

**Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова**  
**Химический факультет**

**Междисциплинарный университет Бекмана**

**Профессор, д.х.н.**

**И.Н. Бекман**

**ИНФОРМАЦИЯ, ИНФОРМАТИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Курс лекций**

**Москва, 2015**

**Аннотация**

Информация, информатика и информационные технологии – конспект курсов лекций "Информатика" и "Компьютерные науки", прочитанных профессором И.Н. Бекманом на химическом факультете Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. В учебном пособии изложены современные взгляды на информацию во всех её основных видах (термодинамическая, техническая и смысловая), обсуждены её свойства, способы передачи и хранения, основные компоненты информатики, как науки и многочисленные сферы приложений информационных технологий. Серьёзное внимание уделено использованию компьютеров для обработки данных и поиску информации в сети Интернет. Обсуждены возможности применения вероятностных подходов в сфере переработки информационных потоков. Во второй части книги разъяснены некоторые особенности компьютеров и техники программирования, необходимые для понимания работы современных информационных систем. Рассмотрены такие темы, как вычислительная техника, вычислительные машины, кодирование информации, информация в компьютере, логические основы компьютеров, алгоритмы, языки программирования, операционные системы, программное обеспечение и графические редакторы.

**Содержание полного курса лекций**

1. Предисловие
2. Информация
3. Классическая термодинамика
4. Термодинамическая энтропия
5. Статистическая энтропия
6. Техническая информация и энтропия в историческом контексте
7. Техническая информация
8. Энтропия и информация
9. Информационные парадоксы
10. Теория информации
11. Передача информации
12. Кодирование информации
13. Смысловая информация и способы обращения с ней
14. Информация в Интернете
15. Информация в микро и макромире
16. Информация в биологических системах и в обществе
17. Информация, хаос и фракталы
18. Информация в компьютере (алгоритмы, языки программирования, операционные системы, программное обеспечение, графические редакторы, базы данных, базы знаний, системы автоматизированных проектных работ, Autocad).
19. Искусственный интеллект
20. Информационный бизнес
21. Защита информации
22. Заключение.

## Оглавление

Предисловие .....	3
Лекция 1. ИНФОРМАЦИЯ И НАУКИ О НЕЙ.....	6
1. Науки об информации.....	6
2. Информационные технологии.....	6
3. Компьютерные науки и технологии.....	7
4. Кибернетика .....	8
5. Информатика как наука.....	10
6. История информатики.....	12
7. Знание.....	18
8. Теоретическая и прикладная информатика .....	19
9. Структура информационной технологии.....	22
10. Информационные системы.....	22
Лекция 2. ИНФОРМАЦИЯ .....	25
1. Определение понятия информация .....	25
2. Характеристики информации .....	33
2.1 Свойства информации.....	34
2.2 Виды информации.....	35
2.3 Качество информации.....	36
2.4 Количество информации.....	36
2.5 Ценность информации .....	38
2.6 Информационные процессы.....	40

## Предисловие

Информация, наряду с веществом, энергией, пространством-временем, – важнейший компонент нашего мироздания. Информация – нематериальная составляющая материального мира, чем и любопытна эта философская категория. Информация обеспечивает и сведения об объектах и явлениях как внутренней, так и окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают имеющуюся о них степень неопределенности, неполноты знаний о физическом, химическом или биологическом явлении.

Поэтому не удивительно, что для анализа информации была создана новая наука – информатика, а для управления ею – информационная технология.

В настоящее время информатика, как сверхтекущий флюид, проникла во все сферы жизни и деятельности, как отдельного человека, так и общества в целом. При этом надо понимать, что наука информатика в первую очередь занимается неживой природой – термодинамикой физико-химических процессов, космическими явлениями, квантовыми состояниями и т.п. Везде, где порядок борется с беспорядком, где царствует энтропия, там всеми процессами правит и её Альтер эго (*Alter ego*) – информация.

