

Г. М. Нурмухамедов, Л. Ф. Соловьева

ИНФОРМАТИКА

Теоретические основы

**Учебное пособие
для подготовки к ЕГЭ**

Санкт-Петербург

«БХВ-Петербург»

2012

УДК 681.3.06(075.3)
ББК 32.973.я729
Н90

Нурмухамедов, Г. М.

Н90 Информатика. Теоретические основы. Учебное пособие для подготовки к ЕГЭ / Г. М. Нурмухамедов, Л. Ф. Соловьева. — СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 208 с.: ил. + CD-ROM — (ИиИКТ)

ISBN 978-5-9775-0871-1

Книга предназначена для углубленной подготовки учащихся 11 классов и выпускников общеобразовательных школ по теоретической информатике и включает следующие разделы: информатика и информация, устройство ЭВМ, двоичная арифметика, бинарная логика, информационные системы, информационные модели, основы теории алгоритмов, программный способ записи алгоритмов. Представленные материалы также могут быть полезны студентам средних специальных учебных заведений и младших курсов профильных вузов. Книга сопровождается авторским компакт-диском, содержащим электронную версию книги с элементами интерактивного обучения.

Для образовательных учреждений

УДК 681.3.06(075.3)
ББК 32.973.я729

Группа подготовки издания:

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зав. редакцией	<i>Елена Васильева</i>
Редактор	<i>Анна Кузьмина</i>
Компьютерная верстка	<i>Натальи Караваевой</i>
Корректор	<i>Наталья Першаковой</i>
Дизайн серии	<i>Инны Тачиной</i>
Цветовое решение обложки и коллаж	<i>Людмилы Соловьевой</i>

Подписано в печать 30.07.12.

Формат 60x90^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13.

Тираж 1000 экз. Заказ №

«БХВ-Петербург», 191036, Санкт-Петербург, Гончарная ул., 20.

Первая Академическая типография «Наука»
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12/28

ISBN 978-5-9775-0871-1

© Нурмухамедов Г. М., гл. 1–6, 2012

© Соловьева Л. Ф., гл. 7, 8, 2012

© Оформление, издательство «БХВ-Петербург», 2012

Оглавление

Введение.....	5
Глава 1. Информатика и информация	9
Что такое информатика.....	9
Структура информатики.....	12
Теоретическая информатика.....	12
Искусственный интеллект.....	14
Программирование.....	15
Прикладная информатика.....	16
Вычислительная техника.....	18
Кибернетика.....	18
Информация и ее свойства.....	19
Понятие «информация».....	19
Свойства информации.....	23
Вопросы и задания.....	27
Глава 2. Устройство ЭВМ.....	29
Современный персональный компьютер.....	29
Структура ЭВМ.....	29
Принципы работы ЭВМ.....	30
Эволюция ЭВМ.....	34
Появление первых ЭВМ.....	34
Первое поколение ЭВМ (1955–1960).....	34
Второе поколение ЭВМ (1960–1965).....	35
Третье поколение ЭВМ (1965–1970).....	35
Четвертое поколение ЭВМ (1970–1990).....	36
Пятое поколение ЭВМ (с 1990 г. и по настоящее время).....	36
Сравнительные характеристики ЭВМ различных поколений.....	37
Перспективы дальнейшего развития ЭВМ.....	37
Программное обеспечение ЭВМ.....	39
Элементная база ЭВМ.....	43
Понятие об элементной базе ЭВМ. Типы транзисторов.....	43
Полупроводниковые интегральные схемы.....	43
Технология изготовления полупроводниковых интегральных схем.....	45
Структура и принцип работы базовых электронных элементов.....	47
Инвертор.....	47
Вентиль.....	48
Триггер.....	50
Регистры.....	51
Вопросы и задания.....	52
Ответы и решения.....	54
Глава 3. Двоичная арифметика.....	57
Системы счисления.....	57
Преобразование чисел в различных системах счисления.....	61
Представление информации в ЭВМ.....	64
Арифметические операции с двоичными числами.....	67
Сложение и вычитание.....	67

Умножение и деление	68
Вопросы и задания	70
Ответы и решения	72
Глава 4. Бинарная логика	79
Алгебра логики.....	79
Законы алгебры логики	83
Одноактные и многотактные автоматы	85
Вопросы и задания	97
Ответы и решения	99
Глава 5. Информационные системы	105
Понятие «система».....	105
Понятие «информационная система»	111
Классификация информационных систем	114
Классификация по используемой технической базе.....	114
Классификация по степени автоматизации	115
Классификация по структурированности задач	117
Классификация по функциональному назначению	118
Вопросы и задания	119
Глава 6. Информационные модели	121
Понятие «модель».....	121
Понятие «информационная модель».....	124
Классификация информационных моделей	126
Вопросы и задания	132
Глава 7. Основы теории алгоритмов	133
Понятие алгоритма. Исполнители алгоритмов. Система команд исполнителя.....	133
Свойства алгоритмов и способы их записи	135
Базовые алгоритмические структуры	139
Построение алгоритмов и представление их в виде блок-схем	145
Исполнители алгоритмов	148
Вопросы и задания	153
Ответы и решения.....	158
Глава 8. Программный способ записи алгоритмов	163
Языки и среды программирования.....	163
Основные элементы языка Object Pascal	165
Операторы присваивания и ввода/вывода	172
Условные операторы. Простые и составные условия. Логические операции в условиях	174
Операторы цикла с параметром, предусловием и постусловием.....	178
Сортировка и поиск данных в массиве	185
Подпрограммы. Процедуры и функции. Принципы структурного программирования	189
Символьные и строковые переменные. Операторы, процедуры и функции обработки строковых переменных	194
Вопросы и задания	197
Ответы и решения	203
Заключение.....	207
Приложение. Описание компакт-диска	208

