозологий»), контроль обеспечения рецептов, поставленных на отсроченное обслуживание;
- обеспечение учета и документирования операций товародвижения (прихода и расхода лекарственных средств) с использованием электронных накладных;
- получение от аптек и предоставление в МО актуальных сведений об остатках лекарственных средств;
- формирование и контроль исполнения государственных контрактов и ежемесячных заявок муниципальных образований на поставку лекарственных средств;
- проведение автоматической экспертизы полученных от аптек персонифицированных реестров рецептов по критериям, определенным территориальным органом управления здравоохранением;
- информационная поддержка финансовых расчетов между субъектами системы льготного лекарственного обеспечения за отпущенные по льготным рецептам ЛС;
- формирование автоматически обновляемых в реальном режиме времени отчетных и информационно-аналитических форм, содержащих ключевые показатели функционирования системы ЛЛО;
- формирование отчетных и статистических форм в разрезе муниципальных образований, лечебно-профилактических учреждений, аптек и фармацевтических организаций.

Необходимая часть любой ИС — подсистема справочной информации, в которой для обеспечения нужд ЛЛО в обязательном порядке должна быть представлена справочная информация о гражданах, имеющих право на льготное медицинское обслуживание (реестры льготников), о врачах, имеющих право на выписку льготных рецептов (реестры

врачей), а также утвержденные актуализируемые перечни льготных медикаментов и прочая нормативно-справочная информация.

Данные в системе должны консолидироваться по различным аналитическим разрезам: время, льготники, категории льготности, регионы, аптечные предприятия, уполномоченные фармацевтические организации, поставщики лекарственных средств, аптечные пункты, медицинские организации, врачи, диагнозы, лекарственные средства, выписка рецептов, отпуск рецептов, цены на лекарственные средства.

Накопленные в системе данные в дальнейшем должны использоваться для проведения сравнительного анализа работы системы ЛЛО по регионам, ведения мониторинга системы ЛЛО, а также для выработки решений по обеспечению регионов лекарственными средствами на основании данных по количеству льготников, регистрируемому уровню заболеваемости, обращаемости и т.д.

Для организации взаиморасчетов между поставщиком лекарственных средств (выставляет счета за отпущенные медикаменты) и ТФОМС (возмещающим эти затраты) в системе должны формироваться финансовые отчеты. А в конфликтных ситуациях — акты сверки, представляющие собой сводные и детализированные отчеты, в которых поясняются причины отказа ТФОМС от возмещения отдельных сумм по отпущенным рецептам. Причин отказа может быть много (всего более 30), наиболее часто встречаются следующие:

- рецепт выписан на человека, отсутствующего в списке льготников;
- по рецепту отпущено лекарство, не входящее в перечень допустимых лекарств;
- по рецепту отпущено лекарство, входящее в перечень, но по ценам, превышающим максимально допустимую стоимость, и др.

В общем случае аналитические отчеты содержат представление различных показателей (сумма отпущенных лекарств, количество отпущенных рецептов, средняя стоимость лечения пациента, среднее количество обратившихся и т.д.) в разбивке по различным аналитическим разрезам — категории льготников, диагнозы, типы лекарственных средств и т.д., за отчетный период и с нарастающим итогом.

При проведении экспертизы формируется специальный отчет — акт экспертизы. Данный вид отчетов позволяет выявить врачей и пациентов, которые выделяются из установленных плановых показателей. К числу этих показателей относятся сумма и количество рецептов, выписанных одним врачом одному пациенту за отчетный период, сумма

и количество рецептов, отоваренных пациентом за отчетный период, другие виды экспертизы.

### **21.3.4. МИС для управления высокотехнологичной медицинской помощью**

В соответствии со статьей 34.3 Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ высокотехнологичная медицинская помощь (ВМП) является частью специализированной медицинской помощи и включает в себя применение новых сложных и (или) уникальных методов лечения, а также ресурсоемких методов лечения с научно доказанной эффективностью, в том числе клеточных технологий, роботизированной техники, информационных технологий и методов геномной инженерии, разработанных на основе достижений медицинской науки и смежных отраслей науки и техники.

Работа этого направления оказания медицинской помощи регламентируется рядом документов, основные из которых следующие:

- приказ Минздрава России от 29.12.2014 г. № 930н «Об утверждении Порядка организации оказания высокотехнологичной медицинской помощи с применением специализированной информационной системы»;
- правила предоставления в текущем году Субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов РФ на софинансирование расходных обязательств субъектов РФ, возникающих при оказании высокотехнологичной медицинской помощи гражданам РФ, утверждаются постановлением Правительства РФ на каждый год;
- приказ Минздрава России «Об утверждении перечня видов высокотехнологичной медицинской помощи на текущий год» (утверждаются ежегодно).

Для реализации программы оказания высокотехнологичной медицинской помощи была разработана специализированная информационная система в рамках информационно-аналитической системы Министерства здравоохранения Российской Федерации, предназначенная для мониторинга реализации государственного задания по оказанию ВМП. Часто данную систему называют «Портал ВМП». В этой специализированной ИС был реализован полный замкнутый цикл электронного документооборота в рамках программы оказания ВМП, разработан четкий регламент работы для каждого этапа движения до-

кументов. Для обеспечения безопасности и конфиденциальности передаваемых данных пользователями системы являются специально обученные и зарегистрированные в системе сотрудники, имеющие персональный ключ доступа к системе.

Порядок работы системы состоит в следующей последовательности действий.

Пациенты с показаниями для проведения ВМП отбираются лечащими врачами МО. Врачебная комиссия МО решает вопрос о необходимости такого лечения. В случае принятия положительного решения о ВМП врачебная комиссия МО в течение трех рабочих дней формирует и направляет посредством электронного взаимодействия в территориальную комиссию по отбору пациентов для оказания ВМП органа управления здравоохранением субъекта РФ пакет документов пациента. Комплект документов должен содержать:

- 1) выписку из протокола решения врачебной комиссии;
- 2) письменное заявление пациента (его законного представителя, доверенного лица), содержащее следующие сведения о пациенте:
  - фамилию, имя, отчество (при наличии);
  - данные о месте жительства;
  - реквизиты документа, удостоверяющего личность и гражданство;
  - почтовый адрес для направления письменных ответов и уведомлений;
  - номер контактного телефона (при наличии);
  - электронный адрес (при наличии);
- 3) согласие на обработку персональных данных гражданина (пациента);
- 4) копии следующих документов:
  - паспорт гражданина Российской Федерации;
  - свидетельство о рождении пациента (для детей в возрасте до 14 лет);
  - полис обязательного медицинского страхования пациента (при наличии);
  - свидетельство обязательного пенсионного страхования пациента (при наличии);
  - выписка из медицинской документации пациента за подписью руководителя медицинской организации по месту лечения и наблюдения пациента;

— результаты лабораторных, инструментальных и других видов исследований, подтверждающие установленный диагноз.

Комиссия субъекта РФ должна принять решение о наличии (отсутствии) медицинских показаний для направления пациента в медицинские организации для оказания ВМП в течение 10 дней.

При положительном решении оформляется выписка из протокола решения комиссии, в которой указывают код диагноза по МКБ-10 и наименование медицинской организации, в которую направляется пациент для проведения лечения. Данная выписка из протокола решения комиссии отправляется в указанную медицинскую организацию посредством электронного взаимодействия, а также выдается на руки пациенту. После этого в течение 3 рабочих дней на пациента оформляется учетная форма № 025/у-ВМП «Талон на оказание ВМП» (утвержденная приказом Минздравсоцразвития России от 16.04.2010 г. № 242н) с применением специализированной информационной системы Минздрава России.

Через портал ВМП комиссия медицинской организации, оказывающей ВМП, может просмотреть весь пакет подготовленных медицинских документов пациента, запросить предоставление дополнительной, обновление устаревшей или некачественной информации, принять решение о госпитализации, согласовать сроки планируемой госпитализации. Протокол решения комиссии медицинской организации также прилагается в электронном виде к талону на оказание ВМП.

Медицинская организация, оказавшая ВМП, по окончании лечения пациента в течение 5 рабочих дней через портал ВМП вносит необходимую информацию в талон на оказание ВМП пациенту и прилагает к нему копию выписки из медицинской карты стационарного больного.

Орган управления здравоохранением субъекта Российской Федерации в случае необходимости направляет пациентов в МО для проведения дальнейшего лечения и медицинской реабилитации после оказания ВМП согласно рекомендациям медицинской организации, оказывающей ВМП.

Параллельно ведется учет тех пациентов, кому было отказано в предоставлении ВМП на различных этапах рассмотрения документов, с указанием причин такого решения.

Создание такой специализированной ИС Минздрава России позволяет решать следующие задачи:

- вести учет пациентов, которым рекомендована ВМП;
- контролировать движение очереди пациентов на проведение ВМП;
- оперативно общаться с принимающей медицинской организацией по вопросам госпитализации пациента и оценки тяжести состояния пациента;
- осуществлять контроль сроков и исходов проведенного лечения;
- выполнять контроль денежных потоков в сфере ВМП;
- осуществлять контроль за своевременностью и полнотой реабилитационных мероприятий, в случае их необходимости;
- вести учет объемов и оценивать качество лечения, проведенного медицинскими организациями, оказывающими ВМП;
- получать любые аналитические материалы в любых интересующих руководителей разрезах (нозологии, половозрастные группы, виды лечения, медицинские организации, результаты лечения и пр.).

### **21.3.5. МИС для учета материально-технического оснащения лечебных учреждений («Паспорт МО»)**

Комплекс задач для учета материально-технического оснащения лечебных учреждений получил название «Паспорт медицинской организации» «Паспорт МО». Основными целями в области управления здравоохранением при создании информационной системы «Паспорт МО» были:

- ведение унифицированного учета ресурсов здравоохранения;
- контроль за расходованием бюджетных средств на материально-техническое оснащение лечебного процесса;
- планирование затрат на оказание гарантированных объемов медицинской помощи в соответствии со стандартами лечения;
- подготовка и мониторинг данных для лицензирования.

Для достижения указанных целей Минздрав РФ разрабатывает:

- комплекс программных средств по ведению паспортов медицинских учреждений;
- регламенты функционирования программного комплекса в органах управления здравоохранением субъектов РФ и медицинских учреждениях РФ;
- учебно-методические материалы для пользователей программного комплекса.

Система паспортизации МО представлена двумя основными компонентами — федеральный и региональный ресурсы. Каждая МО обязана вести паспорт своего учреждения и передавать данные сведения в региональную базу. Паспорт МО, утвержденный и зарегистрированный на уровне регионального информационного ресурса, подлежит выгрузке в Федеральный регистр паспортов МО.

Система ведения паспортов МО с использованием современных информационных технологий сбора, обработки и анализа данных включает в себя следующие основные подсистемы:

- сбора данных паспортов МО;
- консолидации, обработки и анализа данных;
- мониторинга и контроля;
- информационного обмена;
- администрирования;
- обеспечения информационной безопасности.

Разработка содержания паспортов МО ведется в соответствии с национальным стандартом Российской Федерации в области информатизации здоровья «Состав данных о лечебно-профилактическом учреждении для электронного обмена этими данными. Общие требования» (ГОСТ Р 52978-2008). Данный стандарт был разработан Центральным научно-исследовательским институтом организации и информатизации здравоохранения (ЦНИИОИЗ) и утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13.10.2008 г. № 241-ст.

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к составу данных электронного паспорта медицинской организации для обеспечения электронного обмена этими данными при информационном взаимодействии. Данный стандарт распространяется на АИС, формирующие или использующие данные электронного паспорта МО.

Основные группы информационных объектов, входящих в паспорт МО, включают:

- справочную информацию о МО, сведения о руководителях, контактную информацию;
- полную информацию о зданиях и сооружениях, в которых располагается МО, включая их техническое состояние и обеспеченность основными средствами (канализация, электричество, водоснабжение и пр.);
- сведения о лицензиях на медицинскую деятельность, выданных МО;

- сведения об информационных системах, установленных в МО;
- общие сведения о МО, включая структуру, коечный фонд, профили отделений и т.д.;
- сведения о медицинском (лечебном и диагностическом) оборудовании МО, включая сроки приобретения и эксплуатации, ремонта, состояние, износ и т.п.;
- сведения о медицинских специалистах МО.

Сведения документа «Паспорт МО» необходимы для решения следующих задач:

- мониторинг технического состояния учреждений здравоохранения;
- мониторинг оснащенности медицинских организаций необходимыми материально-техническими ресурсами, в том числе диагностическим и лечебным оборудованием;
- контроль сроков эксплуатации оборудования и сроков проведения планового технического обслуживания;
- анализ соответствия материально-технической обеспеченности организаций стандартам оснащения;
- планирование и оптимизация закупок оборудования, расходных материалов и комплектующих;
- мониторинг загруженности высокотехнологичного медицинского оборудования;
- ведение реестра лицензий МО;
- учет идентификационных и справочных характеристик МО, банковских реквизитов, данных о территории обслуживания;
- анализ информации о состоянии, эксплуатации и использовании программно-технических средств.

Кроме того, создание системы паспортизации МО важно для оптимизации распределения и загрузки людских и материальных ресурсов в здравоохранении с учетом потребностей отрасли, своевременного принятия эффективных мер по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Проведение указанной работы обеспечит мониторинг и управление основными фондами медицинских учреждений; позволит оперативно отслеживать основные показатели их деятельности, контролировать условия пребывания пациента в МО и качество предоставления услуг, своевременно принимать решения в экстренных ситуациях.

Планируется провести комплекс мероприятий по интеграции данных паспортов МО с другими существующими системами.

### 21.3.6. МИС «Регистр медицинских и фармацевтических работников»

Подсистема ведения федерального регистра медицинских работников информационно-аналитической системы Министерства здравоохранения России («Регистр медицинских и фармацевтических работников») предназначена для сбора, хранения и обработки данных учета медицинского персонала субъектов Российской Федерации, а также для организации мониторинга и контроля за распределением и перемещениями медицинского персонала.

Ведение федерального регистра медицинских работников позволит определить кадровый профиль каждого субъекта Российской Федерации, оценить структуру потребности отрасли в кадровых ресурсах, рациональность их размещения и эффективность использования для обеспечения комплексного системного планирования подготовки и переподготовки медицинских и фармацевтических кадров.

Данный информационный ресурс был разработан в соответствии с приказом Минздравсоцразвития России от 20.02.2007 г. № 130 «О порядке ведения федерального регистра медицинских работников — врачей-терапевтов участковых, врачей-педиатров участковых, врачей общей практики (семейных врачей) и медицинских сестер участковых врачей-терапевтов участковых, медицинских сестер участковых врачей-педиатров участковых, медицинских сестер врачей общей практики (семейных врачей)».

Предоставление доступа к регистру осуществляется Департаментом информатизации и связи Минздрава России по согласованию с органом управления здравоохранением субъекта Российской Федерации, Департаментом медицинского образования и кадровой политики в здравоохранении Минздрава России.

Внесение информации в регистр осуществляют учреждения здравоохранения совместно с органами управления здравоохранением субъектов Российской Федерации и медицинские организации федерального подчинения.

Подсистема ведения федерального регистра медицинских работников должна обеспечивать выполнение следующих функций:

- сбор, накопление, хранение и обработка данных учета медицинского персонала субъектов и федеральных МО Российской Федерации с использованием средств формально-логического контроля и ЭП:
  - персональные данные медицинского работника;

- данные об образовании;
- данные о повышении квалификации;
- сведения о предыдущих местах работы;
- мониторинг и контроль распределения и перемещений медицинского персонала;
- ведение реестра студентов средних и высших медицинских учебных заведений;
- отображение актуального состояния системы среднего и высшего медицинского образования;
- формирование регламентных и произвольных отчетных форм;
- автоматическое формирование годовых планов по повышению квалификации медицинского персонала в субъектах Российской Федерации;
- обработка и передача персональных данных;
- поиск медицинского персонала по ключевым полям регистра.

## 21.4. СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ И ФЕДЕРАЛЬНЫХ МИС

В настоящее время лечебные учреждения заполняют огромное количество отчетных форм. Часто при заполнении этих документов используется ручной, многократно дублируемый ввод данных, наблюдается несоответствие данных, представленных в разных отчетных формах, сохраняется возможность исправления и «улучшения» данных.

Внедрение систем электронного документооборота во многих регионах России позволило автоматизировать передачу отчетных форм статистического наблюдения из отдельных МО в территориальные бюро медицинской статистики. Широкое распространение получила практика формирования отчетных форм в МО с использованием автоматизированных систем учета страховых медицинских организаций.

Еще одним важным аспектом стандартизации информации в системе здравоохранения стала разработка Минздравом РФ современных единых общероссийских методических рекомендаций по расчету аналитических показателей на основе данных, представленных в отчетных формах государственного статистического наблюдения.

По мере модернизации системы здравоохранения России планируется перейти к качественно новой форме работы, когда в органы медицинской статистики будут поступать не готовые отчетные формы,

содержащие зачастую откорректированные и не поддающиеся проверке показатели, а данные из документов первичного медицинского учета. И уже эти первичные данные будут использоваться для автоматического расчета всего необходимого набора показателей по каждой отдельной МО и любым группам учреждений здравоохранения административной территории. Таким образом, отчетные формы будут формироваться автоматически для любого учреждения региона.

Такая схема работы рассматривается как основная при создании Единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ). При этом подлежащие обязательному учету первичные данные, поступающие в региональные центры обработки данных (ЦОДы) можно будет обрабатывать по любым алгоритмам. Планируемым результатом данного этапа модернизации системы медицинской статистики должны стать оптимизация содержания и минимизация количества отчетных форм и показателей.

