

Г. А. ХАЙ

# ИНФОРМАТИКА ДЛЯ МЕДИКОВ

*Учебное пособие*



Санкт-Петербург  
СПециИТ

# Григорий Аронович Хай

## Информатика для медиков

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=10239281](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=10239281)*

*Информатика для медиков:*

*ISBN 978-5-299-00423-6*

### Аннотация

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 последиplomного 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.

# Содержание

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ               | 5  |
| ВВЕДЕНИЕ                          | 7  |
| ОБЩАЯ ЧАСТЬ                       | 11 |
| ГЛАВА 1                           | 11 |
| ГЛАВА 2                           | 23 |
| ГЛАВА 3                           | 30 |
| ГЛАВА 4                           | 44 |
| Конец ознакомительного фрагмента. | 49 |

# Григорий Хай

## Информатика для медиков

### 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 Аишотовича Гаспаряна  
посвящаю*

# ВВЕДЕНИЕ

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

*Илья Раскин*

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. Много из написанного здесь компилировано из моих предыдущих публикаций. Это сделано потому, что я счел 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 компонов-

ке 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 ма-

шин (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 информационного 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 ме-

дицинской 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 практической 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. Кос-

мос, который, кстати 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 недостоверной.*

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 получен-

ным 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 быстрдействию, 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 вклю-

чении 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 дея-

тельности, 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 контактов, 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 совер-

шенствовании 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...

## Информационные пространства

Все информационные процессы происходят не только во времени, но и в реальном пространстве. Если они включают все компоненты такого процесса (источник, сигнал, канал связи и приемник), то их называют *информационным пространством* (например, работающий телецентр, телевизионный кабель и включенный дома телевизор).

Следует заметить, что в одном и том же реальном пространстве может одновременно сосуществовать огромное количество информационных пространств, нередко взаимодействующих и мешающих друг другу. Это самостоятельная техническая и организационная проблема, связанная с договорной регламентацией радиочастот от разных источников в эфире и со многими другими сложностями. В то же время по одному и тому же техническому (физическому) каналу связи возможна передача различных сигналов от разных источников, предназначенных для разных приемников.

Если функции приемника и передатчика совмещены в одном техническом устройстве (например, в телефонном аппарате) либо расположены в одном помещении, то попеременное или даже одновременное их применение с исполь-

зованием одного и того же канала связи обеспечивает возможность двусторонней и даже многосторонней связи между абонентами. При этом физические каналы остаются теми же, но направление проходящих по ним сигналов изменяется на противоположное.

Нередко возникает необходимость предупредить затухание сигналов в протяженных каналах связи либо перенаправить их к другим приемникам. Для этого используются специальные промежуточные устройства, называемые *ретрансляторами*. Кстати, таким ретранслятором является и домашняя телевизионная «тарелка». Самостоятельной проблемой при передаче прямолинейно распространяющихся электромагнитных сигналов на большие расстояния становится кривизна поверхности Земли. Эту задачу успешно решают специализированные спутники связи, дислоцированные на околоземных орбитах в качестве тех же ретрансляторов.

Следует заметить, что немалой самостоятельной технической и информационной проблемой является поиск приемником нужных ему сигналов и выделение их из «общей кучи». Вспомните многолетнюю международную программу SETI, предназначенную для поиска сигналов от внеземных цивилизаций. Аналогичную задачу повседневно и, можно сказать, постоянно решает самый совершенный приемник – человеческая голова. Активный поиск нужных сигналов, выделение их из массы других и отбор сигналов, несущих необходимую (неважно для чего) информацию, является

ся одной из важнейших функций головного мозга. Причем не только человека, но и всех животных, обладающих мозгом.

В рамках данной книги нет необходимости подробнее говорить о технических и содержательных аспектах передачи информации по каналам связи (например, классическую работу К. Шеннона). Хочу только подчеркнуть, что множество разнообразнейших информационных пространств, наряду с универсальностью, получили и продолжают получать свою специализацию.

Одной из перспективных и успешно используемых форм организации информационных пространств является информационная сеть. Ее создание стало возможным только с использованием современных компьютерных технологий, где ПК выступает в качестве и приемника, и передатчика информации, а каналы связи со множеством ретрансляторов охватывают всю Землю в качестве глобальной сети Интернет.

Не так давно была разработана специализированная информационная сеть для взаимосвязи ЛПУ и органов здравоохранения, а также ЛПУ между собой – MedNet. Несмотря на то что MedNet была рекомендована почти в директивном порядке, прижилась она не всюду, однако на некоторых территориях ею успешно пользуются и вполне довольны.

