

Г. А. Хай

ИНФОРМАТИКА ДЛЯ МЕДИКОВ

Учебное пособие

Санкт-Петербург
СпецЛит
2009

УДК 519.68
X12

Автор:

Хай Григорий Аронович — доктор медицинских наук, профессор, организатор кафедры информатики и управления в медицинских системах Санкт-Петербургской медицинской академии последипломного образования

Рецензенты:

Т. В. Зарубина — доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой медицинской кибернетики и информатики ГОУ ДПО «Российский государственный медицинский университет» Росздрав;
В. А. Дюк — доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук

Хай Г. А.

X12 Информатика для медиков : учебное пособие / Г. А. Хай. — СПб. : СпецЛит, 2009. — 223 с.
ISBN 978-5-299-00423-6

В книге обобщен личный опыт автора в области клинической хирургии, управления ЛПУ и медицинскими службами, в разработке медицинских информационных систем различного назначения, в том числе консультативных экспертных систем диагностики и выбора оптимальных решений в сложных ситуациях, в управлении качеством медицинской помощи, а также преподавании информатики в системе медицинского последипломного образования.

Предпринята попытка представить в доступной содержательной форме способы и методы информационной поддержки этих разнообразных сторон практической деятельности врачей, независимо от их узкой специализации. Материал изложен свободным языком. Книга снабжена приложениями различного характера.

Пособие предназначено для читателей, имеющих высшее медицинское образование, клиницистов, социал-гигиенистов, организаторов здравоохранения. Она может быть полезна и для разработчиков медицинских информационных систем, имеющих только математическое или техническое образование.

УДК 519.68

ОГЛАВЛЕНИЕ

Условные сокращения	4
Введение	6
ОБЩАЯ ЧАСТЬ	
Глава 1. Информатика, информация, информационный процесс	8
Глава 2. Информатизация, информационные пространства	14
Глава 3. Элементы общей теории систем в представлениях о мире	17
Глава 4. Системная иерархия информационных процессов	25
Глава 5. Данные, знания, мышление	29
Глава 6. «Искусственный интеллект»	38
Глава 7. Математизация трудно формализуемых областей	64
Глава 8. Общие проблемы моделирования	71
Глава 9. Управление и информация	80
СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	
Глава 10. Медицина и здравоохранение, как предметная область	95
Глава 11. Медицинская информатика	103
Глава 12. Медицинские информационные системы	112
Глава 13. Постановка задач на разработку информационных систем в медицине	120
Глава 14. Информационные основы диагностического процесса	124
Глава 15. Информационные основы процесса принятия решений	141
Глава 16. Оценка результатов деятельности в медицине и здравоохранении	157
Глава 17. Проблемы управления качеством медицинской помощи (информационные аспекты)	176
Глава 18. Обучение медицинских работников	185
Глава 19. Деонтологические аспекты современной медицины	195
Глава 20. Телемедицина	200
Заключение (перспективы медицинской информатики)	211
Приложения	
Приложение 1. Стратегическая классификация заболеваний и травм, методов управления лечебно-профилактической помощью и ожидаемых результатов	214
Приложение 2. Законы компьютеризации	216
Приложение 3. Неслужебный информационный глоссарий (для «продвинутых» читателей)	218
Литература	222
Некоторые нормативные документы	223

УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АИС	— автоматизированная информационная система
АРМ	— автоматизированное рабочее место
АСУ	— автоматизированная система управления
АЦП	— аналогово-цифровой преобразователь
БД	— база данных
БЗ	— база знаний
ВК	— вторичные комплексы
ЕБЭ	— единый базовый элемент
ИСП	— интеллектуальный системный процессор
КЗ	— корковая зона
КП	— кадровый потенциал
КТ	— компьютерная томография
ЛПР	— лицо, принимающее решения
ЛПУ	— лечебно-профилактическое учреждение
МКБ	— Международная классификация болезней
МРТ	— магнитно-резонансная томография
ПервК	— первичные комплексы
ПК	— персональный компьютер
Пк	— психический код
ПЯ	— первичная ячейка
РП	— рабочий проект
СВТ	— средства вычислительной техники
СМИ	— средства массовой информации
СУБЗ	— система управления базой знаний
ТЗ	— техническое задание
ТК	— третичные комплексы
УЗИ	— ультразвуковое исследование
ЦАП	— цифро-аналоговый преобразователь
ЦНС	— центральная нервная система
ЧС	— чрезвычайная ситуация
ЭВМ	— электронно-вычислительная машина
ЭКГ	— электрокардиография
ЭМП	— экстренная медицинская помощь
ЭМП ЧС	— экстренная медицинская помощь при чрезвычайных ситуациях
ЭЭГ	— электроэнцефалография