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие предназначено тем, кто решил поступать в технический вуз и будет сдавать ЕГЭ по информатике. Пособие можно использовать также в качестве основы для элективного курса, расширяющего знания учащихся в области теоретической информатики.

Книга и соответствующий курс включает 8 разделов: «Информатика и информация», «Устройство ЭВМ», «Двоичная арифметика», «Бинарная логика», «Информационные системы», «Информационные модели», «Основы теории алгоритмов», «Программный способ записи алгоритмов» и рассчитан на 70 часов учебного времени. Материал изложен компактно, в виде конспекта лекций, поэтому им удобно будет пользоваться и на уроках, и при подготовке к экзамену по информатике.

Книга сопровождается авторским компакт-дисксом, содержащим электронную версию изучаемого материала.

Учебно-тематический план курса «Информатика. Теоретические основы»

№ п/п	Тема	Количество часов		
		теория	практика	всего
1	Информатика и информация	2,5	1,5	4
1.1	Что такое информатика	0,5		0,5
1.2	Структура информатики	1	0,5	1,5
1.3	Информация и ее свойства	1	1	2
2	Устройство ЭВМ	5,5	3,5	9
2.1	Современный персональный компьютер	0,5		0,5

Продолжение

№ п/п	Тема	Количество часов		
		тео-рия	прак-тика	все-го
2.3	Программное обеспечение ЭВМ	1,5	0,5	2
2.4	Эволюция ЭВМ	0,5	0,5	1
2.5	Элементная база ЭВМ	1	1	2
2.6	Технология изготовления полупроводниковых интегральных схем	0,5	0,5	1
2.7	Структура и принципы работы базовых электронных элементов	1	1	2
3	Двоичная арифметика	3	3	6
3.1	Системы счисления	0,5	0,5	1
3.2	Представление информации в ЭВМ	1	1	2
3.3	Преобразование чисел в различных системах счисления	1,5	1,5	3
4	Бинарная логика	6	5	11
4.1	Алгебра логики	1	1	2
4.2	Законы алгебры логики	2	2	4
4.3	Однотактные и многотактные автоматы	3	2	5
5	Информационные системы	4		4
5.1	Понятие «система»	2		2
5.2	Понятие «информационная система»	1		1
5.3	Классификация информационных систем	1		1
6	Информационные модели	4		4
6.1	Понятие «модель»	1		1
6.2	Понятие «информационная модель»	1		1
6.3	Классификация информационных моделей	2		2

Окончание

№ п/п	Тема	Количество часов		
		теория	практика	все-го
7	Основы теории алгоритмов	6	6	12
7.1	Понятие алгоритма. Исполнители алгоритмов. Система команд исполнителя	0,5	0,5	1
7.2	Свойства алгоритмов и способы их записи	1	0,5	1,5
7.3	Базовые алгоритмические структуры	1,5	1,5	3
7.4	Построение алгоритмов и представление их в виде блок-схем	1,5	1,5	3
7.5	Исполнители алгоритмов	1,5	2	3,5
8	Программный способ записи алгоритмов	8	10	18
8.1	Языки и среды программирования	0,5		0,5
8.2	Основные элементы языка Object Pascal	1	1	2
8.3	Операторы присваивания и ввода/вывода	0,5	0,5	1
8.4	Условные операторы. Простые и составные условия, логические операции в условиях	1,5	1,5	3
8.5	Операторы цикла с параметром, предусловием и постусловием	1,5	2	3,5
8.6	Сортировка и поиск данных в массиве	1	2	3
8.7	Подпрограммы. Процедуры и функции. Принципы структурного программирования	1	1,5	2,5
8.8	Символьные и строковые переменные. Операторы, процедуры и функции обработки строковых переменных	1	1,5	2,5
	Резерв	2		2
	ИТОГО	41	29	70

ГЛАВА 1

ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИЯ

Что такое информатика



Вопрос для обсуждения

Информатика — это фундаментальная наука, прикладная дисциплина или совокупность информационных технологий?