Одним из важных направлений использования информационных сетей в профессиональной клинической деятельно-

сти является так называемая *телемедицина*.

Однако закончить эту главу я хочу несколько неожиданно. Высокий уровень информатизации и его техническая обеспеченность являются в сегодняшнем мире одним из важнейших факторов обороноспособности каждой страны, наряду с ее вооружением.

# ГЛАВА 3

## ЭЛЕМЕНТЫ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ В ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ О МИРЕ

Материальный мир имеет чрезвычайно сложную иерархическую структуру, хотя, по-видимому, существует и развивается по единым простым правилам. Его изучением занимаются различные, в том числе далекие друг от друга естественные науки.

Существует самостоятельная наука — **общая теория систем**. По сути, ее следует именовать метатеорией, поскольку в иерархии наук она занимает место между естественными (физическими, биологическими и т. д.) науками и такой общемировоззренческой наукой, которой является философия.

Автором общей теории систем принято считать Л. фон Берталанфи, однако на самом деле ее основоположником является наш соотечественник А. А. Богданов (Малиновский) (1873 – 1928) – врач, философ и общественный деятель. В 1989 г. выпущено двухтомное собрание его трудов за 1913 – 1928 гг. «Тектология (Всеобщая организационная наука)».

Общая теория систем изучает и описывает общие закономерности «устройства и изменения» (развития и распада), т.

е. организации объектов нашего многообразного и сложнейшего мира.

Именно на базе общей теории систем возникли такие науки, как кибернетика – наука об общих законах управления в сложных системах, и синергетика – наука о путях их развития. Любые информационные технологии, в том числе и диагностические, также имеют четко выраженный системный характер.

Что же вкладывается в понятие системы? Существует много различных определений. Для целей данного изложения мне импонирует следующее: **система** – целостный иерархический объект, рассматриваемый как пространственно-временная совокупность *взаимосвязанных* элементов, в которой *свойства системы как целого не сводятся к сумме свойств ее элементов.*

Свойства молекул не сводятся к сумме свойств составляющих их атомов; свойства автомобиля не сводятся к сумме составляющих его деталей; свойства многоклеточных организмов не сводятся к сумме свойств их «биологических кирпичиков» – клеток;

ит.д.

Свойства заболевания как целостного явления, события (нозологической формы) не сводятся к сумме свойств составляющих его взаимосвязанных частных патологических процессов.

В целостной системе появляется **новое качество** – новая

совокупность свойств, появляется то, чего ранее не было.

В. А. Энгельгард говорил, что если  $A$  и  $B$  образуют  $C$ , то причина этого заключается в связке «и».

«Секрет» возникновения нового качества кроется в формировании *взаимосвязи*. То, что мы рассматриваем в данный момент в качестве элементов, на самом деле не является «элементарным», а, в свою очередь, состоит из взаимосвязанных «субэлементов». Сложное состоит из простого. Но простое также не элементарно.

Молекула воды (системный объект) состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Это ее элементы. Атом, в свою очередь, состоит из ядра и электронных оболочек. Это его элементы. При образовании молекулы воды элементом взаимосвязи становятся общие электронные оболочки. Происходит экзотермическая реакция: лишний элемент связи вышибается за пределы вновь образовавшейся системы, приобретающей новое качество, отличное от свойств исходных элементов. Для того чтобы произошел обратный процесс (разложение воды на водород и кислород), необходимы затраты энергии, электролиз, *«внедрение элементов связи по линиям дезингрессий»* (по А. А. Богданову).

И так во всем материальном мире, снизу доверху в его иерархическом устройстве. То обстоятельство, что элементы связи лежат в этой иерархии глубже рассматриваемого уровня, где видны только элементы, а связи часто не просматриваются, создает серьезнейшие гносеологические трудно-

сти. Иллюстрацией сказанного служит простой формальный пример:

$$A = (a \ \& \ b), B = (b \ \& \ c), A \ \& \ B = C, C = (a \ \& \ b \ \& \ c) + b,$$

где  $A, B$  – элементы;  $a, b, c$  – их составные части (субэлементы);  $C$  – вновь образованный более сложный системный объект;  $b$  – элемент связи между  $A$  и  $B$ ;  $\&$  – обозначение объединения, взаимосвязи.