Одна из важных задач, планируемых Министерством здравоохранения РФ, — постепенная трансформация существующих отчетных форм государственного статистического наблюдения в систему ключевых показателей эффективности (КПЭ). КПЭ (Key Performance Indicators, KPI, в более правильном переводе эти показатели следовало бы называть «ключевые показатели результата деятельности») представляет собой систему оценки, которая помогает организации определить степень достижения стратегических и тактических целей в ходе своей деятельности. КПЭ — это инструмент измерения поставленных целей, и как результат деятельности эта система содержит в себе и степень достижения, и затраты на получение результата.

Система КПЭ неразрывно связана с таким основным методом современного управления, как «Управление по целям». Управление по целям — метод управленческой деятельности, предусматривающий:

- предвидение возможных результатов деятельности;
- планирование путей их достижения.

Основоположник «Управления по целям» — Питер Друкер (Peter Ferdinand Drucker; 1909–2005). Питер Друкер также основоположник системы оценки достижения результатов — целей через ключевые показатели эффективности. Современным подходом управления по целям является «Система КПЭ», активно развивающаяся в последние 20–30 лет.

Предполагается, что, начав с проведения оптимизации содержания и количества отчетных форм, к 2020 г. отечественное здравоохранение

сможет, сформировав набор ограниченного числа наиболее важных КПЭ, перейти к сквозному внедрению этой системы. Использование КПЭ на всех уровнях для управления и отчетности позволит, с одной стороны, достичь значительной экономии ресурсов, затрачиваемых на управление, а с другой, повысить качество такого управления за счет перехода на управление по целям, что, в свою очередь, предполагает предвидение возможных результатов деятельности и планирование путей их достижения.

Надо отметить, что в нашей стране ранее предпринимались попытки создать подобную систему для учреждений здравоохранения, основанную на формулировании целей лечения, ожидаемых результатов лечения и в конечном итоге оценке степени достижения запланированного результата при завершении лечения. Так, в 1995 г. Г.А. Хай опубликовал методические рекомендации («Оценка результатов работы врачей, лечебных учреждений и территориальных служб», СПб.: МАПО), в которых детально описывался разработанный подход. Причем авторы предлагали выставлять каждому пролеченному пациенту оценку, отражающую степень достижения запланированного результата, в баллах. К сожалению, рекомендованный подход был реализован лишь в единичных лечебных учреждениях, где хорошо себя зарекомендовал.

Еще один пример относится к работе скорой медицинской помощи, для которой более 20 лет назад было предложено ввести в качестве основной цели функционирования — снижение летальности на догоспитальном этапе; соответственно, определяющим показателем должен был стать показатель уровня догоспитальной летальности.

При функционировании любой территориальной и федеральной МИС руководителю приходится анализировать огромное количество показателей, зачастую взаимосвязанных между собой, имеющих разнонаправленные тенденции. Анализируемая информация должна предоставляться пользователям в удобном для анализа и наглядном виде — в форме таблиц, графиков, диаграмм, картограмм, и с различным уровнем аналитической проработки.

Для анализа информации из любой предметной области в территориальных МИС используются специальные встроенные аналитические модули. Системы при этом могут быть реализованы как информационно-аналитические или геоинформационные.

**Информационно-аналитическая система** — это система, обеспечивающая наряду с процессами сбора, накопления, хранения, поиска и статистической обработки информации также формально-содержательный

*анализ данных на основе построения моделей, необходимых для оценки состояния и планирования развития службы.*

За рубежом достаточно широкое распространение получили модели для формально-содержательного анализа данных при заболеваниях. Это дает возможность оценивать распространенность хронических заболеваний и получать эпидемиологические характеристики риска с использованием методов доказательной медицины (см. гл. 5).

Один из вариантов потенциального расширения возможностей пользователей — включение конструктора свободных запросов для самостоятельного формирования дополнительных статистических таблиц. Они должны обеспечивать как получение необходимых данных по широкому кругу возникающих при принятии решений вопросов, так и углубленный статистический анализ первичной информации с использованием различных методов математической статистики. В настоящее время все более широкое применение в этих целях находит OLAP-технология (On-Line Analytical Processing), обеспечивающая оперативное выполнение как стандартных, так и заранее непрогнозируемых запросов. Одно из эффективных средств этой технологии — наглядная визуализация получаемых данных в форме перекрестных таблиц (кросс-таблиц). В этом случае можно одновременно просмотреть исходные и агрегированные данные. Специалисты организационно-методических отделов могут экспериментировать с кросс-таблицей, изменяя расположение строк и столбцов таким образом, чтобы получить как можно более наглядное представление в отношении интересующих их связей параметров (зависимостей показателей от значений признаков). Изменение степени детальности данных в кросс-таблице позволяет получать сводные показатели или подробно исследовать особенности конкретного процесса. Например, расчет потребности в медицинской помощи может производиться целиком по региону, по районам, по группам населения, по отдельным классам патологии.

В перспективе информационно-аналитические системы, предоставляющие широкие возможности для более глубокого анализа данных, будут все шире заменять традиционные МИС. Одновременно они будут комплектоваться специальным программным обеспечением, которое в современных американских системах принято называть ассистирующим (computer-assisted software design — CASD).

**Географические информационные (геоинформационные) системы (ГИС)** — это системы визуального представления географически или ко-

*ординатно привязанной проблемно-ориентированной информации.* Программное обеспечение ГИС предназначено для создания, обработки, наглядной демонстрации и анализа различных типов пространственно распределенных данных.

Геоинформационные системы предоставляют многофункциональные средства совместного анализа табличных, текстовых и картографических данных, демографической, статистической, земельной, муниципальной, адресной и другой информации.

По разным оценкам, до 75% информации баз данных содержат географическую составляющую. Внедрение в практику здравоохранения современных ГИС, а также встраивание в МИС географических модулей существенно облегчает пространственное изучение распространенности различных заболеваний на уровне города, региона и страны в целом, открывает новые возможности для решения задач эпидемиологического анализа.

Данный подход позволяет анализировать региональные особенности динамики любых исследуемых показателей в зависимости от климатогеографических, экономических, медико-организационных условий и экономической ситуации.

Геоинформационные системы получают все большее распространение в различных сферах управления. Главное преимущество ГИС перед другими информационными технологиями заключается в наличии средств создания и объединения баз данных с возможностями их географического анализа и наглядной визуализации в виде различных карт, диаграмм, прямой привязке друг к другу всех атрибутивных и графических данных.

В настоящее время специалисты, оценивая уровень использования ГИС в России, дают низкую оценку их применения для задач оптимизации размещения ресурсов здравоохранения и организации медицинской помощи и среднюю — для решения эпидемиологических задач. В настоящее время эпидемиологический мониторинг с использованием ГИС становится актуальной задачей на уровне страны, особенно при возникновении и распространении эпидемий последних лет (птичий грипп, свиной грипп, кишечная палочка), а также для выявления очагов других заболеваний (ОРВИ, гепатит В, наркозависимость и др.).

Главные проблемы, сдерживающие широкое использование ГИС в российском здравоохранении, можно свести к следующим:

- низкая заинтересованность органов управления на федеральном и региональном уровнях;

- недостаточное финансирование региональных ГИС здравоохранения как отраслевых подсистем федерального уровня;
- отсутствие систематизированных и обработанных данных для анализа;
- нехватка квалифицированных сотрудников в данной области.

В идеале ГИС должны быть развернуты и в федеральных, и в региональных центрах обработки данных.

## 21.5. ОРГАНИЗАЦИОННОЕ И ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИС

Обеспечение работы любой информационной системы представляет собой непрерывный процесс, состоящий в управлении процессами, ресурсами, людьми и т.п. Люди (пользователи и обслуживающий персонал) — неотъемлемая часть любой ИС. От того, каким образом они реализуют свои функции в системе, существенно зависит ее функциональность, эффективность решения задач. Важными аспектами функционирования любой МИС являются вопросы организационного и правового обеспечения.

### 21.5.1. Организационное обеспечение

*Организационное обеспечение — это совокупность методов, средств и документов, регламентирующих взаимодействие работников с техническими средствами и между собой в процессе разработки и эксплуатации информационной системы. Оно представляет собой комплекс документов, составленный в процессе проектирования ИС, утвержденный и положенный в основу ее эксплуатации.*

Фактически это методические и руководящие материалы по стадиям разработки, внедрения и эксплуатации информационной системы, сформированные на этапах предпроектного обследования, технического задания, технико-экономического обоснования, разработки проектных решений, выбора автоматизируемых задач, типовых проектных решений и пакетов прикладных программ, что отражается в технорабочей документации, а в процессе внедрения и эксплуатации информационной системы корректируется. Набор и содержание документов, которые в обязательном порядке должны оформляться на всех этапах создания МИС и сдачи ее в промышленную эксплуатацию, определяются соответствующими ГОСТами (государственными стандартами).

Организационное обеспечение начинают разрабатывать на 1-м этапе построения ИС по результатам предпроектного обследования объекта информатизации. Затем проходит ряд этапов его доработки по мере создания ИС:

- анализ существующей системы управления организацией, где будет использоваться ИС, выявление задач, подлежащих автоматизации;
- подготовку задач к решению, включая техническое задание на проектирование ИС и технико-экономическое обоснование ее эффективности;
- разработку решений по составу и структуре ИС, методологии решения управленческих задач, направленных на повышение эффективности системы управления и медико-технологического процесса.

Организационное обеспечение информационных технологий включает в себя:

- нормативно-методические материалы по подготовке и оформлению управленческих и иных документов в рамках конкретной функции обеспечения управленческой деятельности;
- инструктивные и нормативные материалы по эксплуатации технических средств, в том числе инструкции по технике безопасности при работе с техникой и по условиям поддержания нормальной работоспособности оборудования;
- инструктивные и нормативно-методические материалы по организации работы управленческого, технического персонала и любых категорий пользователей в рамках конкретной информационной технологии обеспечения управленческой деятельности («Описание работы системы», «Руководство пользователя», «Руководство администратора системы» и др.).

Один из важнейших аспектов организационного обеспечения МИС — регламентация работы всех пользователей и обслуживающего персонала, цель которой:

- сокращение возможностей по совершению нарушений (неумышленных и преднамеренных) со стороны пользователей и персонала;
- реализация специальных мер защиты от любых внутренних и внешних угроз для системы (связанных с отказами и сбоями оборудования, ошибками в программах, стихийными бедствиями, действиями посторонних лиц и др.).

Существует еще один специальный вид организационного обеспечения — *организационная защита данных*, регламентирующий производственную деятельность и взаимоотношения исполнителей и пользователей на нормативно-правовой основе, цель которых — исключение или существенное затруднение неправомерного использования конфиденциальной информации и предотвращение внутренних и внешних угроз.

Организационная защита обеспечивает:

- организацию охраны, режима, работу с кадрами, документами;
- использование технических средств обеспечения информационной безопасности;
- информационно-аналитическую деятельность по выявлению внутренних и внешних угроз МИС.

Все организационно-распорядительные документы (положения о подразделениях, функциональные обязанности должностных лиц, должностные инструкции, технологические инструкции пользователей системы, формуляры, перечни и т.п.) подлежат периодическим пересмотрам по мере модернизации МИС, при этом в них вносят необходимые изменения и дополнения.

Каждый сотрудник, участвующий в рамках своих функциональных обязанностей в процессах автоматизированной обработки информации и имеющий доступ к ресурсам ИС, несет персональную ответственность за свои действия.

Главная цель правового регулирования в сфере разработки и использования информационных технологий — предотвращение или минимизация всех видов ущерба (прямого или косвенного, материального или морального и др.), наносимого субъектам информационных отношений посредством нежелательного воздействия на информацию, на ее носители и процессы обработки.

В рамках организационного обеспечения проводится и создание системы обеспечения безопасности информационных технологий.

В качестве примера можно привести перечень основных организационных мероприятий для обеспечения безопасности функционирования ИС:

- организация режима и охраны (для исключения возможности тайного проникновения посторонних лиц на территорию и в помещения, в первую очередь — в те, где располагаются сервера);
- организация работы с сотрудниками, которая предусматривает подбор и расстановку персонала, включая ознакомление с со-

трудниками, обучение их правилам работы с конфиденциальной информацией, ознакомление с мерами ответственности за нарушение правил защиты информации и др.;

- организация работы с документами и документированной информацией, включая организацию разработки и использования документов и носителей конфиденциальной информации, их учет, исполнение, возврат, хранение и уничтожение;
- организация использования технических средств сбора, обработки, накопления и хранения конфиденциальной информации;
- организация работы по анализу внутренних и внешних угроз конфиденциальной информации и выработке мер по обеспечению ее защиты;
- организация работы по проведению систематического контроля за работой персонала с конфиденциальной информацией, порядком учета, хранения и уничтожения документов и технических носителей.

В каждом конкретном случае организационные мероприятия имеют специфическую для данной организации форму и содержание, направленные на обеспечение безопасности информации в конкретных условиях.

### 21.5.2. Правовое обеспечение

**Правовое обеспечение** — это совокупность правовых норм, регламентирующих правоотношения при создании, внедрении и эксплуатации МИС. При этом определяются юридический статус и режимы функционирования ИС, регламентируется порядок получения, преобразования и использования информации.

Главная цель правового обеспечения — обеспечение и укрепление законности.

В состав правового обеспечения входят законы, указы, постановления государственных органов власти, приказы, инструкции и другие нормативные документы министерств, ведомств, организаций, местных органов власти.

В правовом обеспечении можно выделить общую часть, регулирующую функционирование любой ИС, и локальную часть, регулирующую функционирование конкретной системы (подсистемы).

Правовое обеспечение этапов разработки ИС включает нормативные акты, связанные с договорными отношениями разработчика и заказчика, с правовым регулированием различных отклонений от дого-

вора, а также акты, необходимые для обеспечения процесса разработки МИС с помощью различных видов ресурсов.

Правовое обеспечение на этапе функционирования информационных систем включает определение:

- статуса информационной системы;
- правового положения и компетенции звеньев ИС;
- прав, обязанностей и ответственности персонала;
- порядка создания и использования информации в ИС;
- процедур регистрации, сбора, хранения, передачи и обработки информации;
- порядка создания и использования математического и программного обеспечения.

При развитии рыночных отношений в информационной деятельности встал вопрос о защите информации как объекта интеллектуальной собственности и имущественных прав на нее, что привело к разработке норм правового регулирования в этом сегменте.

В Российской Федерации принят ряд указов, постановлений, законов, регламентирующих основные правоотношения в области информационных технологий. Наиболее важными являются законы: «Об информации, информатизации и защите информации» (основной закон в данной области); «Об авторском праве и смежных правах»; «О правовой охране программ для ЭВМ и баз данных» и др.

Закон «Об информации, информатизации и защите информации» закладывает юридические основы гарантий прав граждан на информацию. Он направлен на урегулирование важнейшего вопроса экономической реформы — формы, права и механизма реализации собственности на накопленные информационные ресурсы и технологические достижения. Данный закон призван обеспечить защиту собственности в сфере информационных систем и технологий, что способствует формированию цивилизованного рынка информационных ресурсов, услуг, систем, технологий, а также средств их обеспечения.

# Глава 22

## РЕГИСТРЫ

*Регистры — это специализированные информационные системы по направлениям медицины, обеспечивающие поддержку электронного документооборота персональных данных в проблемно-ориентированных областях медицинской деятельности, включающие аналитические функции.*

Ведение регистров (от англ. *register* — реестр, регистр) на семьи с наследственными заболеваниями было рекомендовано Всемирной организацией здравоохранения в 1970 г. медико-генетическим центрам. Первично регистр в бывшем СССР означал в клинической медицине регистрацию и ведение (в динамике) медицинских записей (карт) пациентов (при необходимости и членов их семей) по определенным видам патологии или контингентам. Реестрами в России начали называть унифицированные перечни информации, своего рода электронные картотеки (например, лекарственного обеспечения отдельных групп населения, медицинских учреждений, врачей, медицинского обслуживания и другого с их характеристиками). В настоящее время эти названия используют произвольно, что принципиально неверно. Реестр — это своего рода классификатор или перечень, а регистр — это специализированная информационная система, включающая развернутую, частично или полностью формализованную информацию в определенной проблемной области.

### 22.1. МОНИТОРИНГ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ И ФУНКЦИИ РЕГИСТРОВ

На основе компьютеризированных регистров появилась возможность организации мониторинга определенных контингентов населения, подвергающихся угрозе возникновения заболеваний или страдающих определенными социально значимыми болезнями. Мониторинг здоровья населения, основанный на анализе полицейских данных, аккумулируемых в регистрах, обеспечивает объективную оценку

здоровья как индивидуального (персонифицированный контроль текущего состояния), так и отдельных субпопуляций и популяций (общественное здоровье). Концепция создания государственной системы мониторинга здоровья населения России определяет его как оперативное слежение за состоянием и изменением здоровья населения на основе получения разноуровневой информации для углубленной оценки и прогноза общественного здоровья за различные временные интервалы.

Регистры обеспечивают ведение баз данных, обработку и анализ информации о больных по профилю выбранной патологии или характеру нарушений. Основные функции федеральных и региональных регистров следующие.

- Мониторинг заболеваний, предполагающий получение информации через определенные временные интервалы, что позволяет анализировать динамику изменений и отслеживать временные тренды.
- Изучение эпидемиологии (распространенности) хронических заболеваний и региональных особенностей патологии.
- Анализ факторов риска возникновения и прогрессирования заболеваний.
- Анализ структуры и уровня заболеваний.
- Анализ динамики клинических проявлений редких и сложных случаев заболеваний.
- Контроль эффективности лечения и реабилитации, включая сравнительный анализ по регионам.