Слово «*информатика*» (*informatique*) возникло в 1960-х гг. во Франции как объединение двух терминов — «*информация*» (*information*) и «*автоматика*» (*automatique*) и первоначально означало «информационная автоматика» или «автоматизированная переработка информации». Этот термин вошел в обиход и в других странах, в том числе в СССР, а затем и в России. Однако в англоязычных странах используется другой термин — *computer science* (*вычислительная наука*).

Информатика в современном ее представлении родилась с появлением ЭВМ, развивается вместе с развитием компьютерной техники и не может без нее существовать. За прошедшие полвека содержание понятия «информатика» трансформировалось так, что теперь информатика представляет собой единство разнообразных отраслей науки, техники и производства, связанных с переработкой информации во всех сферах человеческой деятельности.

Из множества определений информатики приведем несколько, лучше всего отражающих суть этого понятия.

**Определение**

Информатика — это наука, изучающая все аспекты получения, хранения, преобразования, передачи и использования информации [2].

**Определение**

Информатика — это область человеческой деятельности, связанная с процессами преобразования информации с помощью компьютеров и их взаимодействием со средой применения [1].

**Определение**

Информатика — комплексная научная и инженерная дисциплина, изучающая все аспекты разработки, проектирования, создания, оценки, функционирования, основанных на ЭВМ систем переработки информации, их применения и воздействия на различные области социальной практики. (*Принято на сессии годовичного собрания Академии наук СССР в 1983 г.*)

Во всех приведенных определениях понятия «информатика» используется другое проблемное понятие — «*информация*», т. е. происходит объяснение одного термина через другой, что само по себе не корректно. Истолкование понятия «информация» мы рассмотрим в разд. «*Информация и ее свойства*» далее в этой главе, а здесь приведем еще одно определение информатики.



Определение

Информатика — наука о формализации любых задач, разработке алгоритмов для их решения и решение этих задач с использованием компьютеров и компьютерных сетей [3]

В настоящее время информатика используется в самых разных областях науки, техники и производства, связанных с переработкой информации с помощью компьютеров и телекоммуникационных средств связи (компьютерных сетей), а также во всех сферах человеческой деятельности.

Предметом нашего рассмотрения является информатика как современная синтетическая наука, объединившая в себе множество различных аспектов классических наук (естественных и гуманитарных), связанных тем или иным образом с информационными объектами. Информация, как основной и единственный объект изучения в информатике, по своей сути очень многогранна и выступает в различных проявлениях. С учетом этого можно выделить в информатике ряд основных направлений, к рассмотрению которых мы перейдем в следующем разделе.



Рекомендуемая литература

1. Информатика: Учебник / Под ред. Н. В. Макаровой. — М.: Финансы и статистика, 1999.
2. Информатика: Энциклопедический словарь для начинающих / Сост. Д. А. Поспелов. — М.: Педагогика-Пресс, 1994.
3. Фридланд А. Я. Информатика: процессы, системы, ресурсы. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003.

Структура информатики

На рис. 1.1 представлена структура информатики как научной и прикладной дисциплины, в которой выделены шесть основных научно-технических направлений:

1. Теоретическая информатика.
2. Искусственный интеллект.
3. Программирование.
4. Прикладная информатика.
5. Вычислительная техника.
6. Кибернетика.

Эти разделы информатики перечислены не в порядке их важности или преемственности, а лишь с учетом удобства их расположения на рисунке. Краткая характеристика каждому направлению будет дана в указанном выше порядке.

Теоретическая информатика

Теоретический раздел любой науки базируется на *математических методах исследования*. Это относится и к информатике. Она использует методы математики для построения и изучения моделей обработки, передачи и использования информации, создает тот теоретический фундамент, на котором строится все здание информатики.

По своей природе информация дискретна и представляется обычно в символьно-цифровом виде в текстах и точечном виде на рисунках. С учетом этого в информатике широко используется математическая логика как раздел *дискретной математики*. (Соответствующий материал, посвященный математической логике, представлен в *главе 4 «Бинарная логика»*.) Следующее направление теоретической информатики — вычислительная математика, которая разрабатывает методы решения задач на компьютерах с использованием алгоритмов и программ.

Подраздел «Теория информации» (а также «Теория кодирования и передачи информации») изучает информацию в виде абстрактного объекта, лишённого конкретного содержания. Здесь исследуются