«Лишний» в данном пространственно-временном интервале системного объекта  $C$  субэлемент  $b$  (по сумме в  $A$  и  $B$  их было два) «вышибается» за пределы новой системы. Отсюда: ***формирование связи возможно только при наличии одноименных субэлементов.*** Вышибленный субэлемент становится сигналом о происшедшем событии для принимающей системы, располагающей ***одноименным*** субэлементом, ***иначе этот сигнал не будет принят.*** Это информационный процесс. Иными словами: сигнал  $b$  может быть принят, только если приемник располагает своим субэлементом  $b$ , и соответственно, сигнал  $a$  – при наличии у приемника субэлемента  $a$ . Сказанное относится и к волновым процессам, к резонансу (в частности, к настройке приемника на определенную волну).

***Замечание.*** Новый, более сложный системный объект верхнего иерархического уровня образуется при объедине-

нии по меньшей мере двух объектов более низкого уровня (**атом & атом = молекула**). При объединении любого системного объекта с другими «своими» элементами получается системный объект того же самого уровня, но более «громоздкий» [**атом  $H$  & (2 нейтрона) & протон & электрон = все-таки атом** (водород гелий)].

Весь известный материальный мир может быть удобно описан таким образом. Это касается «вещественных» объектов и объектов «событий», т. е. того, что происходит с вещественными объектами. События также имеют свою системную иерархию, элементы и связи. При этом является очень важным тот факт, что сама связь «располагается» в системной иерархии глубже того уровня, который рассматривается в данный момент. Поскольку каждый элемент на самом деле является достаточно сложным, хотя и рассматривается как целостная структура, связь реализуется через общие их части. Это обстоятельство является причиной многих познавательных трудностей, в том числе и в диагностическом процессе.

Системные событийные связи являются пространственно-временными. Во временной шкале – от прошлого к будущему через настоящее – они становятся **причинно-следственными связями**, имеющими детерминистский или вероятностный характер. Вне системных объектов, в «куче событий» предшествующие события могут не быть причиной последующих («*после* этого не значит *вследствие* этого»).

Это очень важный элемент системного анализа.

Различают системы: **материальные** естественные и созданные искусственно и **идеальные (абстрактные)**, реализующие как мысленные представления о мире, так и лингвистические, и формальные их описания. Число иерархических уровней материальных систем, учитывая неизвестную глубину дифференциации материи, практически может считаться бесконечным, однако при их описании избирается некоторый уровень, принимаемый за базовый (например, кварк, молекула, биологическая клетка, деталь машины и т. д.). Число элементов и число связей на каждом иерархическом уровне системы конечно. Верхний уровень сложной системы определяет ее наименование, в соответствии с которым она и рассматривается как самостоятельный объект. Наивысшим уровнем материальных систем, вероятно, следует считать саму Вселенную. Число иерархических уровней идеальных систем определяется как нашими знаниями о мире, так и избранными масштабами при его описаниях. В свою очередь, выбор масштаба зависит от поставленных задач и определяется мерой достаточности для их решения. *Элемент* системы есть объект, рассматриваемый как целостный на данном иерархическом уровне сложной системы. Учитывая же, что на самом деле каждый такой элемент, в свою очередь, имеет иерархический системный характер, можно считать, что на более глубоком уровне по отношению к данному он также представлен в виде взаимосвязан-

ных «субэлементов» и т. д.

Таким образом, любой элемент описывается в виде целостного, «элементарного» только на том иерархическом уровне системы, который рассматривается в данный момент. Следовательно, **простейшая система состоит** по меньшей мере из **четырёх** объектов: системы как **целого**, **минимум двух элементов и хотя бы одного (суб)элемента связи** (взаимосвязи) между ними. Такая гипотетическая система («системный квант») рассматривается на **трех** иерархических уровнях: уровень **целого**, уровень **элементов** и уровень **связи**. **Объект** в данном контексте понимается как некая целостная структура (открытая, полуоткрытая или замкнутая относительно иных структур окружающей среды), характеризующаяся своим качеством (структурой и функцией) в некотором пространственно-временном интервале. Качество как совокупность свойств проявляется только во взаимодействии, в связях с окружающим миром. Поэтому, говоря о степени открытости или замкнутости объекта, имеют в виду только локальные свойства «верхнего системного уровня» рассматриваемого объекта, тем более что абсолютно замкнутых объектов, вероятно, не существует.