В настоящее время функционируют многочисленные федеральные и территориальные регистры по наследственным болезням, врожденным порокам развития, онкологии, психиатрии, сахарному диабету, туберкулезу и др. Существуют также регистры патологии новорожденных, экологически зависимых заболеваний, инвалидов и пр.

Информация в регистрах не имеет обязательной «привязки» к учреждению, а зачастую и к территории (например, так называемый черныбыльский регистр, включающий выборочно пациентов из разных административных территорий, подвергшихся воздействию радиации при ликвидации аварии на ЧАЭС или по месту проживания в зоне черныбыльского шлейфа).

Классификация регистров осуществляется по видам (т.е. по их направленности) и по типам (т.е. на основе принципа регистрации пациентов по месту проживания или по месту лечения).

Подразделение регистров по видам:

- для мониторинга состояния здоровья отдельных категорий населения (дети, работающее население, сироты, инвалиды) или пациентов с определенными видами патологии;
- для контроля за эффективностью лечения (в том числе для анализа эффективности применения конкретных препаратов и для оценки целесообразности применения новых препаратов).

По функциональности выделяют моно- и полифункциональные или многопрофильные регистры. Многопрофильные регистры включают модули для выполнения различных функций (например, генетические регистры для консультирования, пренатальной диагностики, диспансерного наблюдения (клинический аспект), эпидемиологических исследований, мониторинга и др.).

В классификации регистров по типам, как это принято называть (хотя правильнее, может быть, говорить об уровнях), традиционно выделяют популяционные и госпитальные системы.

**Популяционный регистр** постоянно аккумулирует информацию обо всех случаях заболеваний в определенной популяции (на всей площади административной территории). Это позволяет получать сведения: 1) о распространенности анализируемой патологии, что соответствует понятиям эпидемиологического анализа; 2) об оценке эффективности мероприятий по профилактике и лечению заболеваний, включая сравнительный анализ по регионам; 3) о состоянии качества медицинской помощи по конкретным классам патологии и нозологическим формам для контроля ситуации и планирования развития соответствующих служб.

**Госпитальный регистр** обеспечивает регистрацию случаев заболеваний, диагностированных и пролеченных в одном медицинском учреждении. Это дает возможность сохранять детальные данные о каждом пациенте, о результатах лечения, клинических исследованиях новых методов и их сравнительной эффективности.

Регистры подразделяются также по охвату населения (больных). **Федеральные и региональные (территориальные) регистры** — это вертикальные структуры, включающие иерархически организованные однотипные или совместимые базы данных на разных уровнях системы здравоохранения, для каждого из которых должно быть обеспечено решение комплекса соответствующих проблемно-ориентированных задач. Они представляют собой 3–4-уровневые системы, нижний уровень которых располагается в учреждении, осуществляющем наблюдение за прикрепленным

контингентом. Следующие уровни (районный/городской и субъектовый), вплоть до федерального, интегрируют информацию предыдущих в рамках своей компетенции. На нижнем уровне хранятся персональные данные пациентов, на следующих — полицейские, но деперсонифицированные. Еще одним вариантом для федеральных и межрегиональных регистров является ввод данных через Интернет непосредственно из МО по защищенному каналу в регистр, расположенный в федеральном центре обработки данных, где обеспечен последующий просмотр (при необходимости — коррекция предыдущих записей).

## 22.2. ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ РЕГИСТРА

Типовой регистр включает ввод данных, логический контроль (на этапах заполнения специализированной электронной медицинской карты), экспорт (передача данных на более высокий уровень системы здравоохранения), интеграцию (слияние баз данных), обработку (с использованием статистических методов и логических решателей), хранение (база данных и ее копии). Типовая схема регистра представлена на рис. 22.1. В зависимости от специфики задач и особенностей первичных данных в такую схему включаются дополнительные блоки (модули).



Рис. 22.1. Типовая схема медицинского регистра

В целом федеральные и территориальные регистры строятся по так называемому принципу зонтика, или пирамиды, т.е. вертикальной интеграции снизу вверх с постоянным уменьшением числа баз данных на каждом следующем уровне (рис. 22.2).



РБД — региональная база данных.

БД МО — база данных медицинской организации.

Рис. 22.2. Принцип «зонтика» в построении автоматизированных регистров

## 22.3. НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ РЕГИСТРОВ

Основные направления использования федеральных и территориальных регистров:

- эпидемиология заболеваний;
- выявление доклинических состояний и ранних стадий заболеваний;
- анализ заболеваемости и состояния больных по нозологическим формам, группам и классам болезней;
- оценка лечебно-профилактических мероприятий, включая выполнение индивидуальных программ реабилитации;
- динамическая оценка текущих характеристик здоровья;
- определение тенденций в состоянии здоровья популяции;
- анализ смертности различных возрастных групп населения.

В отдельных случаях создаются международные регистры, например регистр для мониторинга раннего выявления глухоты у детей из США и Канады, в котором соответствующие медицинские данные матери и ребенка анализируются на предмет выявления детей с риском глухоты. Посылаемый медицинским учреждением формуляр обрабатывается в компьютерном центре и при наличии определенных факторов ребенка

фиксируют в «регистре риска», о чем немедленно уведомляют его семейного врача, которому рекомендуют провести уточняющее аудиологическое обследование. Если врач в течение 3 мес не сообщает в регистр о принятых мерах, ему высылается запрос с требованием предоставить информацию о принятых мерах, т.е. реализована обратная связь, что крайне важно для повышения эффективности работы системы.

### **22.3.1. Регистры для мониторинга смертности в детском возрасте**

Регистры младенческой и детской смертности среди подобных автоматизированных систем являются «старейшими» в России, их применение относится к 70-м годам XX в. Высокий уровень младенческой смертности считается индикатором нездоровья и социального неблагополучия общества. Младенческая смертность была выбрана ВОЗ в качестве одного из 12 глобальных индикаторов, позволяющих оценивать усилия стран в выполнении международной стратегии «Здоровье для всех в 2000 году». Именно регистры, как показал опыт, позволяют контролировать ситуацию и находить признаки, воздействие на которые помогает снижать уровень смертности.

Регистры смертности детей, в первую очередь младенческой смертности, подразделяются на системы для оперативного и углубленного анализа. В 2008 г. в ряде субъектов Российской Федерации начата опытная эксплуатация нового регистра для автоматизированного оперативного анализа младенческой и детской (до 5 лет) смертности, созданного в МНИИ педиатрии и детской хирургии Минздрава РФ, имеющем почти 40-летний опыт работы в этом направлении. По аналогии с ранее созданными, система включает механизм регулярной передачи учрежденческих баз данных из МО на уровень субъектов РФ, а затем территориальных БД — на федеральный уровень с формированием общероссийского регистра. Предусмотрены необходимые для каждого уровня методы статистической обработки и графического представления результатов.

Концепция регионального анализа младенческой смертности заключается:

- в контроле за уровнем смертности в отдельных организациях;
- анализе повторения в короткие сроки случаев смерти от одной нозологической причины в МО;
- выделении групп территорий с близкими показателями младенческой и детской смертности и ее составляющих по периодам перво-

го года жизни и по ведущим причинам смерти при сопоставлении с оценкой влияющих факторов.

Наиболее крупным российским проектом формирования персонализированных баз данных стала Всероссийская диспансеризация детского населения в 2002 г. с последующим переходом (с 2005 г.) к ежегодному мониторингу состояния здоровья детей декретированных возрастных групп. Регистр ДИСПАН обеспечивает функционирование многоуровневой федеральной системы для мониторинга диспансерного наблюдения, предполагающей ведение баз данных на учрежденческом, районном/городском (при необходимости), субъектовом и федеральном уровнях. Наряду с типовыми функциями регистров здесь добавлен модуль для экспертизы карт, предусматривающий возможность отметки ошибочных записей, после чего автоматически выдается протокол ошибок. Мониторинг диспансеризации предоставляет возможность оперативно получать объективную информацию о вновь выявленных заболеваниях (впервые поставленных на диспансерный учет детей) и уточненную структуру функциональных и хронических заболеваний по их распространенности на всех уровнях системы здравоохранения — в Российской Федерации, отдельных федеральных округах, субъектах Федерации, городах/районах, а также любых других регионах, например в районах Крайнего Севера.

С 2007 г. функционирует общероссийский регистр детей с ограниченными возможностями, обеспечивающий сочетание полицейского контроля ограничений жизнедеятельности и социальной недостаточности со статистическим анализом, позволяющим получить представление об уровне и структуре инвалидности, о результатах индивидуальных программ реабилитации. Документальная основа информационной структуры регистров для мониторинга состояния здоровья различных контингентов — официально утвержденные специальные учетные и отчетные формы. Регистры предполагают полицейской учет с ведением электронных медицинских карт. Они ориентированы на решение на единой методической основе вопросов учета движения пациентов, изменений в их состоянии, проведения лечебных и реабилитационных мероприятий; на получение статистических отчетных сведений.

### **22.3.2. Регистр для мониторинга наследственных заболеваний**

Принципиальные отличия от типовой системы имеет Федеральный медико-генетический регистр (разработка Московского НИИ педиатрии и детской хирургии), предусматривающий поддержку кли-

нических, эпидемиологических, профилактических, статистических и организационных аспектов работы с семьями (рис. 22.3). В его составе имеются модули графического представления информации и поддержки принятия решений.



Рис. 22.3. Структурно-функциональная схема Федерального генетического регистра

Генетический регистр позволяет:

- обеспечивать информационную поддержку врачей-генетиков медико-генетических консультаций и центров при генетическом консультировании и диспансерной работе с семьями с наследственной и врожденной патологией;
- унифицировать медицинскую документацию для учреждений всех уровней, занимающихся оказанием помощи семьям с наследственными заболеваниями;
- обеспечить единство кодирования диагнозов моногенных и хромосомных заболеваний, их соответствие требованиям ВОЗ и совместимость с аналогичными зарубежными системами на основе использования двух общепринятых в медицинской генетике клас-

сификаторов — Международной классификации болезней, травм и причин смерти и Кодов менделирующих наследственных заболеваний по каталогу Маккьюсика (Online Mendelian Inheritance in Map V. McKusick);

- совершенствовать ведение медицинской документации (включая лабораторные и функциональные данные) на семьи с наследственной и врожденной патологией;
- формировать статистические отчетные формы для федерального и регионального уровней в соответствии с требованиями ВОЗ;
- обеспечивать информационную поддержку руководителей различного уровня при анализе состояния помощи семьям с генетически обусловленной патологией в России и отдельных ее регионах;
- анализировать изменения в уровне и структуре наследственных и врожденных заболеваний и пороков развития.

Генеалогические данные семьи отображаются на экране дисплея в традиционной графической форме и сопровождаются примечаниями (анкетные данные и сведения о заболеваниях). В таком виде родословная позволяет наглядно и в привычной для врачей-генетиков форме представить отношения родства и общую картину наследственной патологии у близких и дальних родственников. В процессе работы с родословной врач — пользователь регистра — имеет возможность получить информацию о наличии медицинских карт по данной семье, а затем просмотреть и откорректировать (при наличии прав доступа) карту любого члена родословной.

Использование единой медицинской карты обеспечивает возможность:

- сохранения полной преемственности в ведении диспансерной работы на основе унифицированного, стандартного для всех медико-генетических консультаций документа;
- автоматического формирования выписки;
- автоматического формирования отчетных статистических форм и оперативного получения информации в запросном режиме за интересующий период времени;
- группировки данных по различным критериям для анализа ситуации (динамики) в отношении наследственных и врожденных заболеваний и пороков по административным территориям и в целом по Российской Федерации.

Федеральный генетический регистр — типовая система для всех уровней (территориальных, региональных генетических консультаций

и федеральных генетических центров) — строился как распределенная база данных медико-генетической службы России, опирающаяся на единую информационную основу и использующая систему современной коммуникационной связи.

Программное обеспечение регистра предоставляет возможность работы в текстовом и графическом режимах в локальной вычислительной сети. Доступ ко всем подпрограммам по разделам медико-генетических карт для диспансеризации детей и пренатальной диагностики наследственных заболеваний организован через головное меню. Обеспечены ввод, корректировка, хранение, просмотр и анализ данных. Прикладное программное обеспечение основного консультативно-диспансерного блока федерального генетического регистра включает ряд модулей: анкетных сведений, родословной, анамнестической информации, клинических данных, лабораторных исследований (включая патоморфологическое), функционально-инструментальных исследований, консультаций врачей-специалистов, статистической обработки данных. Отдельные программы обеспечивают функционирование карт для медико-генетического консультирования, для пренатальной диагностики, для наблюдения за пробандом, за другими пораженными членами семьи. Специальное прикладное программное обеспечение обеспечивает работу модуля графического представления родословной. Отдельный модуль ориентирован на поддержку административных функций регистра: штатное расписание медико-генетической консультации, контроль территориальной принадлежности семьи, пароли санкционированного доступа.

Графическое отображение родословной предусматривает редактирование и дополнение новой информации при последующих консультациях. Графический редактор генеалогических деревьев предназначен для формирования и редактирования на экране дисплея родословных в общепринятом виде. После выбора интересующего элемента осуществляется выдача на экран известной о данном члене семьи информации. Предусмотрено также оперативное изменение масштаба представления родословной для ее просмотра целиком на одном экране, независимо от ее размеров (с последующим переходом для детального рассмотрения выбранного фрагмента к большему масштабу).

Работа с семьей осуществляется врачом по схеме, показанной на рис. 22.4. На этом рисунке модуль расчета риска представляет собой подсистему поддержки принятия решений, интегрированную в состав программного обеспечения регистра.



Рис. 22.4. Работа с семьей в системе генетического регистра

### 22.3.3. Регистры для эпидемиологического мониторинга ВПР

Регистр для эпидемиологического мониторинга врожденных пороков развития (ВПР) предусматривает множественность источников получения информации о выявленных случаях ВПР — из родильных домов, детских поликлиник, стационаров и прозектур. Эта его особенность определяет необходимость формирования обобщенной персональной карты ребенка с ВПР при исключении дублирующей информации и обязательном поглощении данных более низкой информативности.

Системы мониторинга ВПР продемонстрировали свою эффективность в ряде зарубежных стран. Однако регистры разных стран имеют свои особенности и ограничения. Шведский регистр для мониторинга ВПР позволяет уточнить тип наследования, риск повторных случаев ВПР, изучать воздействие потенциальных мутагенов. Французская система GENTIC включает родословную, анамнестические данные, информацию о тератогенном риске, цитогенетическом и дерматоглифическом исследованиях, содержит подробные акушерские данные, записи педиатра, данные о предварительном и заключительном диагнозе. Кроме того, клинические описания синдромов сопровождаются фотографиями, что имеет особое значение для врожденных пороков развития. Общегосударственный регистр по ВПР в Испании ориентирован на генетический мониторинг, установление популяционных

частот врожденных пороков и частоты новых мутаций. Все новорожденные при выявлении ВПР обследуются в первые 3 дня жизни педиатрами с учетом 250 параметров (описание, фото, цитогенетическое и другие лабораторные обследования и т.д.), и эти данные пересылаются в координирующий центр в Мадриде.

Мониторинг ВПР в России проводится с 1999 г. Структурно-функциональная схема российского регистра ВПР представлена на рис. 22.5.



Рис. 22.5. Структурно-функциональная схема регистра ВПР

В каждой МО, в которую обращается ребенок с пороком развития, заполняются «карты-оригиналы», являющиеся первичными источниками регистрации. Как правило, это родильные дома, где первоначально устанавливается диагноз ВПР. При первом сохранении «карты-оригинала» формируется уникальный ключ карты, по которому далее осуществляется проверка на совпадение. Отдельные карты, заполняемые в различных медицинских учреждениях, объединяются в общую карту на основе алгоритма в региональной медико-генетической консультации территориального уровня. Интеграция предусматривает сохранение тех данных, которые предварительно, при составлении программы,

экспертами были признаны более информативными (например, на основе более надежных исследований и т.п.).

Вычисление относительных показателей требует определения демографических данных населения, охваченного регистром. Поэтому национальные регистры жестко связаны с административно-территориальным делением страны.

Основная цель программы мониторинга состоит в обнаружении изменений частот врожденных пороков развития, что может быть сигналом к поиску новых тератогенов или к указанию на существенное повышение концентрации ранее действовавших факторов. Популяционный мониторинг представляет собой непрямой способ выявления вредностей окружающей среды, однако он незаменим в связи с невозможностью прямого изучения действия потенциально тератогенных факторов на человека.

Основные задачи, которые решаются при проведении мониторинга врожденных пороков развития:

- определение частот ВПР в популяции;
- изучение динамики частот ВПР;
- проведение эпидемиологических исследований ВПР;
- изучение этиологии ВПР;
- выявление и контроль новых тератогенных факторов среды;
- оценка влияний на популяционные показатели частот ВПР программ пренатальной диагностики и первичной профилактики.

#### **22.3.4. Особенности регистра больных сахарным диабетом**

В Государственном регистре больных сахарным диабетом сбор и обработка данных проходят в 2 этапа. На 1-м этапе данные по каждому больному собираются с помощью карт регистрации и наблюдения. Результатом 1-го этапа является база персональных данных всех больных сахарным диабетом административного района, города областного подчинения. На 2-м этапе подсчитываются абсолютные и относительные показатели частоты, распространенности, осложнений, инвалидности, исходов беременностей, смертности. Базы данных показателей создаются для районного, территориального и федерального уровней. Для каждого уровня осуществляется решение следующих комплексов задач:

- ведение регистра больных сахарным диабетом;
- учет и анализ обеспечения лечебно-профилактических мероприятий;

- автоматизированный справочно-информационный фонд данных регистра (кроме районного уровня);
- обмен данными и документами.