*Светлой памяти
Сурена Ашотовича Гаспаряна
посвящаю*

Каждый имеет право писать книги,
и каждый имеет право их не читать.

Илья Раскин

ВВЕДЕНИЕ

Эту книгу не обязательно читать тем, кто твердо уверен, что вся информатика, в том числе медицинская, сводится только к использованию компьютера на своем рабочем месте для удобного документооборота и электронной почты, а дома — для всевозможных электронных игр и поиска некоторых справочников (например, по кулинарным рецептам или базам данных с фотографиями спортсменов либо поп-звезд). Для таких читателей написано много прекрасных пособий, учебников и руководств пользователя. Здесь об этом ничего нет.

Эта книга не является учебником. В ней лишь предпринята попытка рассмотреть информатику как самостоятельную развивающуюся науку, в частности медицинской направленности. О том, что из этого получилось, как принято говорить, судить будут читатели.

Книга адресована людям, имеющим медицинское образование, а также в какой-то мере и тем специалистам по информационным технологиям, кто занят в непосредственной разработке разнообразнейших медицинских информационных систем. По постановкам задач, **сделанных именно медиками**. К сожалению, отсутствие у специалистов знаний специфики и особенностей такой сложнейшей предметной области, какой является медицина и здравоохранение, и иногда пренебрежение ими породило и порождает большое число информационных систем, которые, мягко говоря, оказываются практически бесполезными, а нередко и осложняют работу пользователей-профессионалов.

Информационное обеспечение профессиональной деятельности всех без исключения клиницистов и организаторов здравоохранения — от медицинской сестры до министра — является основой эффективности принимаемых ими решений, из которых складывается и сама деятельность.

В рамках предлагаемой книги, а также с учетом ограниченности личного опыта трудно рассмотреть все аспекты этой многогранной проблемы. Остановлюсь только на тех, которые мне известны и представляются ключевыми. Многое из написанного здесь ком-

пилировано из моих предыдущих публикаций. Это сделано потому, что я считал целесообразным объединить некоторые самостоятельные темы.

Читателям данной книги я настоятельно рекомендую обратиться также к монографии С. А. Гаспаряна и Е. С. Пашкиной «Страницы истории информатизации здравоохранения России» (М., 2002). Там хорошо написано о тех, кто принимал большое участие в этом процессе. Со многими из них я общался, работал, дружил, учился у них и продолжаю это делать и сейчас. Не все дожили до сегодняшнего дня.

За очень полезные для меня совместные обсуждения проблем компьютерной диагностики хочу выразить благодарность моим учителям в этой области: рано ушедшим из жизни — доценту В. Ф. Нестеруку и профессору Н. Н. Воробьеву, а также ныне здравствующим — канд. мед. наук В. А. Зеленскому и математику С. И. Вайнштейну, — в то время сотрудникам лаборатории кибернетики (заведующий проф. М. Л. Быховский) Института хирургии им. А. В. Вишневского АМН СССР. Отдельная признательность — программистам М. М. Зимневу и А. М. Овсянникову, реализовавшим мои постановки задач по разработке ряда экспертных консультативных систем в работающие программные продукты, а также математикам А. И. Кузнецовой и Г. М. Коновалову, реализовавшим информационно-поисковую систему оценки операционного риска на базе ВЦ ЛЭТИ им. В. И. Ульянова-Ленина. Большое содействие в предоставлении вычислительной базы при разработке экспертных систем оказал руководитель отдела ЛНИВЦ АН СССР проф. В. В. Александров. Особую благодарность выражаю тогдашнему директору ИВЦ ЛГЗО Э. Р. Усеинову за многолетнюю разностороннюю действенную поддержку моих начинаний, продолжающуюся до сих пор.