Следует подчеркнуть, что хотя в любой системной иерархии возникает новое качество со своими свойствами, общее число этих новых свойств может быть существенно меньше суммы свойств элементов нижележащих уровней.

Ниже будем различать системные объекты и объекты, яв-

ляющиеся невзаимосвязанной совокупностью (конгломератом) множества однородных или неоднородных составных частей. Будем называть такие несистемные объекты «кучей». Простое увеличение числа составных частей «кучи» не приводит к возникновению системы, к новому системному уровню, к новому качеству.

Количественные изменения переходят в качественные только в результате возникновения (или разрыва) взаимосвязи и формирования нового системного уровня.

Куча кирпичей может быть небольшой и огромной. При этом она сама не может преобразоваться в качественно новый объект. Если же использовать в качестве связи, например, известковый раствор, то можно построить дом, собор или тюрьму – качественно новые более сложные и разнообразные объекты, в основе которых находятся те же элементы – кирпичики.

В данном контексте куча не обязательно предполагает наличие большего или меньшего множества обычно одноименных объектов, и к ней неприменим формальный парадокс отсутствия четкой границы между «кучей» и «не кучей», например, песка, зерна и т. п. С системных позиций можно назвать кучей в том числе и кучу причинно-следственных невзаимосвязанных событий.

Сказанное относится не только к материальным, но и к идеальным объектам. Так, например, множество букв какого-либо алфавита, не складывающихся в слово, или множе-

ство различных слов какого-либо языка, лишенных в совокупности какого бы то ни было смысла, можно рассматривать как бессистемный конгломерат, кучу.

Учитывая реальную неоднородность материальных объектов, заметим, что *тождественность* является правомерным отношением лишь **идеальных** объектов и служит предпосылкой построения абстрактных образов и их классификаций. Каждый **материальный** объект обладает *собственными* пространственно-временными характеристиками. Пространственно-временная характеристика есть *атрибут* объекта. Общий пространственно-временной интервал присущ только взаимосвязанным объектам, т. е., по сути, одному объекту. Сказанное не относится к **абстрактным** объектам.

Объекты, высвобождаемые в процессе объединения, могут рассматриваться как сигналы, несущие информацию о соответствующих *событиях*. Будучи поглощены другими системными объектами, располагающими *одноименными* данным сигналам элементами, и вызвав при этом интерпретированные изменения (*события*) в соответствующих структурах этих объектов, сигналы передают информацию о событиях в их источнике.

Аристотель говорил, что, ответив на несколько вопросов, в принципе можно описать любые объекты.

Для полноты описания объекта-«вещества» достаточно ответить на вопросы: *что? (кто?), какой?, сколько?, чей*

(с кем?, с чем?), а для объекта-«события», – помимо *что?* и *какой?* – *где? (куда?, откуда?), когда? как?, почему?* и *зачем?* Понятно, что последний вопрос не всегда правомерен, так как ответ на него предполагает наличие цели. Отвечая на вопросы *какой?* и *как?*, мы выражаем свои представления и об устройстве объекта, и о характере его изменений. Ответы на эти вопросы формируют наши знания о системных объектах.

**Эти ответы включены в разрабатываемую мной новую системную иерархическую структуру компьютерной базы знаний (БЗ).**

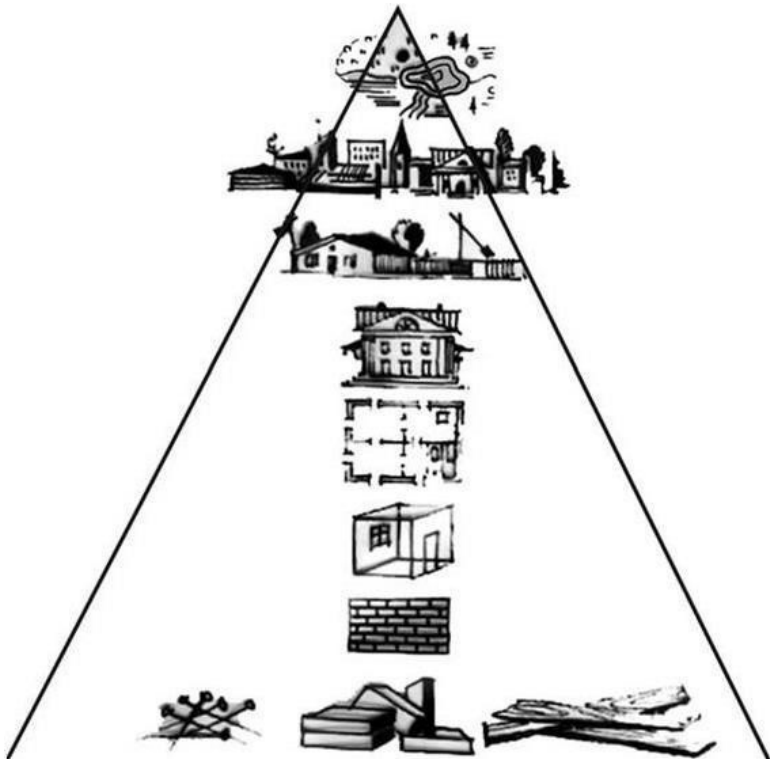
На одну часть вопросов можно дать наиболее адекватные и полные ответы содержательным языком, а на другую – формальным. Следует заметить, что средствами нижнего системного уровня адекватно описать объекты верхнего уровня невозможно. Это относится к любым способам описания.