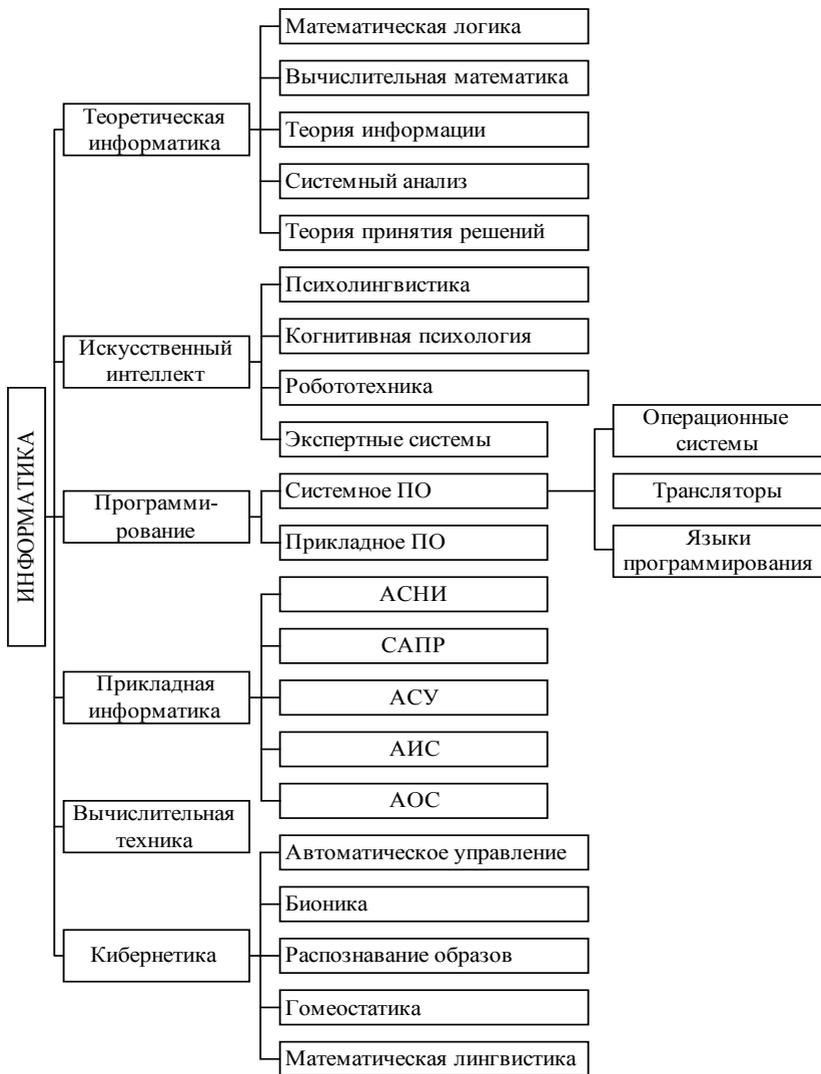


Рис. 1.1. Структура дисциплины «Информатика»

общие свойства информации и законы, управляющие ее рождением, развитием и уничтожением. Также изучаются те формы, в которые может отобразиться содержание любой конкретной элементарной единицы информации.

Системный анализ — еще одно направление теоретической информатики. В нем изучается структура реальных объектов, явлений, процессов и определяются способы их формализованного описания через информационные модели. *Имитационное моделирование* — один из важнейших методов *компьютерного моделирования*, в котором воспроизводятся процессы и явления, протекающие в реальных объектах.

Наконец, теория принятия решений изучает общие схемы выбора нужного решения из множества альтернативных возможностей. Такой выбор часто происходит в условиях конфликта или противоборства. Модели такого типа изучаются в теории игр.

Искусственный интеллект

Это направление информатики — одно из самых молодых, оно возникло в середине 1970-х гг. Однако именно искусственный интеллект определяет стратегические направления развития информатики.

Искусственный интеллект тесно связан с *теоретической информатикой*, из которой он заимствовал многие модели и методы (например, использование логических средств для преобразования знаний). Столь же прочны связи этого направления с *кибернетикой*. *Математическая и прикладная лингвистика*, *нейрокибернетика* и *гомеостатика* также теснейшим образом связаны с развитием искусственного интеллекта. И конечно, работы в этой области немыслимы без развития *систем программирования*.

Основная цель работ в области искусственного интеллекта — стремление проникнуть в тайны творческой деятельности людей, их способности к овладению знаниями, навыками и умениями. Для этого необходимо раскрыть те глубинные механизмы, с помощью которых человек способен обучиться практически любому виду деятельности. И если суть этих механизмов будет разгадана, то есть надежда реализовать их подобие в искусственных системах, сделав

их по-настоящему интеллектуальными. Такая цель исследований в области искусственного интеллекта тесно связывает их с достижениями *психологии* — науки, одной из задач которой является изучение интеллекта человека и в которой сегодня активно развивается особое направление — когнитивная психология. Исследования в нем направлены на раскрытие закономерностей и механизмов, связанных с процессами познавательной деятельности человека и интересующих специалистов в области искусственного интеллекта.

Другое направление психологии — психолингвистика — также интересует специалистов в области искусственного интеллекта. Ее результаты касаются моделирования общения не только с помощью естественного языка, но и с использованием иных средств — жестов, мимики, интонации и т. п.

Кроме теоретических исследований активно развиваются и прикладные аспекты искусственного интеллекта. Например, робототехника занимается созданием технических систем, которые способны действовать в реальной среде и частично или полностью заменить человека в некоторых сферах его интеллектуальной и производственной деятельности. Такие системы получили название *роботов*.