Выражаю свою признательность профессорам Ю. П. Сердюкову, рецензентам Т. В. Зарубиной и В. А. Дюку за полезные замечания, А. А. Афанасьевой — за помощь в компоновке рукописи, художникам Н. А. Носкович, А. П. Назарову и Е. А. Шепсу — за прекрасные иллюстрации, а также членам своей семьи за долготерпение в период моей занятости этой работой.

Недавно вышел «Учебник медицинской информатики», написанный профессионалами в этой области профессорами Т. В. Зарубиной и Б. А. Кобринским (М., 2009). Говоря об одном и том же невозможно не «пересекаться». Но надеюсь, что нам удалось сказать об одном и том же по-разному.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

ГЛАВА 1

ИНФОРМАТИКА, ИНФОРМАЦИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС

Информатика

По некоторым данным, термин «информатика» появился в 1966 г. Он был официально признан на Международном конгрессе в Японии в 1980 г. Так назвали компьютерную науку, изучающую процессы получения, преобразования, хранения и передачи информации с помощью новых технических средств. Со временем информатика «отодвинула» на задний план *кибернетику* (греч. *кибернос* — рулевой) — науку об общих законах управления в неживой природе, живой природе и обществе. Отцом ее по праву считается крупнейший математик современности Норберт Винер, в 1948 г. опубликовавший книгу «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине». Именно кибернетика предопределила появление электронно-вычислительных машин (ЭВМ). Впоследствии это название повсеместно было заменено термином «*компьютер*» (вычислитель).

Сегодня существует множество разнообразных определений информатики, но все они связывают информационные процессы с использованием компьютера. На самом деле это не так.

Если взглянуть на проблему разностороннего информационно-го обеспечения общественных, профессиональных и личных нужд, то следует признать, что практическая информатика существовала всегда, с эпохи становления человечества, но реализовалась различными методами задолго до компьютерной эры.

Информатика — это наука, изучающая технологию удовлетворения информационных потребностей общества.

Медицинская информатика — наука, изучающая технологию удовлетворения информационных потребностей отрасли — медицины и здравоохранения.

С этих позиций наукой, изучающей технологию удовлетворения материальных потребностей общества, является экономика, а энергетических потребностей — энергетика.

Это три основных вида потребностей живой природы, социальных структур и индивидуумов. Иными словами, речь идет о ресурсном обеспечении удовлетворения потребностей. Термин «технология» обозначает способ достижения цели.

Таким образом, все расставляется по своим местам. О медицинской информатике, являющейся основной темой этой книги будет написано отдельно.

Информация

Универсального определения информации не существует. Это такое же базовое, фундаментальное понятие, как материя, энергия, время, пространство. Н. Винер дает такое понятие: «Информация — это не материя и не энергия. Информация есть информация». Некоторые ученые считают, что понятие информации правомерно только применительно к живой природе. Однако имеются частные определения.

Семантической (смысловой) информацией называют сумму сведений, обладающих элементами новизны. Понятно, что для разных людей мера новизны одного и того же полученного ими сообщения, т. е. его содержательная информационная ценность, может быть различной.

Кто-то уже хорошо знает содержание полученного сообщения, кто-то узнает его впервые, кто-то знает только часть полученных сведений, а остальные оказываются для него новыми. Вот именно эта мера **предшествующего незнания** содержания сообщения получившим его лицом (приемником) определяет меру смысловой новизны, меру ценности семантической информации.

Кроме того, следует иметь в виду, что не все новые сведения интересны, нужны и правдивы. В них может быть много «информационного мусора». Именно поэтому чаще отдают предпочтение практическому (прагматическому) значению новых сведений.

Прагматической информацией называют такую информацию, которая необходима субъекту для выбора решения в соответствии с имеющейся у него целью.

Пример. На прием к врачу обратилась словоохотливая старушка и сразу же начала преподносить ему совершенно новые для него сведения о своей предшествующей жизни и сегодняшних взаимоотношениях с родственниками и соседями.