Системный взгляд на реальный мир и происходящие в нем процессы в полной мере применим к структуре информационных процессов.

### *Таблица 3.1*

**Системная структура организма животного (снизу вверх)**

| Целое           | Элементы                              | Связи                                 |
|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Клетка          | Части клетки (мембрана, ядро и т. д.) | Белки и другие молекулярные структуры |
| Ткань           | Клетки                                | Части клеток                          |
| Часть органа    | Ткани                                 | Клетки                                |
| Орган           | Части органов                         | Ткани                                 |
| Система органов | Органы                                | Части органов                         |
| Организм        | Системы органов                       | Органы                                |



*Рис. 3.1.* Территориальная система (строительные материалы → населенные пункты)

*Таблица 3.2*

### **Система строительных событий**

| Уровень организации              | События-объекты                     | События-элементы  | События-связи     |
|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1. Базовый ( $S_{1t_1}$ )        | Сборка строительных плоскостей      | Связка досок      | Связка шипов      |
| 2. Промежуточный ( $S_{2t_2}$ )  | Сборка модуля (стена, пол, потолок) | Связка плоскостей | Связка досок      |
| 3. Промежуточный ( $S_{3t_3}$ )  | Сборка помещения                    | Связка модулей    | Связка плоскостей |
| 4. Промежуточный ( $S_{4t_4}$ )  | Сборка квартиры                     | Связка помещений  | Связка модулей    |
| 5. Заключительный ( $S_{5t_5}$ ) | Сборка дома                         | Связка квартир    | Связка помещений  |

Таблица 3.3

### Системная структура языка

| Лингвистическое выражение | Целое       | Элементы   | Связи      |
|---------------------------|-------------|------------|------------|
| Текст                     | Мысль       | Знания     | Данные     |
| Предложение               | Знания      | Данные     | Части слов |
| Слово                     | Данные      | Части слов | Буквы      |
| Слог                      | Часть слова | Буквы      | Сигналы    |
| Алфавит                   | Буква       | Сигналы    | Импульсы?  |

Следует заметить, что человеческий мозг *в каждый данный момент* способен сосредоточиться только на каком-либо одном уровне, поэтому каждый системный уровень следует описывать отдельно, что не исключает целесообразности описаний межуровневых связей. Сказанное также относится к вербальному и математическому модели-

рованию.

## Дополнение

Можно определить *системный анализ* как раскрытие структурно-функционального состояния иерархического объекта, а *системный синтез* — как логическое заключение о причинно-следственных связях тех или иных событий. Можно дать прямо противоположное определение, и оно также не будет ошибочным. Это, на первый взгляд, парадоксальное утверждение обусловлено тем, что и анализ, и синтез являются звеньями одного и того же процесса системного мышления, т. е. построения «мысленного сценария», отображающего сложные динамические процессы (события), происходящие со сложными иерархическими «вещественными» объектами реального мира в конкретных пространственно-временных интервалах.

Системный анализ и системное мышление являются достаточно надежными универсальными инструментами. Естественно, каждым инструментом надо уметь пользоваться. Попытке объяснить общие правила использования этих интеллектуальных инструментов посвящен ряд последующих глав.