### **22.3.5. Раковый регистр**

Канцер-регистр, созданный в Московском научно-исследовательском онкологическом институте им. П.А. Герцена, аккумулирует и классифицирует информацию обо всех случаях раковых заболеваний в массиве определенной популяции с учетом персональных параметров, касающихся пациентов, а также клинических и морфологических характеристик новообразований в порядке, позволяющем формировать статистику распространенности онкологических заболеваний.

Регистр позволяет получать информацию о заболеваемости и характеристиках отдельных видов злокачественных новообразований в различных группах изучаемой популяции, временных изменениях трендов заболеваемости, выживаемости, смертности. Сравнение уровней заболеваемости может быть совмещено с анализом по потенциальным факторам риска. Эти данные не только являются основным источником информации для исследований эпидемиологического характера, но и используются при планировании и оценке эффективности мероприятий по профилактике рака, для оценки состояния системы медицинской помощи при злокачественных новообразованиях.

### **22.3.6. Регистры редких заболеваний**

Особое место занимают регистры редких заболеваний, что можно видеть на примере мониторинга состояния больных с рассеянным склерозом. В связи с тем что симптоматика данного заболевания зачастую скудная, особенно на первых стадиях заболевания, существуют определенные сложности в выявлении динамики процесса и в оценке как эффективности применяемого лечения, так и побочных эффектов используемых медикаментов. Централизованная регистрация для анализа эпидемиологических данных, контроля состояния здоровья больных и качества лечебно-профилактической помощи позволяет обрабатывать информацию о пациентах с рассеянным склерозом в рамках более чем одной медицинской организации. Регистр предусматривает динамическое наблюдение за каждым больным от момента первого обращения. С помощью данного регистра готовятся отчеты для исследования эффективности терапии препаратами, изменяющими течение

рассеянного склероза. В настоящее время созданы первые регистры редких (орфанных) заболеваний, для которых впервые предложены методы патогенетической терапии.

### **22.3.7. Комбинированный медико-экологический регистр**

Медико-экологический регистр ЭКОМЕД дает возможность одновременно контролировать на изучаемой территории медицинские показатели (состояние здоровья по выбранным нозологическим формам) и уровень загрязнения окружающей среды. Всеобъемлющий анализ вредных воздействий не только практически невозможен, но и не требуется. Для выявления вреда здоровью и получения необходимых количественных оценок отдельных факторов и их комплексов достаточно осуществлять контроль за так называемыми маркерными заболеваниями, т.е. четко диагностируемыми болезнями, возникающими при превышении концентрации в окружающей среде определенных веществ.

Отбор «маркерных» заболеваний и состояний принципиально важен, так как позволяет преодолевать недоучет клинических проявлений, возникающий при попытке анализа по широкому кругу патологии. Заболеваниями-маркерами экологического неблагополучия в плане ближайшего эффекта (воздействие—результат) могут служить, например, дерматоаллергозы, респираторные аллергозы и анемии. Отдаленный эффект средовых факторов может отслеживаться при анализе самопроизвольных аборт, мертворождаемости, врожденных пороков развития, онкологических заболеваний. Эти медицинские показатели стали первичными для системы мониторинга. Зоны превышения частоты их распространенности выявляются по сравнению с постоянными значениями предыдущих периодов наблюдения.

Определенные трудности представляет учет вредных факторов среды в условиях ежедневной миграции работающего населения, что объясняет важность и эффективность контроля по месту жительства за детьми раннего и дошкольного возраста, которые сравнительно мало мигрируют за пределами своего микрорайона или района. И главное, ввиду особенностей метаболических систем в раннем детском возрасте у этой категории пациентов отмечается «химическая гиперчувствительность» уже к низким концентрациям чужеродных веществ — ксенобиотиков.

Специализированный медико-экологический регистр включает базу данных сочетанных во времени показателей заболеваемости и характеристик загрязнения окружающей среды в «привязке» к кон-

кретным географическим точкам (в частном случае, домам). Он обеспечивает решение следующих задач:

- установление степени и характера влияния разных групп вредных веществ на здоровье людей на основе статистического анализа взаимосвязей заболеваемости с суммарной интенсивностью химического загрязнения;
- возможность получения интегрального показателя степени загрязнения воздуха по интегральному фактору (оценке) состояния здоровья (в отношении аллергопатологии);
- получение прогностических зависимостей, оценивающих изменение состояния здоровья населения при возможном изменении концентрации вредных веществ в воздухе (в случаях вывода предприятий, сокращения выбросов, постройки новых предприятий).

## **22.4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К МЕДИЦИНСКИМ РЕГИСТРАМ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ**

Общие требования к медицинским регистрам сводятся к следующему:

- единство информации на всех уровнях, базирующееся на использовании единых классификаторов и стандартов описания данных;
- однократный ввод данных в регистр с последующим его использованием всеми пользователями;
- доступность информации (за исключением закрытой по паролям) для просмотра в любой момент времени пользователями, при одновременной ее защищенности от внесения изменений лицами, не имеющими санкционированного доступа для ввода и коррекции данных;
- текущий контроль состояния пациента, представляющий циклический процесс анализа оказываемых воздействий и происходящих изменений;
- информационная поддержка решений административного персонала как следствие оперативного получения аналитической информации при обращении к единой БД и при моделировании ситуаций.

Из этого вытекает определенная технология построения системы:

- модульный принцип, обеспечивающий возможность ее постоянного наращивания и модификации без перестройки в целом;
- иерархия баз данных регистров;

- включение в специализированные (проблемно-ориентированные) регистры необходимых данных из других медицинских информационных систем;
- открытые для пополнения классификаторы клинических записей при модификации (корректировке, пополнении) нормативно-справочной информации администратором интегрированной БД;
- автоматическое формирование обобщающих текстовых медицинских документов (эпикризы, выписки и т.п.) и статистических отчетов.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ К РАЗДЕЛУ 6

1. Назовите уровни автоматизации современных МО и задачи, решаемые на каждом уровне.
2. Что необходимо для построения МИС МО?
3. Определите функциональное назначение и назовите основные подсистемы МИС МО.
4. Назовите функции медико-технологических подсистем МИС МО.
5. В чем заключается информационная поддержка действий медицинского персонала?
6. Что дает информационная поддержка лечебно-диагностического процесса?
7. В чем заключается информационная поддержка аптечной службы МО?
8. Какими средствами осуществляется поддержка задач управления в МИС МО?
9. Назовите факторы, способствующие успешному внедрению МИС МО.
10. Каковы перспективы использования «облачных» технологий при решении задач информатизации медицинских организаций?
11. Каковы особенности каждого из основных уровней управления в организационных системах?
12. В чем состоит основное различие территориальных и федеральных МИС?
13. Какие задачи позволяет решать МИС «Паспорт МО»?
14. Перечислите основные источники информации для медико-статистических МИС, изучающих здоровье населения.
15. Какие задачи решаются в рамках МИС «Портал ВМП»?

16. Какие задачи решаются в рамках МИС «Льготное лекарственное обеспечение»?
17. Перечислите основных участников информационного обмена в обязательном медицинском страховании.
18. В чем преимущества использования геоинформационных систем в здравоохранении?
19. Что входит в понятие «правовое обеспечение» МИС?
20. Что входит в понятие «организационное обеспечение» МИС?
21. Что означает понятие «регистр»?
22. Каковы общие требования к регистрам?
23. Каковы общие принципы построения федеральных регистров?
24. Чем отличаются популяционные регистры от госпитальных?
25. Каковы основные функции регистра?
26. Как выглядит типовая схема регистра?
27. Какие возможности предоставляет популяционный регистр?
28. Что значит интеграция по принципу «зонтика»?
29. В чем состоят специфические задачи медико-экологического регистра?
30. Каковы особенности технологии построения регистров?

# РАЗДЕЛ 7

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИИ

### Глава 23

#### ЭЛЕКТРОННОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

##### 23.1. КОНЦЕПЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

В 2005 г. Всемирной организацией здравоохранения была принята Концепция e-Health — электронного здравоохранения. Под e-Health понимают информационную поддержку всех задач здравоохранения на основе персонцентрированного подхода, т.е. не просто объединения медицинских записей человека по отдельным картам медицинских учреждений, а наличие полного электронного документооборота, в том числе ЭМК, независимо от места осуществления записи. e-Health часто называют «распределенным здравоохранением», подчеркивая тем самым, что местонахождение пациента и врача при такой организации помощи не будет в большинстве случаев иметь принципиального значения. e-Health предполагает широкое использование дистанционного анализа данных, в том числе телемедицинских технологий, в оперативном режиме.

Основные направления здравоохранения, на которые нацелено e-Health:

- оценка состояния пациента и его динамики на основе оперативного доступа ко всей информации о пациенте;
- слежение за состоянием пациента на дому;
- дистанционные консультации, включая консилиумы;

- удаленный доступ пациента к ресурсам МО и сервисам, предоставляемым на федеральном и территориальном уровнях;
- полноценный мониторинг состояния здоровья отдельных групп населения (включая мобильное здравоохранение — mHealth);
- анализ информации на основе оперативного доступа к медико-статистическим данным в разных нозологических, половозрастных, социальных разрезах.

В развитых странах слежение за состоянием пациента на дому позволяет уменьшить количество посещений медицинскими работниками, при этом снижаются расходы и увеличивается количество пациентов, которых может обслужить один медицинский работник. Дистанционная динамическая оценка состояния пациента на дому включает широкий диапазон решаемых задач — от мониторинга физиологических параметров до психотерапевтической помощи разным категориям пациентов (лежачие больные, престарелые, инвалиды, беременные и др.).

Медицинский документооборот немислим без электронной медицинской карты (ЭМК) и интегрированной электронной медицинской карты (ИЭМК), содержащей единую основную часть в масштабах как минимум страны.

Разработчикам МИС давно понятно, что иметь единую структуру ЭМК на все профили заболеваний не удастся. Структура такого документа была бы совершенно нежизнеспособной. Придется договариваться о структуре дополнительных частей ЭМК по всем основным направлениям клинической медицины. Также понятно, что эти части ЭМК должны при необходимости легко интегрироваться. Кроме того, для решения ряда задач придется в перспективе разрабатывать структуру «резюме» ЭМК общеевропейского, а со временем — общемирового уровня.

Переход к e-Health требует согласованных усилий на общегосударственном (а впоследствии — и на межгосударственном уровне) по ряду проблем:

- нормативно-правовое обеспечение;
- единая система идентификации человека (пациента);
- разработка и применение международных стандартов построения медицинских документов и протоколов обмена ими;
- информационно-коммуникационная инфраструктура;
- единые принципы хранения информации.

По мнению ВОЗ, e-Health должна стать основой для реформирования здравоохранения в XXI в. в общемировом масштабе.

В настоящее время точки роста e-Health есть в Европе (Бельгия, Франция, Германия, Нидерланды, другие европейские государства), в США, в Канаде.

Практически завершен начатый в 2008 г. проект более 20 стран eрSOS (european patients Smart Open Services) — трансграничный европейский проект электронного взаимодействия в здравоохранении, нацеленный на улучшение лечения граждан, находящихся за рубежом, посредством предоставления необходимых данных о пациенте медицинским работникам.

На первом этапе реализации eрSOS осуществляется разработка:

- медицинского «резюме» пациента с организацией доступа к важным для лечения пациента медицинским данным;
- трансграничного использования электронного рецепта (системы «eMedication» или «ePrescription»).

На втором, «расширенном», этапе eрSOS предусматривается:

- интеграция служб неотложной помощи 112;
- интеграция Европейской карточки медицинского страхования (EHIC);
- доступ к данным пациентов.

Таким образом, туристы, студенты, находящиеся в командировке, лица стран-участниц пилотного проекта eрSOS будут уже в ближайшее время иметь возможность воспользоваться услугами eHealth.

Проект расширяется за счет привлечения других стран. Причем страна может присоединяться к проекту не в полном объеме, что повышает его привлекательность для стран, не входящих в ЕС. Конечно, появление в проекте большого количества новых членов диктует необходимость решения сложных задач в связи с различными национальными ситуациями, однако участие в таком проекте большинства европейских стран делает перспективы eHealth реальными.

В последние годы интерес к решению проблемы охраны здоровья населения посредством eHealth появился и в России. В настоящее время он становится все конструктивнее. Разработка некоторых элементов eHealth в РФ уже началась. По инициативе Центрального научно-исследовательского института организации и информатизации здравоохранения, Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова и Высшей школы экономики прорабатывается вопрос о присоединении РФ к международным проектам eHealth.

## **23.2. КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ**

В конце апреля 2011 г. была утверждена Концепция создания единой государственной информационной системы в здравоохранении.

В Концепции определены цель, задачи, принципы, архитектура, основные этапы создания, механизм управления и ресурсного обеспечения создания и сопровождения системы, ожидаемый социально-экономический эффект.

В Концепции отмечено, что в области управления здравоохранением наиболее острыми являются следующие вопросы:

- получение достоверных и оперативных первичных данных об объемах и качестве медицинской помощи, оказываемой учреждениями системы здравоохранения;
- планирование затрат на оказание гарантированных объемов медицинской помощи;
- принятие мер по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия людей;
- контроль расходования бюджетных средств на медицинское и лекарственное обеспечение населения;
- оптимизация ресурсов в здравоохранении с учетом потребностей отрасли.

В области собственно оказания медицинской помощи значимыми представляются такие вопросы:

- профилактика и ранняя диагностика, своевременное оказание медицинской помощи пациентам групп риска, лицам с социально значимыми заболеваниями, работникам вредных и опасных условий труда;
- эффективное использование высокотехнологичного медицинского оборудования, дорогостоящих лекарственных средств и материалов;
- поддержка принятия врачебных решений, в том числе за счет предоставления оперативного доступа к информации о здоровье пациента, внедрения автоматизированных процедур проверки соответствия назначенного лечения стандартам оказания медицинской помощи, а также с использованием экспертных систем;

- качественное образование, непрерывное обучение, активное профессиональное взаимодействие медиков и фармацевтов;
- интеграция медицинского оборудования с медицинскими информационными системами.

При взаимодействии органов управления здравоохранением, медицинских организаций и персонала с населением по вопросам здравоохранения важными являются вопросы:

- повышения медицинской грамотности граждан;
- вовлечения людей в процесс наблюдения за собственным здоровьем;
- создания удобного механизма реализации права выбора страховой и медицинской организации, лечащего врача;
- упрощения процедур, связанных с получением полисов обязательного медицинского страхования и иных документов, подтверждающих право на бесплатную или льготную медицинскую помощь, поэтапного перехода на использование универсальной электронной карты гражданина как единого средства подтверждения такого права;
- перевода в электронный вид государственных услуг в здравоохранении.

Основной целью создания информационной системы в здравоохранении (далее Система) стало обеспечение эффективной информационной поддержки органов, организаций системы здравоохранения, граждан в рамках процессов управления системой медицинской помощи и при ее непосредственном оказании.

Система призвана повысить: эффективность управления в сфере здравоохранения; качество оказания медицинской помощи; информированность населения по вопросам ведения здорового образа жизни, профилактики заболеваний, получения медицинской помощи.

Среди принципов создания Системы — совместимость (интероперабельность) медицинских информационных систем; разработка прикладных информационных средств Системы на основе модели «программное обеспечение как услуга» (SaaS); обеспечение защиты персональных данных (с использованием электронной подписи и универсальной электронной карты гражданина РФ); единая технологическая политика с применением международных стандартов, включая HL7, DICOM и др.

В Концепции создания информационной системы в здравоохранении сформулированы функции Системы для информационно-техно-

логической поддержки деятельности всех органов управления в сфере здравоохранения, органов исполнительной власти.

Основные функции Системы для информационно-технологической поддержки деятельности органов управления в сфере здравоохранения, фондов ОМС и страховых медицинских организаций:

- анализ реальной себестоимости оказанной медицинской помощи в субъектах РФ, ее сравнение в динамике со стоимостью медицинских услуг, сравнительный анализ показателей здоровья населения в регионах, оценка качества работы учреждений здравоохранения, прогнозирование развития здравоохранения;
- мониторинг оснащенности медицинских организаций материально-техническими ресурсами, оптимизация закупок расходных материалов и комплектующих, загруженности высокотехнологичного медицинского оборудования;
- мониторинг кадрового обеспечения и кадровых потребностей, планирование объемов и структуры подготовки, переподготовки и повышения квалификации медицинских и фармацевтических кадров, увязка уровня их заработной платы с качеством и объемом оказываемой медицинской помощи;
- анализ влияния принимаемых управленческих решений на обеспеченность отрасли ресурсами, обеспечение гарантий предоставления медицинских услуг в соответствии со стандартами качества.

Основные функции Системы для информационно-технологической поддержки деятельности органов исполнительной власти и местного самоуправления:

- прогнозирование потребности в медицинской помощи по различным нозологическим формам, группам населения, территориальным и другим признакам, планирование профилактики, планирование расходов на оказание медицинской помощи требуемого качества и объема;
- оценка эффективности расходования средств и контроль за оказанием медицинских услуг и оборотом лекарственных препаратов по выписанным рецептам с учетом медицинских и медико-экономических стандартов, перечней лекарственного обеспечения отдельных категорий граждан, себестоимости оказанной медицинской и лекарственной помощи в субъектах РФ и величины ее отклонения от стоимости данных услуг;
- мониторинг выполнения государственного и муниципального заказа на поставку лекарственных средств и изделий медицинского назначения.

В рамках создания Системы предусмотрено создание федерального центра обработки данных, федеральных прикладных систем либо централизованных на федеральном уровне компонентов, обеспечивающих интеграцию региональных информационных систем и систем МО, набора требований к прикладным компонентам Системы, к медицинским информационным системам, к условиям информационного обмена для интеграции медицинских информационных систем всех уровней между собой.