С позиции содержания услышанного сообщение старушки имеет **полную семантическую ценность**. Однако оно ни на шаг не приближает врача (если только он не психиатр, а интернист) к практи-

ческой цели визита пациентки. Для установления диагноза и выбора адекватного метода лечения нужны жалобы, анамнез заболевания и жизни, данные объективного обследования и показанных вспомогательных исследований. Перечисленное составляет содержание прагматической информации в данных условиях.

Существует также понятие **стратегической информации**, необходимой для выбора оптимальных решений.

Информационный процесс

Из сказанного явствует, что информация не существует «сама по себе» — она связана с передачей сообщений и иными видами взаимодействия между различными объектами. Информационное взаимодействие включает следующие обязательные компоненты: **источник** информации, **переносчик** информации (**сигнал**), **канал связи**, **приемник** информации. Все они имеют реальные материальные пространственно-временные характеристики.

Источником информации может быть **все что угодно**, кроме так называемой черной дыры — материального объекта такой массы, с такой силой тяготения, что он поглощает из близлежащего пространства все материальные тела и излучения и ничего не испускает вовне. Все остальные материально-энергетические объекты могут рассматриваться в качестве источников информации о самих себе.

Переносчиками информации — **сигналами** — также могут быть любые движущиеся материальные тела и излучения, начавшие свой путь от источников и завершившие его в приемнике. Следует различать три типа сигналов:

- генерируемые самим источником;
- возникающие извне и отражаемые источником;
- возникающие извне и проходящие через источник.

У всех типов сигналов есть общее свойство: ни один из них не отображает состояние (структуру и функцию) источника полностью, только какие-то его части, какие-то характеристики. Кроме того, часть генерируемых источником сигналов поглощается им же внутри, а часть рассеивается в окружающем пространстве.



Схема 1.1. Компоненты информационного взаимодействия

То же происходит и с сигналами двух других типов. Отсюда следует первый вывод: *с учетом сигнального характера переноса информации она принципиально является неполной.*

Полной информации попросту не существует. Это грустное утверждение относится как к изучению окружающих нас объектов (в частности, организма наших пациентов), так и к возможности окончательного познания мира, в котором мы находимся.

Каналом связи может считаться любой материальный объект, расположенный между источником и приемником информации, по которому сигнал проходит от первого ко второму. В обиходном понятии канал связи — это телефонный шнур, телевизионный кабель, световод и т. п. Фонендоскоп тоже является каналом связи. Каналом связи для радиоволн и звуковых волн становится атмосфера Земли. Космос, который, к стати говоря, не пуст, тоже является каналом связи. Иными словами, канал связи — это некий физический объект.

Что же происходит, когда один физический объект (сигнал) проходит по другому физическому объекту — каналу связи? Они неизбежно взаимодействуют между собой, что также неизбежно ведет к частичной (большей или меньшей) утрате сигналов и к частичному их искажению. Отсюда следует второй вывод: *любая передаваемая информация является в той или иной мере недоуверенной.*

Вспомните бытовое понятие «испорченный телефон». Вы что-то кому-то рассказали, ваш собеседник рассказал об этом еще кому-то, тот — кому-то еще и т. д. В результате это сообщение вернулось к вам в таком искаженном виде, что вы отказываетесь признать себя его автором (источником информации).

Проблема уменьшения искажения информации на каналах связи является в основном технической.

Приемник информации. Чисто теоретически приемником информации может считаться любой объект, который вступил во взаимодействие с сигналом, испущенным неким источником. На самом деле это не так. Сигнал должен быть не только принят, но и понят (декодирован). Без этого говорить о *передаче информации* с помощью сигнала неправомерно. Приемник должен не просто физически или даже биологически прореагировать на взаимодействие с полученным сигналом, но и понять смысл того, что этот сигнал несет, о чем он свидетельствует. А это уже зависит от структуры и возможностей самого приемника.