Экспертные системы — еще одно прикладное направление искусственного интеллекта. В отличие от других интеллектуальных систем, экспертная система имеет три главные особенности:

1. Она адаптирована для любого пользователя.
2. Она позволяет получать не только новые знания, но и профессиональные умения и навыки, связанные с данными знаниями, т. е. обеспечивает ответ не только на вопрос «что знать?», но и «как знать?».
3. Она передает не только знания, но и пояснения и разъяснения, т. е. обладает *обучающей функцией*.

Программирование

Программирование как научное направление возникло с появлением вычислительных машин и только программное обеспечение определяет эффективность использования ЭВМ. В настоящее

время это достаточно продвинутое направление информатики. В этой области работает значительное число специалистов, которые подразделяются на *системных* и *прикладных программистов*.

Системные программисты являются, как правило, специалистами очень высокого уровня и разрабатывают системное программное обеспечение, которое включает в себя операционные системы, языки программирования и трансляторы.

- **Операционные системы** обеспечивают функционирование вычислительной техники и предоставляют пользователю комфортные условия взаимодействия с компьютером.
- **Языки программирования** создаются для разработки прикладного программного обеспечения. В основном это языки высокого уровня, мнемоника и семантика которых близка к естественному языку общения людей. Кроме них существуют также машинные языки, которые используются непосредственно в ЭВМ и состоят из последовательности машинных команд, реализованных в системе команд микропроцессора. Для преобразования программ, написанных на языке высокого уровня, в программы на машинном языке используются специальные программы — **трансляторы**, которые также создаются системными программистами.

Прикладное или проблемно-ориентированное программирование ориентировано на разработку пользовательских программ для решения тех или иных задач, возникающих в различных областях науки, техники и производства. Например, в сфере образования используются пакеты *педагогических программных средств* (ППС), в состав которых входят обучающие и контролирующие программные средства по определенной предметной области.

Прикладная информатика

Достижения современной информатики широко используются в различных областях человеческой деятельности: в научных исследованиях (АСНИ — автоматизированные системы для научных исследований), в разработке новых промышленных изделий

(САПР — системы автоматизированного проектирования), в информационных системах (АИС — автоматизированные информационные системы), в управлении (АСУ — автоматизированные системы управления), в обучении (АОС — автоматизированные обучающие системы) и др.

Здесь нам следует подробнее остановиться на характеристике информационной системы.



Определение

Информационная система — это взаимосвязанная совокупность средств и методов, применяемых для хранения, обработки и выдачи информации в целях ее дальнейшего использования

Структурно ИС состоит из технического, математического, программного, информационного и организационного обеспечения.

Техническое обеспечение — это комплекс технических средств (компьютеры, устройства сбора, накопления, обработки, передачи и вывода информации, устройства передачи данных, линии связи и др.) с соответствующей документацией на них и на технологические процессы обработки данных.

Математическое и программное обеспечение — это совокупность используемых математических методов, моделей, алгоритмов и программ.

Информационное обеспечение — это банк данных, блок расшифровки запросов и блок поиска.

Организационное обеспечение — это совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие пользователей с техническими средствами системы.

Различные типы информационных систем перечислены ранее в этой главе.

Вычислительная техника

Материал, посвященный вычислительной технике, будет рассмотрен в главе 2 «Устройство ЭВМ».

Кибернетика

Термин «кибернетика» (от *греч.* κυβερνητης — кормчий) появился летом 1947 г. как результат обсуждения новой терминологии группой ученых во главе с Норбертом Винером, в течение целого ряда лет проводивших исследования в различных областях научных знаний (математической статистики, электросвязи, нейрофизиологии и др.), связанных с вопросами управления системами и объектами с помощью различного рода информационных сигналов. В 1948 г. Н. Винер опубликовал свою монографию под названием «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине». Идея «общей теории управления» получила новое развитие с появлением компьютеров, способных решать самые разные задачи.

В 1940-е гг. наряду с идеей об универсальности схем управления в кибернетике развиваются и другие идеи: идея универсальной символики, идея логического исчисления, идея измерения информации через понятия вероятностной и статистической (термодинамической) теорий. Все эти и ряд других идей и направлений исследования так называемой «ничейной территории» между различными уже сложившимися науками впоследствии стали основой кибернетики, которую, в свою очередь, вобрала в себя информатика после создания и развития компьютерной техники.

Из всех современных направлений этой науки в настоящее время наиболее активно развивается *техническая кибернетика*. В ее состав входит теория автоматического управления, которая стала теоретическим фундаментом *автоматики*. Трудно переоценить важность исследований в этой области: без них невозможны были бы достижения в области приборостроения, станкостроения, атомной энергетики и других систем управления промышленными процессами и научными исследованиями.

Ведущее место в кибернетике занимает и распознавание образов. Основная задача этой дисциплины — поиск решающих пра-

вил, с помощью которых можно было бы классифицировать многочисленные явления реальности, соотносить их с некоторыми эталонными классами. Распознавание образов — это пограничная область между кибернетикой и искусственным интеллектом, поскольку поиск решающих правил чаще всего осуществляется путем обучения, а обучение — это, конечно же, интеллектуальная процедура.