На уровне МО (с учетом опыта уже эксплуатируемых информационных систем) автоматизации подлежат функции:

- ведения листов ожиданий и записи на прием, ведения ЭМК пациента, поддержки принятия врачебных решений;
- обеспечения информационного взаимодействия между различными медицинскими организациями в рамках оказания медицинской помощи;
- управления административно-хозяйственной деятельностью медицинской организации.

Для обеспечения долговременного хранения медицинских изображений могут создаваться централизованные цифровые архивы, обслуживающие несколько медицинских организаций. Цифровые архивы и программное обеспечение медицинской аппаратуры и лабораторных комплексов должны интегрироваться с АИС медицинской организации.

В Концепции подчеркивается обеспечение силами аптечных и фармацевтических организаций автоматизации функций предоставления, контроля и учета оборота лекарственных средств по выписанным рецептам с возможностью анализа данной деятельности и формирования отчетности.

Общая архитектура Системы состоит из сегмента централизованных общесистемных компонентов и сегмента прикладных компонентов. Сегмент централизованных общесистемных компонентов состоит из общесистемного и платформенного программного обеспечения, хранилищ данных, общесистемных сервисов, системы защиты данных. Сегмент прикладных компонентов включает уже существующие и вновь создаваемые прикладные информационные системы органов и организаций системы здравоохранения.

По автоматизируемым функциям прикладные информационные системы подразделяются создателями Концепции на транзакционные, управленческие и справочные.

**Транзакционные системы** обеспечивают формирование первичной информации о деятельности медицинских и фармацевтических организаций, автоматизацию информационного обмена.

К *транзакционным федеральным* системам относят системы: ведения расписания приемов специалистов, проведения консультаций, в том числе телемедицинских, электронной записи на прием к врачу; обеспечения направлений на проведение диагностических исследований, консультаций, экспертиз; учета финансово-хозяйственной деятельности МО, в том числе взаимодействия со страховыми медицинскими организациями в части формирования и оплаты счетов за медицинскую помощь, кадрового учета.

К *транзакционным региональным* системам относят: медицинские информационные системы МО; системы выдачи и обслуживания льготных рецептов, рецептов на контролируемые лекарственные средства; системы удаленного мониторинга состояния здоровья категорий пациентов; системы архивного хранения медицинских изображений.

**Управленческие системы** обеспечивают информационную поддержку функций органов управления и ОМС. К *управленческим федеральным* системам относят: паспорт медицинской организации; регистр врачей и медицинского персонала; регистр медицинского оборудования и медицинской техники; систему мониторинга реализации программ в здравоохранении; систему ведения интегрированной электронной медицинской карты, создаваемых на ее основе специализированных регистров по отдельным нозологиям и категориям граждан, в том числе персонифицированного учета медицинской помощи и лекарственного обеспечения; аналитические системы, системы контроля и поддержки принятия управленческих решений.

**Справочные системы** обеспечивают информационную поддержку как медицинского персонала, студентов профильных учебных заведений, так и населения. К *справочным федеральным* системам относят: федеральную электронную медицинскую библиотеку; библиотеку экспертных медицинских систем; электронные образовательные курсы, программы дистанционного обучения и повышения квалификации в области здравоохранения; системы группового профессионального общения; средства обеспечения доступа к первичным данным, необходимым для проведения научных исследований в сфере здравоохранения; средства информирования граждан о деятельности системы здравоохранения.

Министерство здравоохранения Российской Федерации или уполномоченная им организация осуществляет проектирование, разработку и эксплуатацию федеральных прикладных систем, а также разработку функциональных требований к региональным прикладным системам, средств информационного обмена для обеспечения их интеграции с федеральными прикладными системами.

Органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации в сфере здравоохранения обеспечивается проектирование, разработка и эксплуатация региональных прикладных систем, их интеграция с федеральными системами и сервисами, обеспечивающими взаимодействие систем, разрабатываемых и эксплуатируемых в регионах.

Основным элементом инфраструктуры Системы является федеральный центр обработки данных (ЦОД) Минздрава РФ. Для обеспечения надежности и доступности информационно-технических сервисов федеральный ЦОД должен располагаться на нескольких территориально удаленных площадках. Техническая архитектура федерального ЦОД должна быть гибкой, обеспеченной инвариантностью инфраструктуры для выполнения различных задач. Должна быть возможность внедрения единой централизованной системы управления сетью и сетевой безопасностью.

Федеральный ЦОД должен отвечать требованиям инфраструктуры уровня не менее Tier 3, определяемым международным стандартом ТИА-ЕТА-942 «Телекоммуникационная инфраструктура центров обработки данных». Федеральный ЦОД должен базироваться на основе трех удаленных друг от друга площадок (основной ЦОД, ЦОД «горячего» резерва, ЦОД «холодного» резерва).

На инфраструктуре федерального ЦОД размещаются: федеральные прикладные компоненты Системы; компоненты, обеспечивающие интеграцию региональных и учрежденческих прикладных систем в здравоохранении, интеграцию с инфраструктурой «Электронного правительства»; централизованные общесистемные компоненты единого информационного пространства в здравоохранении. На федеральном ЦОД также размещаются региональные компоненты системы по модели «инфраструктура как сервис» (IaaS).

Доступ пользователей к прикладным компонентам Системы осуществляется через тонкий клиент либо через централизованно распространяемое приложение. Федеральные и региональные приложения в составе Системы взаимодействуют между собой через централизованные общесистемные компоненты единого информационного про-

странства. Межведомственное информационное взаимодействие, а также предоставление государственных услуг в электронном виде осуществляется через инфраструктуру «Электронного правительства».

Для обеспечения создания Системы предусматривается реализация нормативных, информационно-технологических, методических и организационных мер.

Должны быть регламентированы вопросы: автоматизированной обработки персональных данных пациентов; ведения первичной юридически значимой медицинской документации и медицинских архивов в электронном виде; перехода к электронному документообороту в здравоохранении с исключением необходимости дублирования документов на бумажных носителях; обеспечения равнозначности электронного и бумажного документооборота в учреждениях здравоохранения; использования электронной подписи в здравоохранении; обеспечения информационной безопасности при использовании электронных медицинских документов. Должны быть нормативно определены и закреплены статус и механизм проведения телемедицинских консультаций и консилиумов.

Разработка Системы требует решения методологических вопросов, связанных с расчетом полной стоимости медицинской услуги, прогнозирования необходимого объема и стоимости медицинской помощи и лекарственного обеспечения, кадровых потребностей.

В специальной программе Минздрава РФ предусматриваются меры по стимулированию медицинских и фармацевтических работников к использованию информационных технологий в их деятельности. Предполагается разработка отдельной программы, содержащей меры популяризации создаваемых медицинских и фармацевтических ресурсов в сети Интернет среди населения, а также электронного взаимодействия с МО и медицинским персоналом.

Концепция предусматривает разработку Системы в два этапа. Первый этап — «Базовая информатизация», предполагает разработку региональных программ информатизации, согласованных с идеологией Концепции, создание стандартов медицинской помощи, информационного обмена, требований к МИС, прикладным компонентам, интеграции; разработку проектно-конструкторской документации на Систему; начало создания ЦОД; обеспечение медицинских учреждений компьютерной техникой, сетевым оборудованием, средствами информационной безопасности, подключением к Интернет; создание базового пакета нормативного правового и методического обеспече-

ния; разработку программ стимулирования и обучения медицинских и фармацевтических работников использованию информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности. Второй этап предполагает продолжение работ по всем основным направлениям информатизации здравоохранения.

### 23.3. «ОБЛАЧНЫЕ» ВЫЧИСЛЕНИЯ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

«Облачными» вычислениями называются технологии обработки информации, в рамках которых компьютерные ресурсы предоставляются пользователям как интернет-сервис. Среди наиболее распространенных «облачных» технологий можно выделить:

- 1) IaaS (Infrastructure as a Service — предоставление инфраструктуры как услуги) — виртуализация серверных мощностей — покупка серверного времени, дискового пространства и т.д. — на одном физическом сервере разворачивается несколько виртуальных серверов, это ведет к повышению эффективности использования дорогостоящего серверного оборудования;
- 2) PaaS (Platform as a service — предоставление платформы как услуги) — для разработки и внедрения предоставляются СУБД, сервера приложений и т.д., не нужно покупать техническое и программное обеспечение, не нужна предварительная подготовка к работе — повышение эффективности работы за счет снижения затрат;
- 3) SaaS (Software as a service — предоставление программного приложения как услуги) — поставщик разрабатывает и поддерживает программное обеспечение, оно доступно пользователям через Интернет, оплачивается аренда программного обеспечения — экономия средств на закупку техники и программные средства, создается только инфраструктура для пользователей и каналы связи.

При обращении к технологии «облачных» вычислений указывают на ряд преимуществ по сравнению с распространенными в настоящее время технологиями. Среди них снижение затрат на технику, оптимизация работы серверного оборудования, удешевление инфраструктуры, стандартизация конфигураций и повышение безопасности вследствие централизации, оптимизация работы персонала.

Однако в многочисленных публикациях как западные, так и отечественные разработчики информационных систем, в том числе ме-

дицинских, отмечают, что проблем с «облачными» вычислениями не меньше, чем достоинств. Среди них: 1) постановочные — пока до конца не проявлен круг задач, которые следует решать «в облаках»; 2) защиты информации — открытые каналы связи при передаче медицинских данных недопустимы; 3) пропускной способности каналов — специалисты указывают, что именно эта проблема может стать «ахиллесовой пятой» технологий «облачных» вычислений (это не учитывая необходимости также резервных каналов связи).

Кроме того, сомнения высказываются по поводу сохранности информации (сейчас это проблема одной МО, а в случае «облаков» — многих МО или целого региона); «привязанности» заказчика к поставщику решения и даже экономической эффективности. Представляется, что уровень успешности «облачных» проектов будет определяться тем, для каких задач и кто конкретно (имеются в виду как организации, так и специалисты) будет воплощать их в жизнь.

В зависимости от модели внедрения «облака» делят на *публичные* (системы групповой работы, почтовые сервисы и т.п., созданные разработчиками и провайдерами, доступ к которым осуществляется через Интернет) и *частные* (решения для задач организации или группы организаций, часто — с собственными системой хранения информации и каналами связи, а значит, с уменьшением уровня проблемы безопасности и повышением контроля доступа).

Именно частные «облака» многие отечественные разработчики считают перспективной моделью для реализации большинства проектов здравоохранения территориального уровня. Подразумевается, что в МО разворачиваются лишь рабочие места персонала и внутренняя сеть, создается выделенный канал связи от МО до «облака», основная часть «облака» с серверами, программным обеспечением и собственно медицинской информационной системой для большинства МО территории размещается на базе территориального ЦОД. Однако такой подход требует как высокоскоростных каналов для обмена «тяжелой» информацией (КТ, МРТ), так и дополнительных каналов связи на случай отказа в передаче по основному каналу.

Для медицинских информационных систем федерального уровня больше подходят публичные решения.

В целом, для информатизации здравоохранения РФ приемлемым будет решение, сочетающее в себе обе модели: как публичные, так и частные «облака», а также объединение «облачной» и «безоблачной» архитектур.

## 23.4. АКТУАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ДЕЛ ПО ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В РОССИИ

Вследствие длительного отсутствия координации действий информационного сообщества на государственном уровне (с середины 90-х годов XX в.) современный уровень информатизации здравоохранения Российской Федерации крайне неоднороден. Не зря его характеризуют как «лоскутное одеяло» с вообще не «сшитыми» или «сшитыми» плохо «лоскутами».

Относительно хорошо обстоят дела с разработкой медико-технологических систем (аппаратно-программных комплексов), которые максимально приближены к пациенту и решают в основном задачи обработки медицинских сигналов и изображений. Среди внедряемых систем такого типа много разработок отечественных фирм. В каждой из этих систем есть свои «изюминки», и их развитие происходит в полном соответствии с законами рынка. Многие подобные системы становятся фрагментами отдельных АРМ врачей разных профилей. Иногда такие АРМ «погружаются» в отделенческую или учрежденческую систему.

Среди АИС отделений особое место принадлежит в настоящее время лабораторным и RIS/PACS-системам. Их необходимость очевидна, поэтому внедрение происходит достаточно широко. Однако в перспективе эти системы должны быть «погружены» в среду АИС МО. Поэтому для них, впрочем, как и для других систем, очень важны стандарты обмена медицинской информацией. Если в ближайшее время стандартных протоколов не будет создано, фирмы-разработчики информационно-технологических систем будут вынуждены создавать столько программ-переходников, сколько у них будет внедрений, что весьма ресурсозатратно.

Разработка и внедрение МИС МО на текущий момент имеют особое значение для информатизации здравоохранения отрасли. Именно от таких разработок реально зависит уровень информатизации собственно медицинской составляющей здравоохранения. В настоящее время это верхний уровень разработок, осуществляемых в основном крупными фирмами-разработчиками за собственные средства, т.е. относительно независимо, подчиняясь рыночным законам. Это дорогостоящие разработки, вынужденно основанные на недешевых СУБД, требующие постоянной ресурсной подпитки, развития и профессионального сопровождения.

Доказано, что внедрение таких систем окупается, правда, не менее чем за 5 лет. Грамотный выбор, адаптация, сопровождение такой системы — это благо для МО, реальный переход его деятельности на принципиально новый уровень, отличный от настоящего в лучшую сторону. Однако и цена ошибки здесь высока. «Поменять» МИС МО крайне не просто.

В стране есть разработки МИС МО на уровне мировых стандартов, поддерживающие деятельность всех участников лечебно-диагностического процесса, обеспечивающие современный уровень интеграции оборудования, хранения информации (в том числе ресурсоемких изображений), поддержку деятельности не только главного, но и рядового врача на уровне написания стандартизированной медицинской документации и аналитической помощи в принятии решений.

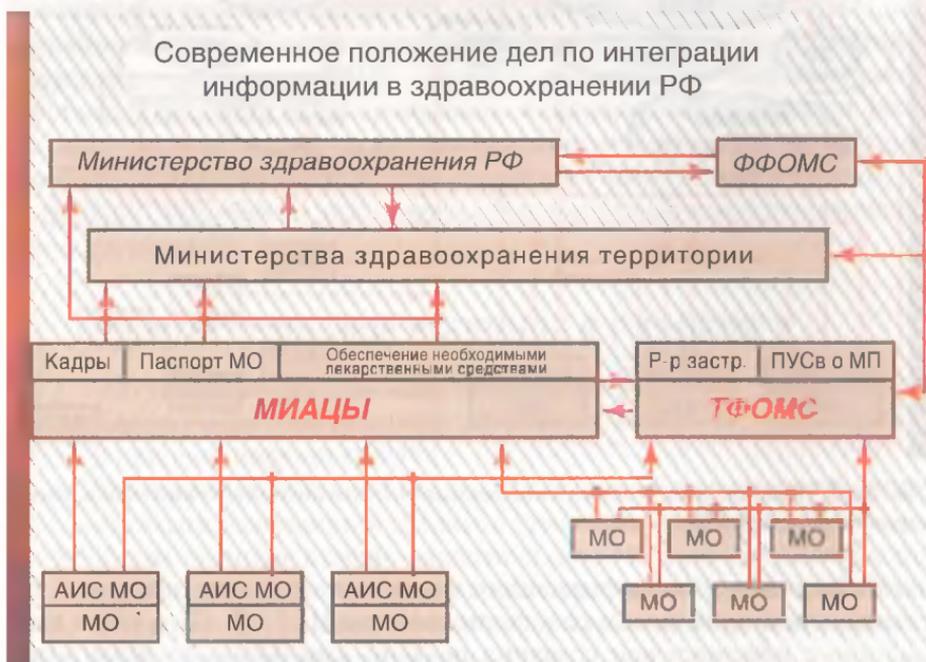
Медицинская информационная система территориального уровня призвана обеспечивать информационную поддержку лиц, принимающих решения, по проблемам стратегического, тактического, оперативного управления; формировать статистическую отчетность; поддерживать планирование дальнейшего развития территориального здравоохранения. В преобладающем большинстве регионов РФ в данный момент работает множество никак не связанных МИС территориального уровня: ОМС, социально-гигиенического мониторинга, оценки здоровья населения на основе медико-статистической информации и др.

Среди действующих МИС федерального уровня следует выделить регистры по направлениям — системы с полицейским учетом пациентов в МО, интеграцией информации на территориальном, а затем — на федеральном уровне. Среди работающих регистров (см. гл. 22) — регистры заболеваний сахарным диабетом, врожденных пороков развития, онкологический и др.

Широко упоминающиеся в настоящее время «сервисы» и в первую очередь электронная регистратура — это, конечно, шаг вперед, но он станет реально существенным для здравоохранения только при интеграции с полномасштабными МИС.

На рис. 23.1 приведена актуальная схема информационного взаимодействия учреждений здравоохранения в РФ. Демонстрируется «типичное» положение дел с наличием на базе нескольких крупных МО территории АИС учрежденческого уровня и преобладающего большинства МО с минимальным уровнем автоматизации; с действующим МИАЦем, который осуществляет мониторинг состояния дел на

уровне территории по медицинским кадрам, паспортам МО, обеспечению населения необходимыми лекарственными средствами посредством передачи в МО программных средств для ввода информации, сбора от них и интегрирования данных; с ведением на базе территориального фонда ОМС регистра сведений о застрахованных лицах, персонального учета сведений о медицинской помощи.