Процесс прохождения сигнала по каналу связи и восприятия его приемником имеет большую или меньшую временную протяженность. Даже для света в условной пустоте. Даже для очень малых

расстояний. А за это, пусть и очень небольшое время, необходимое, чтобы сигнал достиг приемника, был им принят и декодирован, источник информации, будучи материальным объектом, изменился. Хоть немного, но он уже другой. Из этого следует третий вывод: *любая передаваемая информация в принципе является несвоевременной, запаздывающей.*

И здесь мы снова возвращаемся к определению понятия информации. **Информация — это индивидуальная интерпретация приемником результатов его взаимодействия с сигналом.** Из этого определения следуют два вывода:

1. Для такой интерпретации приемник должен обладать соответствующими возможностями. Эти возможности предоставляет только головной мозг. Поэтому, как считают многие специалисты, понятие получения информации правомерно только по отношению к биологическим объектам, обладающим мозгом. Живые существа, не имеющие мозга, безусловно реагируют на множество «сваливающихся» на них сигналов. Однако это чисто биологический процесс, ограничивающийся прямой цепочкой «стимул—реакция». Цепочкой достаточно сложной, но не включающей последующего этапа интерпретации, т. е. осознания происшедшего, что необходимо для выбора образа действия, — процесса, стоящего на ступеньку выше даже очень непростой биологической реактивности. Эти возможности появляются только у животных.

2. Понимание смысла полученного приемником сигнала зависит, в первую очередь, от биологического уровня этого приемника — и соответственно от сложности развития его мозга (от примитивных животных до человека), а во вторую — от индивидуальных особенностей мозга на каждом таком уровне. Если говорить о человеке, то это обширнейший ассортимент разнообразных знаний, предшествующий получению сигнала. Практически речь идет о жизненном опыте, об образовании, профессии и, естественно, об уровне развития интеллекта.

Пример. Получив ленту с записью одной и той же ЭКГ, трое разных людей могут интерпретировать ее по-разному:

— первый, никогда не видевший электрокардиограммы: «Какая-то периодическая кривая. Может быть, послание от внеземных цивилизаций»;

— второй — врач-физиотерапевт, давно забывший, чему его учили в институте на кафедре кардиологии: «Это ЭКГ, но что она означает? Надо показать терапевту»;

— третий — врач-кардиолог. Для него расшифровка кривой не составит затруднений.

Есть такое определение: **«Информация — это сведения об объекте, необходимые субъекту для решения любой данной**

задачи». Однако здесь речь идет только о стратегической значимости информации. В связи с этим ее аспектом необходимо напомнить, что информация в принципе не бывает полной, достоверной и своевременной. И применительно к выбору образа действия, выбору стратегии поведения или решению какой-либо иной задачи возникает понятие **достаточности имеющейся информации.**

Практически приходится смириться с критерием достаточности объема и содержания информации для решения той или иной задачи в данных условиях, в том числе приемлемой меры ее достоверности и не слишком большой задержки в получении необходимых сведений. Эти обстоятельства служат объективными причинами фактической неизбежности ошибок при выборе альтернативных решений, более или менее частых. Недаром говорят, что не ошибается только тот, кто ничего не делает. Компьютерные технологии, благодаря быстродействию, обеспечивают только лишь известную меру своевременности. Достаточность же и достоверность — прерогатива человека, добывающего нужные сведения. В частности, результаты обследования больного в клинической медицине имеют непосредственную прагматическую информационную ценность.

Взаимодействие объектов и информационное взаимодействие

Прямой механический контакт: действие равно противодействию. Это взаимодействие **сил.** Если при этом возникает сигнал, который может быть принят и интерпретирован (кем-либо) о характере произошедшего события, то этот контакт является источником информации.

Взаимодействие неоднородных, но несистемных структур (куч). Что происходит? Принципиально несистемный объект становится большим или меньшим.

Взаимодействие системных структур. Вот тут-то и начинается формирование сигналов (вышибание, поглощение), их перенос и прием, т. е. начальная часть собственно информационного процесса.

Интерпретация принятых сигналов основывается на **предшествовавшем уровне знания** у принимающей системы. Это главное условие истинного информационного процесса.

Пример. Источником светового сигнала служит горящая белая лампа, свет которой может проходить через красный светофильтр. Приемник информации, не знающий о светофильтре, получив сигнал красного

цвета, сочтет источником излучения красную лампу, а получив сигнал белого цвета, — белую лампу. Приемник, знающий о возможном включении светофильтра, в обоих случаях может правильно оценить значение сигнала.