В неживой природе информация есть, но информатики нет: информатику космосу навязывает человек. А вот живая природа активно и непосредственно использует информационный обмен. Пчёлы, сообщающие в улей информацию о местонахождении цветов с нектаром, сойка, благим матом оповещающая лес, что в него вошёл человек, токующий глухарь, гусь, собравший стаю, и обеспечивший благополучный перелёт на несколько тысяч километров – лишь отдельные примеры. Здесь важно, что информатика в дикой природе обходится без каких-либо научных оснований, технологий и компьютеров. Без этой науки обходятся кумушки на завалинке, сплетники, мифотворцы и клеветники. Информация способна распространяться без технических средств, причём весьма интенсивно.

Человечеству природных средств показалось недостаточно и оно само разработало множество способов передачи и хранения информации, накопило значительные информационные ресурсы: книги, учебники, статьи, патенты, диссертации, отчёты, картины, фильмы, патенты, записки очевидцев и т.д. и т.п. Лавинообразный рост информации связан с тем простым фактом, что информационные ресурсы (в отличие от других видов ресурсов – трудовых, энергетических, минеральных и т.д.) тем быстрее растут, чем больше их расходуют.

***Информатика – наука, изучающая общие свойства и процессы отражения материи, порядок в материи, её структурированность и отражение в сознании человека, общества.***

Тысячи лет своей сравнительно недолгой истории человечество занималось обработкой информации, прекрасно обходясь без определения понятия «информация», без науки Информатики, используя информационную технологию на базе узелков, наскальной росписи, татуировок, канцелярских счётов, письменности и пения. Большое внимание уделялось способам передачи информации: тамтамы, сигнальные огни, голуби, посланники-вестники-гонцы-курьеры, почта, телеграф и т.п. Первое осмысление, первые теоремы и первые теории в Информатике появились после появления радио и азбуки Морзе, когда возникла проблема оптимизации передачи больших объёмов информации и появилась задача передачи информации без искажений. Мощный всплеск развития информатики и информационных технологий начался после изобретения компьютеров и создания сети Интернет.

Компьютеры (слово компьютер произошло от слова вычислять) сначала предназначались для математического моделирования и обработки данных. Затем они оказались полезными для манипулирования с текстовой, графической, визуальной, аудио- и видео- информацией. На базе компьютеров была создана такая мощная информационная система, как Интернет. Система Интернет базируется на компьютерах (хотя и не связана с конкретными носителями, разрушение многих из них не отразится на работе Интернета в целом), но выход в систему не требует от пользователя обязательного использования компьютера. *Бедуин, пересекающий на верблюде Сахару, выходит в Интернет и уточняет путь по мобильному телефону.* Тем не менее, современные электронные компьютеры, несмотря на всю свою примитивность, играют в информационных технологиях важную роль.

Успехи по внедрению компьютеров в Информатику оказались настолько велики, что появились учёные-преподаватели, понимающие под Информатикой компьютерные науки и компьютерные технологии. Такой подход напоминает почвовед, излагающего свой предмет, как науку и технологию применения лопат, вил и граблей в растениеводстве, или врача, призывающего диагностировать рак по показаниям градусника под мышкой, дворника, который не может убрать двор без лома. Компьютер для информатики, всё равно, что половая тряпка для уборщицы.

В информатике компьютер – важное средство, но не принципиальное: при рассмотрении информационных теорий без него вполне можно обойтись.

В данном курсе лекций при обсуждении информации и информатики мы продолжительное время продержимся без счётных палочек, арифмометров и компьютеров, и

только в заключительной части обратим внимание на компьютеры и посмотрим, как их можно использовать в сфере информационных технологий.

Современная ситуация в науке и обществе складывается так, что важнейшей составляющей образованности человека является свободное владение информационными технологиями, так как деятельность людей всё в большей степени зависит от информированности и способности эффективно использовать информацию. Сегодня квалифицированный специалист любого профиля (как технического, так и гуманитарного) должен уметь находить, обрабатывать и использовать информацию с помощью компьютеров и других вычислительных и телекоммуникационных средств, которые доступны в эпоху его существования. Знания информатики и информационных технологий – необходимые требования профессиональной пригодности в XXI веке.