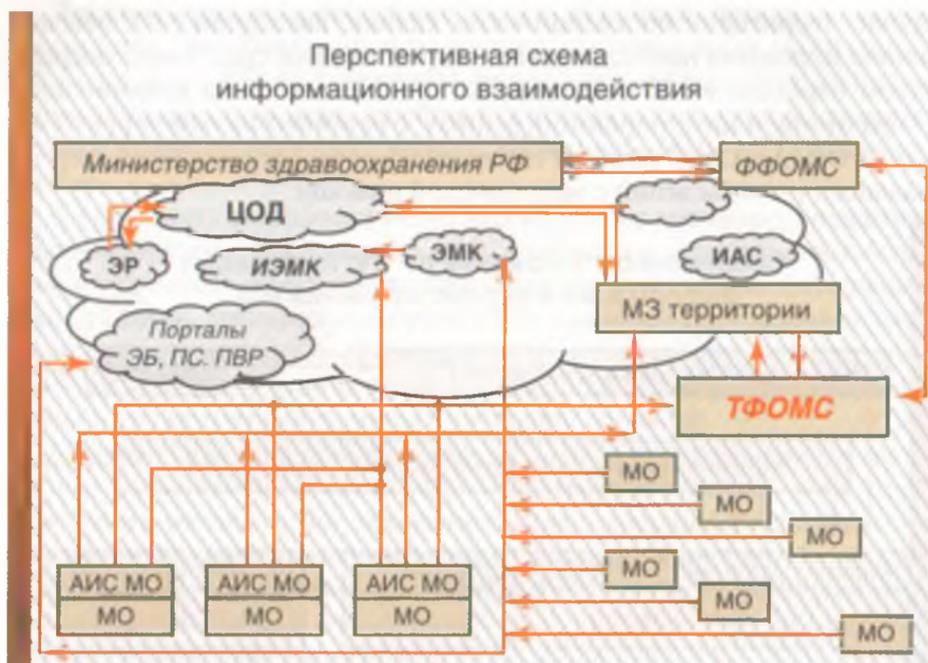


**Рис. 23.1.** Актуальная схема информационного взаимодействия учреждений здравоохранения в РФ

## 23.5. ПЕРСПЕКТИВНАЯ СХЕМА ИНФОРМАТИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИИ

Перспективная схема информационного взаимодействия учреждений здравоохранения РФ приведена на рис. 23.2.

Имеющиеся МИС МО должны быть связаны с общим хранилищем медицинских данных, располагающимся в ЦОД на федеральном и (или) территориальном ресурсе (он может физически располагаться на базе МИАЦа, на базе ТФОМСа, на базе другого учреждения); пере-



**Рис. 23.2.** Перспективная схема информационного взаимодействия учреждений здравоохранения РФ

давать медицинскую информацию, например выписные эпикризы, по стандартным протоколам (с использованием HL7 v.3, CDA r.2) в хранилище с перспективой создания реально действующего территориального (федерального) банка данных электронных медицинских карт населения. Предполагается создание одной или нескольких АИС для обслуживания небольших МО с применением «облачных» вычислений. Перспективно постепенное создание сервисов для врачей, реализующих среду профессионального общения (на рис. 23.2 — ПС), доступ к медицинской электронной библиотеке, мощной системе поддержки принятия врачебных решений.

Разработка полноценных МИС территориального и тем более федерального здравоохранения немислима без создания единого медицинского информационного пространства, объединяющего всю медико-социальную информацию, независимо от ее дальнейшего использования разными учреждениями и службами в различных целях. Это позволит получать любые необходимые срезы медико-статистиче-

ских данных на основе обработки первичной информации и исключит неоправданное дублирование данных в различных МИС.

Информатизация здравоохранения — это важнейшая, нужная, но ресурсоемкая задача. Решать ее необходимо осмысленно, объединяя чаяния, опыт и знания как всех заинтересованных лиц (управляющих здравоохранением, медицинских работников, страховщиков, работников образовательных учреждений, сотрудников социальных служб), так и специалистов в области медицинской кибернетики и информатики, ведущих разработчиков МИС страны в содружестве с мировым сообществом. При системном проведении информатизации отрасли можно надеяться не только на улучшение отчетности и объективизацию результатов деятельности на всех уровнях здравоохранения России, но и, главное, на реальное повышение качества оказываемой людям медицинской помощи.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАЗДЕЛУ 7

1. Что такое электронное здравоохранение?
2. Каковы цели электронного здравоохранения?
3. В чем суть проекта ерSOS?
4. Что является основной целью создания информационной системы в здравоохранении согласно утвержденной Концепция?
5. Какие технологические модели и архитектуры приемлемы для построения информационной системы здравоохранения РФ?
6. В чем суть актуальной схемы информационного взаимодействия учреждений здравоохранения в РФ?
7. В чем суть перспективной схемы информационного взаимодействия учреждений здравоохранения в РФ?

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Медицинская информатика как научная дисциплина является основой для разработки разнообразных прикладных средств в области охраны здоровья человека.

С использованием методов, используемых медицинской кибернетикой и информатикой, создаются и внедряются средства, упрощающие, ускоряющие и объективизирующие процесс сбора информации о пациенте, диагностики его состояния, влияющих на него факторах, принятия решений о необходимых воздействиях, реализации этих решений.

Реальностью становится возможность вовлечения пациента в процесс мониторинга состояния собственного здоровья.

Врач в настоящее время «вооружен» большим количеством специальных программных средств, обеспечивающих поддержку его деятельности на всех этапах лечебно-диагностического процесса, включая ведение электронной медицинской карты, применение многообразных справочных систем, ведение базы данных пациентов, использование средств поддержки принятия врачебных решений при наличии доступа к ним в медицинской организации.

Около 20% медицинских организаций России оснащены медицинскими информационными системами учрежденческого уровня. Эти мощные, поддерживающие все основные функции медицинской организации системы обеспечивают работоспособность сотен рабочих мест персонала учреждения. На уровне подсистем они включают в себя отделенческие системы, в том числе связанные с использованием сложной медицинской техники — лабораторные, радиологические, реанимации и интенсивной терапии.

Широкое внедрение информационных технологий в учреждениях управления здравоохранением на разных уровнях уже обеспечивает мониторинг здоровья населения (точнее — его отдельных контингентов) и оценку качества оказываемой медицинской помощи; повышение эффективности использования ресурсов и поддержку принятия долгосрочных управленческих решений.

В информатизации здравоохранения используются современные технологии, включая телемедицинские и mHealth. Получило развитие направление, связанное с дистанционным контролем состояния пациента на дому. Специализированная консультативная помощь на основе применения телемедицинских технологий уже не является эксклюзивной.

Процесс информатизации здравоохранения в новейшей истории (с 2008 г.) начал осуществляться по всей стране. Наряду с бесспорными достижениями — реальная компьютеризация, начало решения нескольких наиболее простых задач — он сделал более выпуклыми проблемы, без решения которых успешная информатизация здравоохранения невозможна. Это в первую очередь разработка структуры электронной медицинской карты и медицинских словарей для кодирования каждого ее поля, а во вторую, — создание протоколов обмена информацией, без чего невозможно существование единого информационного пространства отрасли.

С учетом того, что кроме базовой части ЭМК необходимо разрабатывать и специфические модули — для каждого медицинского профиля по отдельности, — грандиозность задачи впечатляет. Такая задача должна решаться очень продуманно и последовательно. Начинать следует с небольших и бесспорных для внедрения медицинских документов.

Однако перспективы системно проводимой информатизации здравоохранения переоценить невозможно.

Медицинская информатика «прорастет» всю систему здравоохранения и приведет к возможностям:

- лечить пациента, имея всю информацию обо всех имевшихся эпизодах отклонений в состоянии его здоровья и оказанной медицинской помощи;
- консультировать его на любом уровне дистанционно;
- анализировать медицинскую информацию по сколь угодно большим массивам, получая новые клиничко-научные данные, и многим другим.

Можно заключить, что медицинская информатика в будущем приведет к реинжинирингу самой системы охраны здоровья для повышения качества оказываемой людям медицинской помощи.

# ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

**Автоматизированная информационная система медицинского учреждения** — интегрированный комплекс информационных систем (подсистем), обеспечивающих все многообразные потребности деятельности учреждения.

**Автоматизированное рабочее место** — программно-технический комплекс, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида.

**Авторизация** — процесс проверки некоторых обязательных параметров пользователя, например электронной подписи, и при успешности проверки предоставление ему определенных полномочий (прав доступа) на выполнение разрешенных ему действий в системах с ограниченным доступом.

**Атрибутивный риск, или атрибутивный эффект (Attributable Risk)**, — доля заболеваний в исследуемой группе больных, причиной которых послужило только вредное воздействие фактора.

**Аутентификация** — процедура проверки соответствия субъекта с помощью некой уникальной информации (кода или биологических параметров).

**Видеоконсультация** — совместное дистанционное обсуждение лечебно-диагностических вопросов рядом врачей, обычно реализуемое в режиме многоточечной видеоконсультации.

**Видеоконференция** — двусторонний или многосторонний (многоточечный) интерактивный обмен аудиовизуальной информацией на расстоянии в режиме реального времени с использованием аппаратно-программных и телекоммуникационных средств.

**Географические информационные (геоинформационные) системы** — системы визуального представления географически или координатно привязанной проблемно-ориентированной информации. Программное обеспечение географической информационной системы предназначено для создания, обработки, наглядной демонстрации и анализа различных типов пространственно распределенных данных.

**Доказательная медицина, или, точнее, медицина, основанная на доказательствах или фактах (Evidence-based medicine)**, — совокупность

методологических подходов к проведению клинических исследований, оценке и применению их результатов, опирающаяся на аргументы (аргументированные факты), извлеченные из клинических данных.

**Единая государственная информационная система здравоохранения** — метасистема, представляющая собой общероссийскую информационную медицинскую систему.

**Единая федеральная информационная медицинская система** — это фактически комплекс федеральных информационных медицинских систем различных профилей (клинического, лекарственного, социально-гигиенического, экологического, организационного, финансово-экономического, кадрового, материально-технического), подчиненных различным ведомствам и фондам, но обменивающихся необходимой информацией (или обеспечивающих санкционированный доступ к необходимым данным) на основе согласованных протоколов.

**Знания** — закономерности предметной области (принципы, связи, законы), полученные в результате теоретических исследований, практической деятельности и профессионального опыта, позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области.

**Идентификация** — процесс сообщения субъектом своего имени или номера с целью получения определенных полномочий (прав доступа) на выполнение некоторых (разрешенных ему) действий в системах с ограниченным доступом.

**Интегрированная электронная медицинская карта** — совокупность определенных фрагментов персональных ЭМК.

**Интеллектуальные гибридные системы** — широкий класс систем, не только использующих моделирование человеческого мышления, но и включающих в себя человеко-машинные комплексы и модели, а также прецеденты, представляющие собой редкие заболевания.

**Интеллектуальные медицинские системы** — различного типа системы, опирающиеся на анализ знаний, полученных из литературы, при работе с высококвалифицированными специалистами и из данных историй болезней, подвергнутых последующему формальному и содержательному исследованию.

**Интеллектуальный анализ данных** — выявление и извлечение закономерностей из базы фактов (данных).

**Интернет** — всемирная система, объединяющая компьютерные сети (глобальная сеть, состоящая из множества сайтов, на которых хранятся разнообразные сведения).

**Интернет-медицина** — получение так называемого второго мнения («second opinion») от любого врача при размещении вопроса и медицинской информации на специализированном форуме.

**Интероперабельность** (от англ. *interoperability*) — способность к взаимодействию между независимыми информационными системами.

**Информатизация лечебно-диагностического процесса** — совокупность мероприятий, обеспечивающих медицинских работников информационными коммуникационно-компьютерными средствами и результатами их применения в практике.

**Информатика** — научная дисциплина, изучающая вопросы, связанные с поиском, сбором, хранением, преобразованием и использованием информации в различных сферах человеческой деятельности.

**Информационная безопасность** — 1) комплекс организационно-технических мероприятий, обеспечивающих целостность данных и конфиденциальность информации в сочетании с ее доступностью для всех авторизованных пользователей; 2) показатель, отражающий статус защищенности информационной системы.

**Информационно-аналитическая система** — система, обеспечивающая, наряду с процессами сбора, накопления, хранения, поиска и статистической обработки информации, также формально-содержательный анализ данных на основе построения моделей, необходимых для оценки состояния и планирования развития службы.

**Информационно-аналитическая система Минздрава России** — система, предназначенная для автоматизации процессов сбора и анализа данных в сфере здравоохранения с использованием современных информационных технологий обработки с целью обеспечения информационно-аналитической поддержки принятия решений.

**Информационно-технологические системы** — объединение автономных или связанных подсистем, построенных на основе модульного принципа, отвечающего последовательности лечебно-диагностического процесса.

**Информационные медицинские системы** — совокупность информационных, организационных, программных и технических средств, предназначенных для автоматизации медицинских процессов и (или) организаций.

**Искусственный интеллект** — область компьютерной науки, занимающаяся моделированием определенных аспектов человеческого способа приобретения и использования знаний, или имитация некоторых аспектов мыслительной деятельности человека.

**Кибербезопасность** (сетевая безопасность) — предотвращение внешних атак (хакерских и др.).

**Кибернетика** — наука об управлении в сложных динамических системах.

**Кластеризация** — группировка объектов (наблюдений) на основе данных, описывающих их свойства.

**Когнитолог** (инженер по знаниям) — субъект, помогающий эксперту выявить и структурировать знания, определяющий форму их формального представления.

**Компартментальная модель** — совокупность компартментов, т.е. некоторого количества вещества, выделяемого в биологической системе и обладающего свойством единства, потоков вещества между ними, а также источников и оттоков всех веществ.

**Корпоративная сеть передачи данных** — телекоммуникационная сеть, объединяющая в единое информационное пространство все структурные подразделения организации, которые могут находиться на значительном удалении друг от друга: в разных частях города, в различных городах и странах.

**Коэффициент заболеваемости** (*Incidence proportion*) — определение числа новых случаев болезни, возникших за определенное время.

**Коэффициент распространенности** (*Prevalence proportion*) — доля больных в популяции; вычисляется как отношение числа больных к общему размеру популяции.

**Лабораторная информационная система** — совокупность информационного и программного обеспечения, технических и аппаратных средств, а также организационных решений, предназначенная для автоматизации технологических процессов медицинской лаборатории.

**Лечебно-диагностический процесс** (включая оздоровительно-профилактический) — процесс управления состоянием пациента с целью его улучшения.

**Локальная вычислительная сеть** — сеть, обеспечивающая взаимодействие между компьютерами и сервером в МО или группе МО.

**Математическая модель** — описание какого-либо класса объектов или явлений, выполненное с помощью математических подходов.

**Медико-технологические системы** — автоматизированные системы, обеспечивающие обработку и анализ информации для поддержки медицинских технологических процессов и принятия решений.

**Медицинская информация** — в широком смысле этого словосочетания — любая информация, относящаяся к медицине.

**Медицинская информатика** — наука о получении, обработке и передаче медицинской информации на основе использования информационно-коммуникационных технологий.

**Медицинская карта стационарного больного (История болезни), или Медицинская карта амбулаторного больного (Амбулаторная карта)** — первичные медицинские документы, в которых отражается вся информация о пациенте, связанная с пренатальным процессом, рождением, развитием, ростом, данными профилактических осмотров (диспансеризация) и лечебно-диагностическим процессом при острых и хронических заболеваниях, причиной смерти (в конкретной МО).

**Медицинская кибернетика** — наука об управлении в сложных динамических медицинских системах.

**Метод черного ящика** — модель, в которой все выводы делаются только на основе изучения реакций объекта (выходов) на те или иные внешние воздействия (входы) без учета внутренней структуры объекта.

**Методы пространства состояний** — модели, в которых описание дается в понятиях вход—состояние—выход.

**Моделирование** — процесс построения, изучения и применения моделей.

**Модель** — это такой материальный или мысленно представляемый объект, который в процессе исследования замещает реальный объект (объект-оригинал) так, что его непосредственное изучение дает новые знания об объекте-оригинале.

**Мониторинг здоровья населения** — система оперативного слежения за состоянием и изменением здоровья населения, основанная на механизме получения информации для углубленной оценки и прогноза здоровья населения за различные временные интервалы на определенной территории.

**Нормативно-справочная информация** — информация, заимствованная из нормативных документов и справочников, используемая при функционировании информационных систем.

**«Облачные» вычисления** — технологии обработки информации, в рамках которых компьютерные ресурсы предоставляются пользователям как интернет-сервис.

**Оперативный уровень управления** — решение многократно повторяющихся задач и быстрое реагирование на изменения входной текущей информации.

**Организационная защита данных** — регламентация производственной деятельности и взаимоотношений исполнителей и пользователей

на нормативно-правовой основе, цель которых — исключение или существенное затруднение неправомерного использования конфиденциальной информации и предотвращение внутренних и внешних угроз.

**Относительный риск** (относительный эффект) — отношение значений соответствующих показателей заболеваемости в исследуемой и контрольной группах, т.е. мера влияния фактора риска.

**Оценка риска** — качественная или количественная оценка вероятности воздействия вредных эффектов, которые могут быть результатом воздействия конкретного вредного фактора.

**Паспорт МО** — система для учета материально-технического оснащения медицинских учреждений.

**Персональные медицинские записи** — записи, сделанные конкретным медицинским работником в отношении конкретного пациента.

**Персоноцентрированный подход** — объединение записей о состоянии здоровья пациента независимо от места его наблюдения и лечения.

**Правовое обеспечение** — совокупность правовых норм, регламентирующих правоотношения при создании, внедрении и эксплуатации информационных систем.

**Процесс** — обязательная последовательность некоторых действий и событий, которые могут быть распределены во времени и пространстве.