Еще одно научное направление связывает кибернетику с *биологией*. Аналогии между функционированием живых и неживых систем уже многие столетия волнуют ученых. Насколько принципы работы живых систем могут быть использованы в искусственных объектах? Ответ на этот вопрос ищет бионика — пограничная наука между кибернетикой и биологией. В свою очередь, *нейрокибернетика* пытается применить кибернетические модели в изучении структуры и действия нервных тканей.

Не так давно возникло (и еще находится в стадии формирования) еще одно научное направление кибернетики — гомеостатика, изучающее равновесные (устойчивые) состояния сложных взаимодействующих систем различного типа. Это могут быть социальные, автоматические системы и др.

Наконец, математическая лингвистика занимается исследованием особенностей естественных языков, а также моделей (формальных грамматик), позволяющих формализовать синтаксис и семантику таких языков. Это направление сегодня стало весьма актуальным в связи с развитием систем машинного перевода текстов с одних языков на другие.

Информация и ее свойства

Понятие «информация»

Слово «информация» относится к основополагающим терминам информатики и в переводе с латинского означает «сообщение», «разъяснение». До появления компьютерной техники это слово использовалось редко — в основном в специальной и технической литературе.

Впервые термин «информация» приводится в книге Н. Винера «Кибернетика», однако лишь в узком смысле — в составе понятия «количество информации».

В настоящее время термин «информация» используется очень широко как в быту и на производстве, так и в науке, образовании, технической и популярной литературе. При этом смысл термина «информация» столь широк, что зачастую может вступать в противоречие с его контекстным содержанием.

Во многих публикациях делаются попытки дать «фундаментальное», «универсальное» толкование этого термина, отображающее его мировоззренческий и философский смысл наряду с такими философскими категориями как вещество и энергия. И если два последних понятия относятся к материальному миру, то, в противовес им, термин «информация» связывается с идеальными, нематериальными субстанциями.

В книге В. Шнейдерова «Занимательная информатика» [8] отмечено, что в настоящее время известно более четырехсот определений термина «информация». Для примера приведем некоторые из них.



Определение

Информация — это содержание сообщения, сигнала, памяти, а также сведения, содержащиеся в сообщении, сигнале или памяти [4].



Определение

Информация — сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают имеющуюся о них степень неопределенности, неполноты знаний [3].

**Определение**

Информация — это понимание (смысл, представление, интерпретация), возникающее в аппарате мышления человека после получения им данных, взаимоувязанное с предшествующими знаниями и понятиями [6].

**Определение**

Информация: первоначально — сведения, передаваемые людьми, устным, письменным или другим способом (с помощью условных сигналов, технических средств и т. д.); с середины XX в. — **общенаучное** понятие, включающее обмен сведениями между людьми, человеком и автоматом, автоматом и автоматом; обмен сигналами в животном и растительном мире; передачу признаков от клетки к клетке, от организма к организму [1].

**Определение**

Информация — содержание сообщения или сигнала, сведения, рассматриваемые в процессе их передачи или восприятия; одна из исходных общенаучных категорий, отражающая структуру материи и способы ее познания, несводимая к другим, более простым понятиям [5].

Приведенные выше определения информации как основного понятия информатики очень сильно отличаются друг от друга, хотя почти везде постулируется, что *информация — это сведения*. Согласно определению из книги [1] информацией могут обмениваться не только люди, но и автоматы, в то время как, согласно книге [6],

информация возникает и существует лишь в мыслительном аппарате человека и нигде более. Как только эта информация отчуждается от человека, она превращается из сведений (смысла, знаний) в данные, и только если такие данные попадут к человеку, который знает закон (правила) интерпретации (придания смысла) этим данным, то у адресата данные вновь преобразуются в смысл. Причем смысл у источника и адресата в общем случае чаще всего не совпадает.

Подробно и обстоятельно понятие «информация» исследовано в книге [6]. Здесь же мы приведем лишь выводы из этого исследования.

1. Предлагается считать понятие «информация» субъективным понятием в том смысле, что понимание происходит только в аппарате мышления человека.
2. Человек не может получать информацию непосредственно. Он лишь может на основании каких-либо данных, представленных в виде сигналов, документов и т. д., сформировать у себя в аппарате мышления информацию о чем-либо.
3. Формирование информации в аппарате мышления человека происходит на основании как внешних данных, так и всего предшествующего опыта и знаний этого конкретного человека. Именно потому одно и то же сообщение, полученное разными людьми (или одним человеком, но в разное время), приводит к разным ответным реакциям.
4. Предложена модель процесса получения информации человеком:



5. Предложена модель передачи информации от человека:



На основе сказанного выше становится ясно, что информатика как наука имеет дело скорее не с информацией, а с *данными*, т. е. слова «информация» и «данные» там выступают как синонимы. Более того, в официальных документах, различных популярных изданиях, на бытовом уровне и т. д. термин «информация» чаще всего тоже выступает в значении «данные». Мы также будем придерживаться этого правила, помня, что «информация» — это «данные для нас», а просто «данные» — это «данные в себе».