# ГЛАВА 4

## СИСТЕМНАЯ ИЕРАРХИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Прежде чем приступить к непосредственному изложению материала этой главы, целесообразно ответить на вопрос: в чем *принципиальное* отличие информационных технологий человека от информационных технологий высших животных? Не количественное, а качественное. Конечно, мы считаем себя умнее животных, хотя в некоторых сферах интеллектуальной деятельности это и не так. Ответ очевиден. Все не наследуемые, а приобретенные за время жизни любой особи знания безвозвратно утрачиваются со смертью индивида. Человек же научился эти знания отчуждать, абстрагировать и фиксировать на внешних носителях в условной символической форме, сохраняя их для передачи другим людям, другим поколениям. Ни одно животное этого не умеет. Вероятно, это один из путей очеловечивания наших эволюционных предшественников.

В развитии таких информационных технологий человечество прошло большой путь: от наскальных рисунков, папируса, пергамента, иероглифов, клинописи, алфавита – до бумаги, книгопечатания, массовой прессы, современных про-

изведений искусства, радио, телевидения, видеотехники и т. д. Компьютер существенно расширил возможности информационного обеспечения, а с возникновением сетевых технологий появилось понятие глобализации информационного пространства.

При этом следует заметить, что практически все древние способы сохранения и передачи приобретенных знаний сохранились в той или иной форме. Например, традиционные пиктограммы в виде различных указателей и дорожных знаков являются прямыми наследниками первобытных наскальных рисунков.

В то же время имеет место отчетливая тенденция к символизации и стандартизации этих технологий. Не говоря уже о специфических языках математики, химии, нотных записей, сам по себе алфавит является комплексом согласованных условных знаков, которые, сочетаясь по согласованным же грамматическим правилам, дают возможность передавать сколь угодно сложные мысли.

**Система иерархического усложнения информационных процессов**, развивающаяся соответственно усложнению всех материально-энергетических видов взаимодействия в природе, может быть схематически представлена следующим образом.

**Микромир** – типичная картина «вышибания – поглощения» **одноименных** элементов связи в качестве сигналов, что обуславливает **избирательность** любого физического

и информационного взаимодействия.

Как только в раннем периоде образования Вселенной частицы типа **a** стали объединяться с частицами типа **b** (не конкретная **a** с конкретной **b**, а тип с типом) и начали образовываться частицы типа **c**, тем самым было положено начало физическому обобщению, классификации, что и явилось в итоге материальной основой абстрактного мышления.

**Неорганический макромир** — появление валентностей, вакансий с жесткими вариантами выбора связей (по типу «ключ – замок»). **Органический мир** — возникновение переносчиков (трансляторов) – поэтапный процесс передачи сигналов.

**Биологический мир** — появление феномена реактивности: 1) стимул – реакция (однозначная); 2) выбор реакции на основании интерпретации сигналов и формирования памяти.

Возникновение **генетического аппарата**, обеспечивающего жесткие информационные программы сохранения, функционирования и воспроизведения индивидов.

Стандартизация и в то же время пластичность всех информационных процессов. Множество **трансляторов**, обеспечивающих также сортировку и отбор необходимой информации.

Возникновение **катализаторов**, обеспечивающих необходимую системность биохимических, и в том числе инфор-

мационных процессов, а также реализующих их структур (сигналов, зафиксированных источников и приемников информации).

**Животные:** возникновение проблемы активного передвижения в пространстве для удовлетворения потребностей в материальных, энергетических и информационных ресурсах, в целях самосохранения и продолжения рода. Новый информационный аспект – **выбор решения** (как, куда и зачем двигаться).

**Нервная система:** Потребности, ощущения (сенсорное восприятие), эмоции, управление, обратная связь. Рефлексы (безусловные → условные), обучаемость. Анализ.

**Мозг.** «Мозг – это не орган мышления, а орган выживания, – такой же, как зубы, когти и ногти», – это высказывание принадлежит крупнейшему нейрокибернетику У. Р. Эшби. Мозг – орган, дающий его обладателю колоссальные преимущества в борьбе за существование.

Связанная с мозгом **специализация** биологических приемников информации — **органы чувств**.

**Специализация мозговых структур:** подкорка, мозжечок, кора. Возникновение принципиально **новых информационных функций** — **самосознания и мышления** (специфическое корковое «мыслеощущение»).

**Мышление человека.** Дальнейшая качественно новая социализация. Возникновение и развитие принципиально новых информационных технологий.

## **Информационные технологии человека**

Как уже было сказано в начале этой главы, человек стал тем, что он есть, когда научился отчуждать приобретенные (ненаследуемые) знания и записывать их в абстрагированной форме на внешних носителях для передачи другим людям и другим поколениям.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.