**Регистр госпитальный** — система, обеспечивающая регистрацию случаев, диагностированных и пролеченных в одном медицинском учреждении.

**Регистр популяционный** — система, аккумулирующая информацию обо всех случаях (распространенности) заболеваний в определенной популяции (на всей площади административной территории).

**Регистры** — специализированные информационные системы по направлениям медицины, обеспечивающие поддержку электронного документооборота персональных данных в проблемно-ориентированных областях медицинской деятельности, включающие аналитические функции.

**Реестры** — унифицированные перечни информации, своего рода электронные картотеки.

**Семантическая сеть** — информационная модель предметной области, имеющая вид ориентированного графа, вершины которого соответствуют объектам предметной области, а дуги (ребра) задают отношения между ними.

**Сети передачи данных** — коммуникационная среда, состоящая из каналов передачи данных различных типов, коммутаторов, маршру-

тизаторов и других устройств, что обеспечивает автоматический обмен данными между компьютерами различных типов, работающими под управлением соответствующего программного обеспечения (операционных систем).

**Система** — совокупность взаимозависимых и взаимообусловленных элементов, обладающая свойствами, не присущими каждому элементу в отдельности.

**Специфичность** — доля пациентов с недиагностированным заболеванием (с помощью правила) среди пациентов без данного заболевания в выборке, т.е. отношение числа истинно отрицательных результатов к общему числу случаев с отсутствием заболевания. Характеризует способность решающего правила выявить отсутствие болезни.

**Стандарт** — документ, в котором в целях многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации, выполнения работ или оказания услуг.

**Стандарт «Архитектура клинических документов» (HL7 CDA)** — стандарт для создания и обеспечения обмена любым документом, классифицированным как клинический документ.

**Стратегический уровень** — выработка управленческих решений, направленных на достижение долгосрочных целей.

**Тактический уровень управления** — решение задач, требующих предварительного анализа информации, подготовленной на оперативном уровне.

**Телемедицина** — метод предоставления услуг по медицинскому обслуживанию там, где расстояние является критическим фактором, с использованием информационно-коммуникационных технологий после дистанционного получения информации, необходимой для диагностики, лечения или профилактики заболевания.

**Телемониторинг** — вариант теленаблюдения за пациентами, предполагающий профилактический и постгоспитальный контроль физиологических показателей пациентов.

**Телеобучение (телеобразование)** — динамический процесс, основными принципами которого являются: обучение в течение всей жизни, интерактивное обучение, обучение «без границ», непрерывное профессиональное обучение с использованием телемедицинских и интернет-технологий.

**Телепатология** — дистанционная оценка микроскопических препаратов (гистологических, цитологических), пересланных по электронной почте или наблюдаемых в режиме *online* на экране компьютера.

**Телепомощь** (*telecare*) — домашняя или персональная телемедицина с использованием видеоконференцсвязи, ориентированная на оказание помощи в таких ситуациях, когда рядом с пациентом нет медицинских работников.

**Телеприсутствие** — обеспечение полного дистанционного участия консультанта в лечебно-диагностическом процессе путем использования роботизированных комплексов и (или) высокоскоростных телекоммуникационно-компьютерных средств.

**Телерадиология** — передача радиологических (растровых) изображений (УЗИ, РКТ, МРТ и др.) в электронной форме с целью их интерпретации и (или) консультации.

**Территориальная информационная медицинская система** — интегрированная система сбора, обработки, передачи и хранения данных о состоянии здоровья населения, окружающей среды, материально-технической базе и экономических аспектах функционирования службы здравоохранения региона.

**Управление** — процесс изменения организации системы (ее структуры и функций) путем переработки информации в управляющий сигнал для достижения определенной цели.

**Федеральная информационная медицинская система здравоохранения** — интегрированная система сбора, обработки и хранения данных о состоянии здоровья населения, состоянии окружающей природной среды, материально-технической базы и об экономических аспектах функционирования отрасли здравоохранения страны.

**Чувствительность** — доля пациентов с диагностированным (с помощью правила) заболеванием среди всех пациентов с данным заболеванием в выборке, т.е. отношение числа истинно положительных результатов к числу случаев с наличием заболевания. Характеризует способность решающего правила выявить болезнь.

**Экспертные системы** — программные комплексы, аккумулирующие знания специалистов в конкретных предметных областях и имитирующие построенную на их основе логику для решения определенной задачи.

**Электронная медицинская карта** и ее разновидность в виде электронной истории болезни — медицинская информационная система, обеспечивающая автоматизацию ведения и формирования медицинской

документации, оперативный обмен информацией между участниками лечебно-диагностического процесса и поддержку их деятельности.

**Электронная персональная медицинская запись** — электронный аналог привычной записи в бумажной амбулаторной карте или истории болезни, являющейся ядром информационной медицинской системы ЭМК (ЭИБ).

**Электронная подпись** — специфический «цифровой код», интегрированный с полным содержанием электронного документа, включая все прикрепленные файлы и все элементы формализованных данных.

**Электронная регистратура** — система записи на прием к врачу через федеральный сервис.

**Электронное здравоохранение (e-Health)** — информационная поддержка всех задач здравоохранения на основе персонифицированного подхода и оперативного доступа к медико-статистическим данным.

**Эпидемиология** — наука о распространении относящихся к здоровью человека состояний (включая хронические заболевания) и факторов (событий), влияющих на состояние здоровья или являющихся потенциальной основой для развития заболеваний.

**Data Mining** — процесс обнаружения в исходных данных, ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений.

**DICOM** — стандарт создания, визуализации, хранения и передачи растровых медицинских изображений, полученных с помощью методов лучевой диагностики (радиология, эндоскопия, ультразвуковые исследования) и документов обследованных пациентов.

**European patients Smart Open Services (epSOS)** — трансграничный европейский проект электронного взаимодействия в здравоохранении, нацеленный на улучшение лечения граждан, находящихся за рубежом, посредством предоставления необходимых данных о пациенте медицинским работникам.

**Health Level Seven (HL7)** — организация, регламентирующая разработку международных стандартов в области медицинской информатики и interoperability.

**Logical Observation Identifier Names and Codes (LOINC)** — «Логические идентификаторы наблюдений: названия и коды» — классификатор лабораторных и клинических терминов.

**OLAP (On-Line Analytical Processing)** — технология, обеспечивающая оперативное выполнение как стандартных, так и заранее нерегламентированных запросов.

**Picture Archiving and Communication System** — система архивации и передачи изображений.

**SNOMED CT** — международная стандартизированная клиническая терминология.

**Web-браузер** — программа-клиент, предоставляющая пользователю возможности навигации и просмотра web-ресурсов, скачивания файлов и др.

**Web-сайт** — совокупность web-страниц с повторяющимся дизайном, объединенных по смыслу, навигационно и физически находящихся на одном web-сервере.

**Wi-Fi (Wireless-Fidelity)** — общее название стандартного оборудования беспроводных локальных вычислительных сетей.

## ЛИТЕРАТУРА

- Венедиктов Д.Д.* Очерки системной теории и стратегии здравоохранения. — М., 2008.
- Гасников В.К.* Методологические и информационно-аналитические проблемы управления здоровьем и здравоохранением. — Ижевск, 2011.
- Гулиева И.Ф., Рюмина Е.В., Гулиев Я.И.* Вопросы эффективности информационных технологий в медицине // *Врач и информационные технологии.* — 2011. — № 5. — С. 6–18.
- Гусев А.В.* Перспективы облачных вычислений и информатизация учреждений здравоохранения // *Врач и информационные технологии.* — 2011. — № 2. — С. 6–17.
- Гусев А.В.* Рынок медицинских информационных систем: обзор, изменения, тренды // *Врач и информационные технологии.* — 2012. — № 3. — С. 4–15.
- Зарубина Т.В.* Международные стандарты — основы электронного здравоохранения // *Документальная электросвязь.* — 2013. — № 23.
- Зарубина Т.В., Пашкина Е.С.* Перспективы использования систематизированной номенклатуры медицинских терминов (SNOMEDCT) в России // *Врач и информационные технологии.* — 2012. — № 4. — С. 6–14.
- Иванов И.И.* SEO: поисковая оптимизация от А до Я: электронное издание. — 2010. [http://www.seobuilding.ru/seo-forum/seo\\_kompanii\\_veb\\_studii/poleznye\\_statii\\_po\\_poiskovoi\\_optimizacii\\_seo](http://www.seobuilding.ru/seo-forum/seo_kompanii_veb_studii/poleznye_statii_po_poiskovoi_optimizacii_seo)
- Кобринский Б.А.* Автоматизированные регистры медицинского назначения: теория и практика применения. — М.: ИД «Менеджер здравоохранения», 2011.
- Кобринский Б.А.* Электронное здравоохранение — синтез медицины и информационно-коммуникационных технологий // *Документальная электросвязь.* — 2011. — № 21. — С. 38–39.
- Концепция создания информационной системы в здравоохранении. Утверждена министром здравоохранения и социального развития Российской Федерации. Приказ № 364 от 28 апреля 2011 г.
- Кропоткин А.В., Прокди Р.Г.* Excel 2010. Работа с электронными таблицами и вычислениями. — М.: Наука и техника, 2010.

- Кудрина В.Г.* Медицинская информатика: учебное пособие. — М., 1999.
- Кузин А.А.* Компьютерные сети: учебное пособие. — М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2011.
- Культин Н.Б., Цой Л.Б.* Microsoft Excel 2010. Самое необходимое. — М.: БХВ-Петербург, 2010.
- Левин А.* Excel — это очень просто! — М.: Питер, 2011.
- Медицинская информатика: учебник для студентов высших учебных заведений. — 4-е изд. / Б.А. Кобринский, Т.В. Зарубина. — М.: Академия, 2013.
- Наследов А.Д.* SPSS: компьютерный анализ данных в психологии и социальных науках. — СПб.: Питер, 2005.
- Пахомов И.В., Прокди Р.Г.* Создание презентаций в PowerPoint 2010. — М.: Наука и техника, 2011.
- Программа по медицинской информатике для студентов высших учебных заведений / С.А. Гаспарян, А.Г. Устинов, В.И. Капустинская. — М., 2000.
- Сергеев А.П.* Microsoft Office 2010: самоучитель. — М.: Диалектика, 2010.
- Страницы истории информатизации здравоохранения России / С.А. Гаспарян, Е.С. Пашкина. — М., 2002.
- Федеральный закон № 152-ФЗ «О персональных данных» от 27.07.2006 г.
- Федеральный закон № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.06.2006 г.
- Федеральный закон № 326-ФЗ «Об обязательном медицинском страховании в Российской Федерации» от 29.11.2010 г.
- Халафян А.А.* STATISTICA 6. Статистический анализ данных. — 2-е изд. — М.: Бином, 2009.
- Чубукова И.А.* Data Mining: учебное пособие. — М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
- Word 2010. Создание и редактирование текстовых документов / П.П. Мирошниченко, А.И. Голицын, Р.Г. Прокди. — М.: Наука и техника, 2010.
- <http://www.hl7.org>
- <http://www.hl7-russia.org>
- <http://www.mednet.ru>

## ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

### А

Автоматизированное рабочее место 238, 334

Авторизация 144

Алгоритм 28

    диагностический 236

    запись 29

    оператор ввода 30

    оператор ветвления 29

    оператор вывода 30

    оператор перехода 29

    оператор присваивания 29

    операторы 29

    ранжирования 150

    свойства 28

Алгоритмы анализа

    информации 297

Анализ

    интеллектуальный 117, 120

    кластерный 118

    регрессионный 123

    семантический 119

Антецедент 308

Архивирование данных 146

    задачи 146

Ассоциация 123

Аутентификация 144, 490

### Б

База знаний 320

Безопасность антивирусная 147

    правила 148

Безопасность персональных данных 142, 143

Блок логического вывода 320

Буфер обмена 48

Бэктрекинг 311

### В

Валидация 125

Вебинар 176

Верификация модели 202

Видеоконсультации 165, 166. *См.*

*также* Видеоконференция

Видеоконференция 162, 164, 175, 176

«Витая пара» 135, 136

Выравнивание текста 49

Вычисления «облачные» 409, 481

### Д

Детерминированность 29

Диагноз 292

Диагностика

    вычислительная 235

Дизъюнкция 27

### З

Запрет по X 27

Защита от вирусов 146

Знания 306–309, 329, 330, 331

### И

Идентификация 144, 204

Изоклины 215  
Импликация 28  
Инверсия 28  
    закон 28  
Инструменты поиска 153  
Интеллект  
    искусственный 306  
Интероперабельность 250, 251  
    семантическая 251  
    синтаксическая 251  
Информатика  
    объект 184  
    определение понятия 183  
    предмет 184  
    происхождение термина 182  
Информация 19, 20  
    обработка 24  
    передача 20  
Информация медицинская 189,  
    190  
История болезни электронная  
    241, 375, 376

**К**

Кибермедицина 164  
Кибернетика  
    развитие 179  
Кластеризация 124, 125  
Компартмент 203  
Консеквент 310  
Концепция относительного  
    риска 127  
Конъюнкция 27  
Копирование резервное 145  
    задачи 146  
Коэффициент заболеваемости 127  
Криптография 144  
    системы 145  
Кросс-таблица 446

Курсор 41

## Л

Линии связи  
    выделенные 136, 137  
    коммутируемые 136  
    оптоволоконные 136  
Логика математическая 25, 26

## М

Мантисса 34  
Математическая статистика 197  
    анализ корреляционный 113  
    анализ регрессионный 114  
    выборка 97  
    генеральная совокупность 97  
    гипотеза альтернативная 98  
    гипотеза нулевая 98  
    гипотеза статистическая 98  
    критерий Колмогорова—  
        Смирнова 98  
    критерий статистический 98  
    методы 96  
    пакет программ SPSS 96, 123,  
        *См. также* Пакет программ  
        SPSS  
    пакет программ Statistica 96, 123  
    параметр 97  
    понятия 97  
    распределение параметра 97  
    расчет корреляций 99  
    регрессия 100  
    тест Вилкоксона 99, 111  
    тест Манна—Уитни 99, 111  
    тест Стьюдента 109  
Т-критерий для парных  
    выборок 99  
Т-критерий Стьюдента 99

- уровень статистической значимости 98
- Медицина, основанная на доказательствах 126
- Место рабочее
  - автоматизированное 238, 239, 240, 334, 337, 402, 403
  - модули 338
- Метод пространства состояний 205
- Метод черного ящика 204, 205
- Методы
  - статистические 305
- Модели
  - данных 197
  - интегрированные 204
  - камерные 203, 205
  - компаратментальные 203
  - минимальные 204
  - представления знаний 309
  - представления знаний
    - продукционные 309
  - представления знаний
    - фреймовые 312
  - систем 197
- Моделирование 198, 199, 201
  - компаратментальное 203
  - математическое 211
- Модель 198, 199
- Модель системы
  - математическая 201
- Модем 136
- Мониторинг здоровья населения 423

**О**

- Оценка риска 127

**П**

- Пакет программ SPSS
  - ввод и импорт данных 101
  - ввод имен переменных 101
  - наблюдения 100
  - описание количественных данных 104
  - описание переменных 103
  - переменные 100
- Панели инструментов 39
- Паспорт МО 439, 440
- Паттерны 121, 122
- Подсчет частот 235
- Показатель отношения шансов 129
- Презентация
  - создание 77
- Преобразователь сигналов аналого-цифровой 274
- Принцип прецедентности 123
- Профили интеграции 257
- Процедура
  - выбора продукции 311
  - разрешения конфликта 311
- Процесс лечебно-диагностический 284
- информатизация 286

**Р**

- Регистр
  - больных сахарным диабетом 465
  - врожденных патологий развития 463, 464
  - госпитальный 455
  - детской смертности 458
  - медико-генетический 459, 460, 461, 462

медико-экологический 467  
онкологических  
заболеваний 466  
популяционный 455  
принцип построения 456, 457  
редких заболеваний 466  
Регистры 227, 231, 246, 388, 417,  
419, 420, 422, 423, 426, 432,  
442, 453, 454, 459, 484  
классификация 454, 455  
международные 457  
общие требования 468  
применение 457  
Редактор формул 36  
Реестры 295, 453  
Риск  
атрибутивный 128  
относительный 128, 129  
Рисунки  
редактирование 56

## С

Сети передачи данных 134  
Сеть передачи данных  
беспроводная 137, 138  
глобальная 135  
корпоративная 135  
локальная 135, 136  
Синтаксис запросов 154  
Система 185  
динамичность 186  
дистанционной  
консультативной  
диагностики 236  
организация 185  
состояние 186  
структура 185  
управление 186  
Система @Home 172

Система счисления 30  
непозиционная 31  
позиционная 31  
Системы  
PACS 357  
геоинформационные 446  
интеллектуальные 237  
информационно-  
аналитические 245  
медико-технологические 231,  
270–273  
мониторно-компьютерные 233  
поиска информации 149, 150,  
151, 152, 153  
экспертные 237, 315  
Спектр сигнала 275  
Стандарт 249  
использование  
в здравоохранении 250, 251  
Стандарты  
категории 251, 252  
Стрелка Пирса 28, *См.* Функция  
Даггера

## Т

Телеанестезиология 169  
Теледерматология 167  
Телеконсультации 162, 164, 166  
Телеманипуляции 173  
Телемедицина 159, 160  
внутрибольничная 170  
в чрезвычайных ситуациях 174  
персональная 172  
Телемониторинг 170, 171  
Теленаставничество 177  
Теленеврология 168  
Телеобучение 175  
Телепатология 167  
Телепомощь 171, 172

Телеприсутствие 169  
Телепсихиатрия 168  
Телерадиология 166  
Телехирургия 169  
Точка доступа 140