Некоторые аналитики полагают, что человечество вступило в эру построения информационного общества. Это мнение основано на том, что сейчас:

- большинство работающих (~80%) занято в информационной сфере, т.е. сфере производства информации и информационных услуг;
- обеспечена возможность доступа любому члену общества практически в любой точке территории в приемлемое время к нужной ему информации (за исключением государственной и коммерческой тайны);
- информация - важнейший стратегический ресурс общества и занимает ключевое место в экономике, образовании, культуре.

*«Кто владеет информацией – тот владеет миром», – сказал ещё в 18-том веке – Майер Ротшильд, основатель династии банкиров.*

Фундаментальность информатике придаёт широкое и глубокое использование математики, формальных методов и средств, общность и фундаментальность её результатов, их универсальная методологическая направленность в производстве знаний. В этом смысле математическая информатика аналогична "наукам на стыке": математической физике, физической химии, медицинской радиохимии и др.

Конечно, сейчас наука информатика развита слабо. Существует потребность в разработке более полных, точных и адекватных способов исследования информационных процессов и систем, с целью выявления их важнейших характеристик, прогноза развития, повышения надежности принимаемых решений. Формулировка законов эволюции информационных систем позволит расширить границы применимости знаний и построить технологии их применения.

В первом приближении можно считать, что информатика состоит из четырех основных частей.

- физическая информация (виды: термодинамическая – в стиле Клаузиуса-Кельвина и статистическая – в стиле Больцмана-Гиббса-Планка-Эйнштейна, равновесная и неравновесная);
- техническая информация (передача информации по линиям связи (например, радио + азбука Морзе); её описание ведётся различными способами: комбинаторным, вероятностным и алгоритмическим; в стиле Фриша-Хартли-Шеннона-фон Неймана-Винера, Колмогорова и др.);
- компьютерная информация (перемещение и хранение информации в компьютере; языки программирования и алгоритмы, компьютерные науки во всём их разнообразии);
- смысловая информация (семантическая информация и дезинформация, СМИ; *"одна баба сказала"*, способы передачи, переработки, хранения и защиты сообщения; базы данных и знаний).

Есть и другие разделы информации (например, квантово-механическая) но рассмотрение их выходит за пределы этого курса. А вот информационными парадоксами мы займёмся детально.

Серьёзное внимание будет уделено многочисленным практическим применениям информационных идей.

Информационные разделы различны по своей идеологии и математическому описанию. Мы их попытаемся объединить в одно целое с помощью энтропии и фрактальной геометрии, т.е. с помощью мер порядка, беспорядка и частично упорядоченного (детерминированного) хаоса.

Наука информатика возникла сравнительно недавно, так что ни её определение, ни цели, ни задачи до сих пор не сформулированы. Часто эту науку путают то с компьютерными науками, то с кибернетикой, то с теорией вычислений. Физики и химики считают её разделом термодинамики, относя её формальное описание к сфере математической физики. Не меньшая путаница царит в определениях информационной и компьютерной технологий.

Мы здесь под информатикой будем понимать науку об общих свойствах информации, закономерностях и методах её поиска и получения, хранения, передачи, переработки, распространения в квантовых системах, во вселенной, в растительном и животном мире, а также



науку о способах её использования для решения задач термодинамики, молекулярной физики и общественного устройства.

В данной лекции мы рассмотрим историю информатики, её структуру и направления развития. Упомянем мы и о применении информационных наук и технологий в различных видах человеческой деятельности.

# Лекция 1. ИНФОРМАЦИЯ И НАУКИ О НЕЙ

## 1. Науки об информации

В настоящее время известно ~500 определений термина «информация», но ни одного – исчерпывающего. Более того, если информацию воспринимать как основную сущность мироздания (наряду с веществом и энергией), а сейчас это модно, то её вообще нельзя определить в каких-либо простых терминах. Ни сейчас, ни в будущем.



Термина «информация» нет, а наука «Информатика» есть. Есть и «Информационные технологии» – часть индустрии, в которой изучается и используется некая субстанция – информация.

**Информатика** – совокупность дисциплин, изучающих свойства информации, а также способы представления, накопления, обработки и передачи информации.

Определение не точное, но пока для нас достаточное.

Информацию мы определить не можем, информатику – с трудом, зато можем определить информационную технологию. Правда, тоже не без труда.