Свойства информации

Одним из важнейших свойств информации является ее адекватность, т. е. степень соответствия образа, создаваемого с помощью полученной информации, реальному объекту (процессу, явлению). При этом различаются три формы адекватности информации: синтаксическая, семантическая и прагматическая [3].

1. *Синтаксическая адекватность* — отображает формально-структурные характеристики информации и не затрагивает ее смыслового содержания.
2. *Семантическая (смысловая) адекватность* — определяет степень соответствия информации об объекте самому этому объекту.
3. *Прагматическая (потребительская) адекватность* — отражает взаимоотношение информации и ее потребителя. Прагматический аспект связан с ценностью, полезностью использования информации потребителем для достижения им поставленной цели.

Меры информации. Информация (в смысле данных) всегда связана с некоторым материальным носителем: это может быть сигнал в любой материальной форме, числовой или символьный код на печатной основе и т. д. А поскольку любой материальный объект можно как-то измерить, то это относится и к информации.

Что же можно измерить в ней?

Во-первых, можно количественно определить *синтаксическую форму адекватности информации реальному объекту*. Степень адекватности описываемому объекту зависит от количества слов (символов), затраченных на описание модели этого объекта. Поскольку каждый символ естественного языка можно закодировать одним *байтом* (8 *бит*), то нетрудно вычислить полный объем информации, связанный с описанием любого объекта, процесса, явления. Это так называемый *алфавитный подход измерения количества информации*.

Существует и другой количественный подход — *кибернетический*, который учитывает ценность информации (ее *прагматическую адекватность*). Впервые он был предложен в работах К. Шеннона [7] и Н. Винера [2]. Изучая системы передачи информации, К. Шеннон пришел к выводу, что каждое элементарное сообщение на выходе системы уменьшает неопределенность исходного множества сообщений, причем собственно смысловой аспект сообщения в этом случае не имеет никакого значения. За *единицу количества информации* им было предложено принять «количество информации, передаваемое при одном выборе между двумя равновероятными альтернативами». Эта наименьшая единица информации называется битом. Информация в один бит уменьшает неопределенность информационной системы в два раза. Для вычисления среднего количества информации, связанного с положительным исходом некоторого события x из множества m событий, К. Шеннон предложил формулу:

$$H_x = -\sum p_i \log p_i,$$

где p_i — вероятность i -го события.

Эта формула (получившая название «формулы Шеннона») характеризует *энтропию* (меру неопределенности) системы. Зна-

чально это понятие появилось в физике и характеризует степень неупорядоченности (неопределенности) микросостояния, в котором система (например, термодинамическая) может находиться в данный момент времени.

Значение H_x достигает максимума для равновероятных событий, т. е. при $p_i = 1/m$ формула Шеннона упрощается:

$$H_{\max} = -\log p_i = \log m \text{ (формула Р. Хартли).}$$

П р и м е р. Рассмотрим систему с 256 возможными состояниями, например расширенную кодовую таблицу символов. Тогда H_{\max} будет равно 8 битам. Другими словами, восьми битов достаточно, чтобы точно описать исход любого события, связанного с кодовой таблицей (например, выборку определенного символа из этой таблицы).

Содержательный (субъективный) подход. Содержание информации, кроме уже рассмотренного количественного (объективного) параметра, также имеет *семантическую (смысловую) характеристику*, которая определяется способностью пользователя понимать поступившее сообщение. Эта способность зависит от *тезауруса* пользователя, т. е. от совокупности сведений и знаний, которыми располагает этот пользователь. Если тезаурус пользователя близок к нулю, то любая новая информация им не воспринимается (он ее просто не понимает), и в этом случае объем семантической компоненты информации для него равен нулю. Если поступившая информация не дает пользователю новых (полезных) знаний, то и в этом случае объем семантической компоненты информации также равен нулю. Максимальное же значение объема семантической компоненты информации пользователь получает, если поступившая информация понята им и несет ему новые сведения, знания. Таким образом, одно и то же сообщение может иметь важное смысловое содержание для компетентного пользователя и быть бессмысленным для пользователя некомпетентного.

Качество информации. Возможность и эффективность использования информации обуславливаются такими основными потребительскими показателями ее качества, как *содержательность*, *репрезентативность*, *достаточность*, *доступность*, *актуаль-*

ность, своевременность, точность, достоверность, устойчивость. Многие из этих показателей очевидны и не требуют пояснений, поэтому мы остановимся лишь на некоторых из них.

Содержательность информации отражает семантическую емкость, равную отношению объема семантической компоненты информации, содержащейся в сообщении, к объему обрабатываемых данных.

Репрезентативность информации связана с правильностью ее отбора и формирования для адекватного отражения свойств объекта.

Достаточность (полнота) информации означает, что она содержит минимальный, но достаточный для принятия правильного решения набор сведений. Как неполная, так и избыточная информация снижает эффективность принимаемых пользователем решений.