## У

Уровень управления  
    оперативный 414  
    стратегический 415  
    тактический 414  
Уровни информатизации 288

## Ф

Формализация 308  
Формализация информации 289  
Фрейм 312, 313  
Функция  
    Даггера 27  
    Шеффера 28

## Ч

Частота дискредитации  
    сигнала 274

## Д

Data Mining 121, 122, 124, 125  
    методы 123, 125  
    этапы процессов 124

## М

Microsoft Graph 71  
MS Excel  
    ввод данных 59  
    выделение ячеек 60  
    вычисления 63  
    диаграммы 71

    диапазон ячеек 70  
    добавление строк и столбцов 63  
    листы 58  
    назначение 57  
    печать листа 74  
    поиск ошибок 70  
    ряды данных 73  
    сортировка 76  
    фильтрация 76  
    форматы данных 61  
    функции 65  
MS Word  
    абзац 49  
    автоформат 51  
    ввод текста 41  
    возможности 36  
    выход 40  
    главное окно 38  
    графические объекты 55  
    запуск 37  
    колонки 53  
    колонтитул 53  
    нумерация страниц 53  
    оглавление 51  
    отмена действий 42  
    перенос слов 48  
    печать документа 56  
    просмотр документа 56  
    редактирование  
        документа 44, 48  
    режимы работы  
        с документом 44  
    создание документа 40, 42  
    сохранение документа 42, 43  
    списки 50  
    справочная система 40  
    стили 50  
    таблицы 53  
    форматирование символов 49

форматирование страниц 52  
шрифт 49

## **Р**

### **PowerPoint 77**

авторазметка 79  
анимация объектов 91  
добавление слайдов 84  
заголовок слайда 78  
заметки докладчика 80  
маркеры 87  
местозаполнитель 79  
область заметок 79  
образцы слайдов 88

оглавление презентации 82  
подзаголовки слайда 78  
показ слайдов 93  
разметка 81  
режимы просмотра  
    презентации 78  
скрытие слайда 92  
слайд-фильм 93  
списки 85  
титульный слайд 77  
форматирование 88  
цветовая схема 85  
шаблон дизайна 85  
шрифт 87

**Книги Издательской группы «ГЭОТАР-Медиа»  
вы можете приобрести у следующих региональных представителей:**

**Архангельск.** «АВФ-книга»:

ул. Ленина, 3;  
тел.: (8182) 65-38-79

**Архангельск.**

Книготорговая фирма «Рамкона»:  
ул. Шубина, 3, оф. 47А;  
тел.: (8182) 47-00-77;  
www.ramcona.ru

**Астрахань.** «Медицинская книга»:

ул. Бакинская, 121 / ул. Кирова, 51  
(около Медицинского университета);  
тел.: (8512) 60-87-06, (917) 170-25-22;  
факс: (8512) 25-87-06

**Барнаул.** ИП Сидоренко П.А.:

ул. Новоугольная, 24;  
тел.: (902) 999-22-22

**Владивосток.** «Медицинская книга»:

Партизанский пр-т, 62А,  
Дворец культуры железнодорожников;  
тел.: (914) 792-11-26

**Владикавказ.** «Книги»: ул. Маркуса, 26;

тел.: (8672) 45-16-08, 50-56-63

**Волгоград.** «Современник»:

пр-т Ленина, 2;  
тел.: (8442) 38-33-94, 38-33-96

**Воронеж.** ИП Собацкий Б.Н.,

«Медицинская книга»:  
ул. Кольцовская, 6;  
тел.: (4732) 40-59-56 (моб.)

**Екатеринбург.** Магазин медицинской

книги: ул. Волгоградская, 184;  
тел./факс: (343) 338-77-25;  
http://www.mmbbook.ru/;  
торговый представитель:  
г. Тюмень, ул. Одесская, 59.  
Магазин «Милан»,  
отдел «Медкнига»

**Екатеринбург.** «Дом книги»:

ул. Антона Валека, 12;  
тел.: (343) 253-50-10

**Ессентуки.** «РОССЫ»:

ул. Октябрьская, 424;  
тел.: (8793) 46-93-09

**Иваново.** «Новая мысль»:

пр-т Ленина, 5; тел.: (4932) 41-64-16

**Ижевск.** Магазин «Медицинская  
литература» (ИП Тюлькин А.В.):

ул. Лихвинцева, 46  
(ТЦ «Виктория»);  
тел.: (912) 850-71-72, (950) 165-32-15;  
e-mail: alextyulkin@yandex.ru;  
www.doctorbooks.ru

**Иркутск.** Магазин «Медкнига»:

ул. К. Либкнехта, 157;  
тел.: (3952) 20-06-68, (914) 910-53-48;  
мкр. Юбилейный, 100, МАПО;  
тел.: (914) 901-91-17

**Казань.** Магазин «Медкнига»:

ул. Бутлерова, 31;  
тел.: (843) 238-8-239,  
(950) 312-80-27

**Казань.** Магазин «Академкнига»:

пр-т Победы, 226а;  
тел.: (843) 253-77-33, 276-95-85

**Киров.** ИП Комм В.З.:

ул. Маклина, 39, оф. 2;  
тел.: (8332) 54-88-51, (919) 515-87-89

**Краснодар.** ИП Белик Е.Н.:

ул. Седина, 4 (киоск на территории  
КГМУ); тел.: (918) 330-08-73

**Красноярск.** «Академкнига»:

ул. Сурикова, 45;  
тел.: (391) 227-03-90, 227-34-26;  
e-mail: akademkniga@bk.ru

**Махачкала.** «АРБАТ-МЕДИА»:

ул. Толстого, 9; ул. А. Акушинского, 11М  
(напротив старой автостанции);  
тел.: (8722) 78-06-38;  
e-mail: arbat@td-arbat.ru

**Москва.** Дом книги «Молодая гвардия»:

ул. Б. Полянка, 28, стр. 1;  
тел.: (495) 780-33-70, 238-50-01

**Москва.** Торговый дом «Библио-Глобус»:

ул. Мясницкая, 6/3, стр. 1;  
тел.: (495) 781-19-00; факс: (495) 628-87-58

**Книги Издательской группы «ГЭОТАР-Медиа»  
вы можете приобрести у следующих региональных представителей:**

**Набережные Челны.** «Медкнига»  
Набережночелнинский пр-т, 10А  
(ост-ка «4-я поликлиника»);  
тел.: (908) 348-84-41

**Нальчик.** Магазин «Твоя книга»:  
ул. Кирова, 353;  
тел.: (928) 704-93-87

**Нижний Новгород.** «Дом книги»:  
ул. Советская, 14;  
тел.: (831) 246-22-92,  
246-22-73, 277-52-07;  
e-mail: kniga@kis.ru

**Новосибирск.** «Книги Сибири»:  
ул. Часовая, 6/2;  
тел.: (383) 335-61-63

**Оренбург.** Фирма «Фолиант»:  
ул. Советская, 24;  
тел.: (3532) 77-40-33,  
77-46-92, 77-20-24

**Пермь.** Книжный магазин  
«Пермкнига»: ул. Лодыгина, 6;  
тел.: (342) 278-33-23,  
242-84-90, 242-72-74

**Пятигорск.** Магазин «Твоя книга»:  
ул. Береговая, 14;  
тел.: (8793) 39-02-53

**Республика Крым и г. Севастополь.**  
ИП Славгородский Л.Л.:  
Симферополь, б-р Ленина, 2А  
(здание Военторга, 1-й этаж);  
тел.: (978) 769-88-67 (МТС РФ),  
(978) 796-36-99 (МТС РФ),  
(978) 941-40-05 (К-Телеком),  
(987) 852-61-62 (МТС РФ);  
<http://knigamed.com/>

**Ростов-на-Дону.** «РОСТОВКНИГА»:  
ул. Таганрогская, 106;  
тел.: (863) 295-89-36;  
[tovaroved@rostovkniga.com](mailto:tovaroved@rostovkniga.com)

**Рязань.** Супермаркет «Книги»:  
Московское ш., 5А, ТД «БАРС-1»;  
тел.: (4912) 93-29-54

**Санкт-Петербург.** «Санкт-Петербургский  
дом книги»: Невский пр-т, 28;  
тел.: (812) 318-49-15, 312-01-84

**Санкт-Петербург.** СЗГМУ  
им. И.И. Мечникова: ул. Кирочная, 41

**Санкт-Петербург.** ИП Кузьменок И.В.  
(медицинская и ветеринарная  
литература): ДК им. Крупской, 2-й этаж,  
место № 54, 80; тел.: (962) 708-77-64  
(место № 54), (911) 24-22-54 (место № 80);  
<http://krupaspb.ru/uchastniki/>;  
e-mail: personal/medkniga.htm

**Санкт-Петербург.** «Медицинская  
литература на Боткинской, 3»:  
ул. Боткинская, 3 (ТК «У метро»,  
помещение 209);  
тел.: (921) 927-27-37, (905) 259-85-84

**Саратов.** «Стержень»:  
ул. Валовая, 92; тел.: (8452) 23-46-44;  
факс: (8452) 23-56-99

**Смоленск.** СГМУ, магазин «Пульс»:  
ул. Крупской, 28;  
тел.: (4812) 31-09-25

**Ставрополь.** «Мир Знаний»:  
ул. Лермонтова, 191, корп. 43;  
тел.: (8652) 24-28-77;  
e-mail: [mz@kavkazinterpress.ru](mailto:mz@kavkazinterpress.ru)

**Уфа.** Магазин «Медицинская книга»  
(ИП Сахаутдинов Р.Г.):  
ул. Пушкина, 96/98, корп. 7  
(здание БГМУ, 1-й эт.);  
тел.: (905) 002-34-91

**Хабаровск.** «Деловая книга»:  
ул. Промышленная, 20Д, Д1;  
тел.: (4212) 45-06-65,  
46-95-31, 45-06-64

**Челябинск.** ЧП Луговых А.Ю.,  
Южно-Уральский ГМУ (главный корпус,  
1-й этаж): ул. Воровского, 64;  
тел.: (351) 775-77-47,  
(912) 895-26-36

## ГДЕ И КАК КУПИТЬ КНИГИ

115035, Москва, ул. Садовническая, д. 9, стр. 4

### Отдел оптовых продаж (вузы + опт)

Тел.: (495) 921-39-07 (доб. 112, 113, 152, 192, 290);

моб.: (916) 876-90-59;

e-mail: [opt@geotar.ru](mailto:opt@geotar.ru), [iragor@geotar.ru](mailto:iragor@geotar.ru), [sitnikova@geotar.ru](mailto:sitnikova@geotar.ru), [sa@geotar.ru](mailto:sa@geotar.ru)

### Отдел продаж медицинским училищам и колледжам

Тел./факс: (495) 228-09-74, 921-39-07 (доб. 138, 207, 252);

моб.: (926) 817-51-50, (985) 339-53-01;

e-mail: [sales2@geotar.ru](mailto:sales2@geotar.ru), [zhernova@geotar.ru](mailto:zhernova@geotar.ru)

### Отдел розничных продаж и выставок

Тел./факс: (495) 921-39-07 (доб. 255, 280); моб.: (926) 168-42-16;

e-mail: [bobyleva@geotar.ru](mailto:bobyleva@geotar.ru), [gnezdilov@geotar.ru](mailto:gnezdilov@geotar.ru)

### Интернет-магазин «Медкнигасервис»

Тел.: 8 (800) 555-99-92; [www.medknigaservis.ru](http://www.medknigaservis.ru);

e-mail: [bookpost@medknigaservis.ru](mailto:bookpost@medknigaservis.ru);

доставка по всей России

### Фирменные магазины (Москва)

**М. «Фрунзенская»**,  
Комсомольский пр-т, д. 28  
(здание Московского дворца  
молодежи, вход в магазин  
со стороны Комсомольского  
проспекта).

Ежедневно с 9 до 20 ч.

Тел.: (499) 685-12-47;

моб.: (916) 877-06-84



**М. «Новокузнецкая»**,  
«Третьяковская»,  
ул. Садовническая, д. 13, стр. 11.  
Будни с 10 до 19 ч.

Тел.: (495) 921-39-07  
(доб. 602, 603)



## **Фирменный магазин «Медкнига» (Республика Татарстан)**

г. Казань, ул. Бутлерова, 31. Тел.: +7 (843) 238-8-239, +7 (950) 312-80-27;  
e-mail: [gafurovan@mail.ru](mailto:gafurovan@mail.ru), [kazanmedkniga@mail.ru](mailto:kazanmedkniga@mail.ru)  
Время работы: ежедневно с 09.00 до 19.00.  
г. Набережные Челны. «Медкнига»: Набережночелнинский пр-т, 10А  
(ост-ка «4-я поликлиника»). Тел.: (908) 348-84-41

## **РЕАЛИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ В СНГ (ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ИЗДАТЕЛЬСТВА, ФИЛИАЛЫ, ДИЛЕРЫ, МАГАЗИНЫ)**

### **Представительство Издательской группы «ГЭОТАР-КазМедиа» ТОО «ГЭОТАР-КазМедиа»**

Республика Казахстан,  
010000, г. Астана, ул. Бейбитшилик, 54, кв. 3.  
Тел.: (7172) 39-82-62;  
e-mail: [yuliya\\_borisenko@l1st.ru](mailto:yuliya_borisenko@l1st.ru)

### **Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа» в Украине**

**Винница.** Интернет-магазин «Медкнига»  
г. Винница, ул. Блока, 14/2.  
Тел.: +38 (068) 834-73-89,  
+38 (095) 337-12-25,  
+38 (063) 351-03-02, +38 (043) 266-05-10;  
[www.medkniga.com.ua](http://www.medkniga.com.ua);  
e-mail: [info@medkniga.com.ua](mailto:info@medkniga.com.ua);  
Viber & WhatsApp: +380635210302;  
Skype: [medkniga\\_max@outlook.com](mailto:medkniga_max@outlook.com)

**Киев.** Интернет-магазин «Librabook»  
(доставка курьером по Киеву,  
почтой по Украине).  
Тел.: +38 (044) 383-20-95,  
+38 (093) 204-33-66, +38 (094) 927-90-95;  
[www.librabook.com.ua](http://www.librabook.com.ua);  
e-mail: [info@librabook.com.ua](mailto:info@librabook.com.ua);  
ICQ: 570-251-870

### **Дилер Издательской группы «ГЭОТАР-Медиа» в Республике Беларусь ЧПТУП «Дар-Ника»**

Республика Беларусь, 247760, г. Мозырь,  
ул. Ленинская, 9/10.  
Тел.: (37529) 662-46-51,  
(37529) 730-13-66

### **Дилер Издательской группы «ГЭОТАР-Медиа» в Республике Беларусь ООО «Лебенскрафт»**

Республика Беларусь, 210024, г. Витебск,  
пр-т Победы, 7/1, комн. 112.  
Тел.: (37529) 718-41-51

## ПРИГЛАШЕНИЕ К СОТРУДНИЧЕСТВУ

Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа» приглашает к сотрудничеству авторов и редакторов медицинской литературы.

**ИЗДАТЕЛЬСТВО СПЕЦИАЛИЗИРУЕТСЯ НА ВЫПУСКЕ**  
учебной литературы для вузов и колледжей, атласов,  
руководств для врачей, переводных изданий.

По вопросам издания рукописей обращайтесь в отдел по работе с авторами.  
Тел.: 8 (495) 921-39-07.

*Учебное издание*

## МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА

Под общей редакцией Татьяны Васильевны **Зарубиной**,  
Бориса Аркадьевича **Кобринского**

Зав. редакцией *А.В. Андреева*

Выпускающие редакторы *Н.А. Галахова, Т.В. Самойлик*

Редактор *Л.В. Бодрова*

Менеджер проекта *А.М. Страхова*

Корректор *М.Ю. Никитина*

Подготовка оригинал-макета *С.И. Евдокимов*

Дизайн обложки *Н.А. Лён*

Технолог *Ю.В. Поворова*

Подписано в печать 19.12.2017. Формат 60×90<sup>1/16</sup>.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Объем 32 усл. печ. л. Доп. тираж 1000 экз. Заказ №К-2603.

ООО Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа».  
115035, Москва, ул. Садовническая, д. 11, стр. 12.  
Тел.: 8 (495) 921-39-07.

E-mail: [info@geotar.ru](mailto:info@geotar.ru), <http://www.geotar.ru>.

Отпечатано в АО «ИПК «Чувашия».  
428019, г. Чебоксары, пр-т И. Яковлева, д. 13.

ISBN 978-5-9704-4573-0



9 785970 445730 >

Применение информационно-коммуникационных технологий — неотъемлемая часть профессиональной деятельности врача любого профиля. Умение свободно пользоваться стандартными приложениями и статистическими программами, использовать в практической работе медицинские информационные системы, в том числе электронные медицинские карты, и применять средства поддержки принятия решений при непосредственном ведении пациента — это то, чему необходимо учиться уже сегодня.

Предлагаемый учебник включает как устоявшиеся представления по медицинской информатике, так и видение перспективы ее развития, приложения для информатизации здравоохранения. Учебник ориентирован на теоретические и прикладные аспекты медицинской информатики.

Предназначен студентам медицинских вузов. Может быть полезен ординаторам, практикующим врачам, начавшим работать с медицинскими информационными системами, а также аспирантам и научным сотрудникам, занимающимся исследовательской деятельностью во всех сферах медицины.

- Основные элементы информатики
- Подходы к анализу информации в медицине и здравоохранении
- Телекоммуникационные технологии и интернет-ресурсы в медицине
- Введение в медицинскую информатику
- Информатизация клинической практики
- Информатизация управления здравоохранением
- Перспективы информатизации здравоохранения России