В заключение этой главы позволю себе привести собственное иронически-философское определение понятия информации: ***если материя — объективная реальность, данная нам в ощущении, то информация — это субъективная ирреальность, данная нам в измышлении.***

ГЛАВА 2

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОСТРАНСТВА

Информатизация

Сегодня понятие **информатизации**, как правило, отождествляется с понятием **компьютеризации**. На самом деле это тоже не так. Компьютеризация является лишь одним из способов информатизации, правда, наиболее современным и достаточно эффективным.

Под ***информатизацией*** следует понимать ***процесс и результат*** предоставления некоему объекту необходимой ему информации, требующегося ему информационного ресурса. Таким объектом в глобальном аспекте является все человечество, а в более узком — социальные или профессиональные сообщества, группы и отдельные индивидуумы.

Цели информатизации являются многосторонними. Начиная с индивидуального, группового и социального жизнеобеспечения, информационного обеспечения производственных и иных процессов общественной и личной деятельности, научной и образовательной работы, искусства и заканчивая удовлетворением собственного любопытства.

Традиционными современными методами информатизации пока еще являются книги и сеть их хранилищ — библиотек, разнообразнейшие документы (включая архивы), СМИ (радио, телевидение, кино, пресса), реклама, публичные и межличностные сообщения, включая сплетни, а также такие специальные методы, как все виды разведки. Все они, кроме прямых межличностных контак-

тов, требуют специального — иногда сложного и дорогостоящего — технического обеспечения.

Компьютеризация во многом облегчила, но и видоизменила этот процесс, привнеся в него необходимость жесткой регламентации и стандартизации технологии информационной работы.

По недавно опубликованным сведениям, сегодня в мире один персональный компьютер (ПК) приходится в среднем на 10 человек населения Земли независимо от возраста. Это намного превзошло прогнозы 80-х годов прошлого столетия: на конец XX века — один ПК на 50 человек. Правда, существует всего 15 развитых стран, где такая насыщенность максимальна. Россия входит в их число. Наиболее компьютеризированной страной остаются США.

Не стану повторять давно написанное о предпосылках и истории создания компьютеров. Замечу только, что сегодня мы используем ПК четвертого поколения в развитии и совершенствовании технической и информационной базы. С разработкой ЭВМ пятого поколения, что декларировали японские конструкторы, пока ничего не получилось — в общем, по понятным причинам. Но об этом — отдельно.

Вынужденная регламентация и стандартизация информационных технологий при использовании компьютера не является благом. Во многих трудно формализуемых областях знаний, к которым относятся биология, медицина, психология, социология, такие жесткие требования ограничивают необходимую индивидуализацию многогранных и разнообразнейших содержательных знаний об объектах, что влечет за собой определенные утраты чисто смысловых аспектов в стандартных их описаниях. Но за все надо платить, и сегодня — это плата за те колоссальные преимущества, которые предоставляет современный компьютер.

Информатизация медицины и здравоохранения также не сводится только к их компьютеризации. Традиционные методы по-прежнему доминируют. Но применение ПК существенно улучшает и ускоряет эту работу. Некоторые ее виды без компьютера вообще были бы невозможны. В то же время в процессе интенсивной и азартной компьютеризации этой отрасли наблюдается много ошибок.

В 1986 г. Минздрав СССР доложил на Всесоюзной конференции о компьютеризации сети ЛПУ в стране. Обеспеченность ЭВМ отечественного производства составила в среднем 1 экз. на 58 больниц и 1 экз. на 156 поликлиник.

Сегодня в ряде ЛПУ насыщенность компьютерами вполне достаточная. Правда, далеко не во всех. А вот их использование...

ХАЙ Григорий Аронович
ИНФОРМАТИКА ДЛЯ МЕДИКОВ

Учебное пособие

Подписано в печать 06.07.2009. Формат 60 × 88¹/₁₆.
Печ. л. 14. Тираж 1000 экз. Заказ №

ООО «Издательство „СпецЛит“». 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29,
тел./факс: (812) 251-66-54, 251-16-94, <http://www.speclit.spb.ru>.

Отпечатано с диапозитивов ООО «Издательство „СпецЛит“»
в ГП ПО «Псковская областная типография»
180004, г. Псков, ул. Ротная, 34

ISBN 978-5-299-00423-6



9 785299 004236