Рекомендуемая литература

1. Большой энциклопедический словарь. — М.: Большая Российская Энциклопедия, 1998.
2. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине: Пер. с англ. — М.: Советское радио, 1958.
3. Информатика: Учебник / Под ред. Н. В. Макаровой. — М.: Финансы и статистика, 1999.
4. Информатика: Энциклопедический словарь для начинающих / Сост. Д. А. Поспелов. — М.: Педагогика-Пресс, 1994.
5. Математический энциклопедический словарь. — М.: Советская Энциклопедия, 1988.
6. Фридланд А. Я. Информатика: процессы, системы, ресурсы. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003.
7. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике: Пер. с англ. — М.: Иностранная литература, 1963.
8. Шнейдеров В. С. Занимательная информатика. — СПб.: Политехника, 1994.

Вопросы и задания

1. В этой главе было приведено несколько различных определений понятия «информатика». Какое из них, на ваш взгляд, наиболее точно и полно отражает сущность этого понятия?
2. Используя древовидную структуру направлений развития современной информатики (см. рис. 1.1), укажите в ней разделы научной информатики. Обоснуйте свой выбор.
3. В чем состоит принципиальное различие между кибернетикой и информатикой?
4. В чем заключается различие между направлениями «Искусственный интеллект» и «Кибернетика»?
5. В этой главе приведено несколько разных определений и толкований понятия «информация». Какое из них вам представляется наиболее полно отражающим сущность этого понятия?
6. Охарактеризуйте основные свойства информации.
7. Какие подходы можно использовать для измерения количества информации?
8. С чем связано появление такой единицы измерения количества информации как *бит*?

ГЛАВА 2

УСТРОЙСТВО ЭВМ

Современный персональный компьютер



Вопрос для обсуждения

1. Каким стал бы компьютер, если бы вместо двоичной элементной базы для него была использована многозначная?
2. Как будет работать ЭВМ, построенная на оптической, химической, биологической и другой элементной базе?

Структура ЭВМ

Структура ЭВМ (рис. 2.1) не зависит от ее технических характеристик, размеров и назначения — она одинакова для любой ЭВМ!

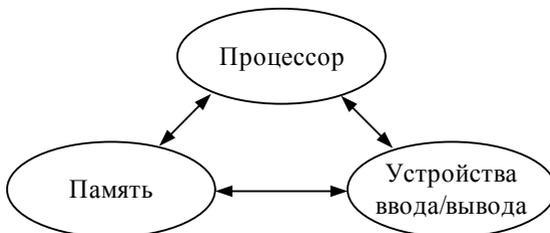


Рис. 2.1. Структура ЭВМ (общий вид)

Процессор является «сердцем» ЭВМ. Он исполняет программы и управляет работой остальных узлов машины.

Память подразделяется на *внутреннюю (оперативную и постоянную)* и *долговременную*.

Устройства ввода/вывода обеспечивают взаимодействие ЭВМ с человеком и с различными внешними информационными объектами.

Подробнее о назначении и характеристиках отдельных блоков и узлов ЭВМ мы поговорим в следующем разделе.

Принципы работы ЭВМ

Принципы работы ЭВМ мы рассмотрим на примере *персонального компьютера (ПЭВМ, ПК)*.

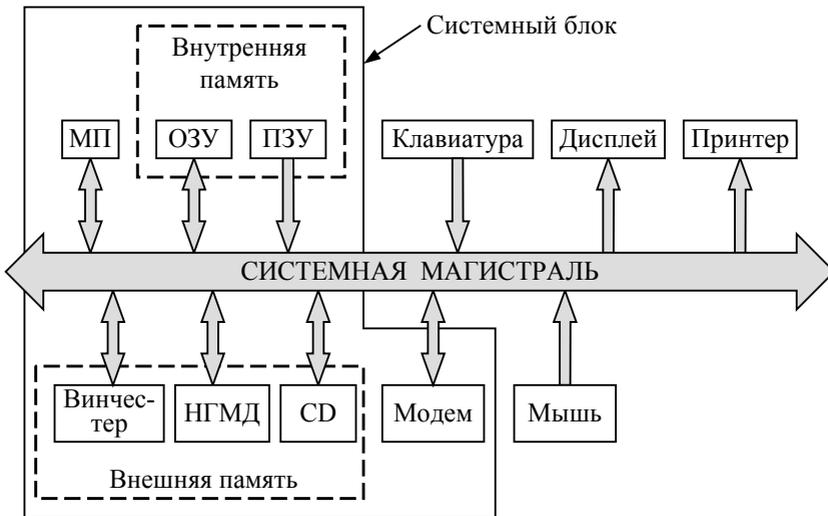


Рис. 2.2. Структура персонального компьютера

На рис. 2.2 представлена структура ПК. Его основу составляет **системный блок**, в котором размещены **микропроцессор (МП)**, блоки **оперативного запоминающего устройства (ОЗУ)** и **постоянного запоминающего устройства (ПЗУ)**, устройство *долго-*