## 2. Информационные технологии

Типичный пример путаницы в умах – определение даваемое энциклопедией «Википедия», где компьютерные и информационные технологии оказываются синонимами:

**Компьютерные технологии** или **Информационные технологии** – обобщённое название технологий, отвечающих за хранение, передачу, обработку, защиту и воспроизведение информации с использованием компьютеров. Невозможно представить себе современные области производства, науки, культуры, спорта и экономики, где не применялись бы компьютеры. Компьютеры помогают человеку в работе, развлечении, образовании и научных исследованиях. Компьютерные технологии - это передний край науки XXI века. (Здесь особенно мило, что технология, оказывается, край науки! Несмотря на свою современную недоразвитость, компьютерные технологии, действительно помогают человеку, но и грабли помогают садоводу. Следует ли отсюда, что садоводство – технология применения граблей?! Или без граблей яблони не плодоносят?).

Между тем, очевидно: есть ли компьютеры, нет ли компьютеров – информатику это не интересует.

Существует определение информационных технологий, в котором компьютеры упоминаются лишь между прочим, например:

**Информационные технологии (ИТ)** – широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям управления и обработки данных, в том числе, с применением вычислительной техники. До недавнего времени под информационными технологиями чаще всего понимали компьютерные технологии, поскольку обычно информационные технологии имеют дело с использованием компьютеров и программного обеспечения для хранения, преобразования, защиты, обработки, передачи и получения информации. Сейчас спецов по компьютерной технике и программированию называют ИТ-специалистами.

К этому типу определений можно отнести определение, принятое ЮНЕСКО:

**Информационные технологии** – комплекс взаимосвязанных, научных, технологических, инженерных дисциплин, изучающих методы эффективной организации труда людей, занятых обработкой и хранением информации; вычислительную технику и методы организации и взаимодействия с людьми и производственным оборудованием, их практические приложения, а также связанные со всем этим социальные, экономические и культурные проблемы. Сами ИТ требуют сложной подготовки, больших первоначальных затрат и

научноёмкой техники. Их введение должно начинаться с создания математического обеспечения, формирования информационных потоков в системах подготовки специалистов. Отрасль информационных технологий занимается созданием, развитием и эксплуатацией информационных систем.

Существуют, наконец, определения информационной технологии, в которых компьютеры не упоминаются вовсе, например

**Информационная технология** - совокупность конкретных средств, с помощью которых человек выполняет разнообразные операции по обработке информации во всех сферах своей жизни и деятельности. (Причём здесь человек, интересно? А животное, птица, рыба информацию не обрабатывают что ли?! Ещё как!)

**Информационная технология** – совокупность методов, объединённых в технологическую цепочку, обеспечивающую сбор, хранение, обработку, вывод и распространение информации. Информационные технологии предназначены для снижения трудоёмкости процессов использования информационных ресурсов.

Именно так мы и будем понимать информационную технологию в данном курсе лекций. В этом смысле информационная технология – просто прикладная информатика.

Если отвлечься от живой природы и сосредоточиться исключительно на паразитирующем на ней элементе – человеке, то информационная технология включает в себя такие компоненты, как информатика, компьютерные технологии, Интернет и Всемирная паутина, Веб-разработки, управление знанием, добыча и хранение данных, базы данных, информационная архитектура, линии связи, информационная безопасность, криптография, искусственный интеллект и др. Можно выделить такие направления, как теоретическая информатика, кибернетика, программирование, информационные системы, вычислительная техника, информатика в обществе, информатика в природе, информация в науке (в первую очередь - в термодинамике), технике и медицине.

Перечислим некоторые реализации информационных технологий, используя традиционные сокращения.

АСУ – автоматизированные системы управления – комплекс технических и программных средств, которые во взаимодействии с человеком организуют управление объектами в производстве или общественной сфере. АСУТП – автоматизированные системы управления технологическими процессами. Например, такая система управляет работой станка с числовым программным управлением (ЧПУ), процессом запуска космического аппарата и т.д.

АСНИ – автоматизированная система научных исследований – программно-аппаратный комплекс, в котором научные приборы сопряжены с компьютером, вводят в него данные измерений автоматически, а компьютер производит обработку этих данных и представление их в наиболее удобной для исследователя форме.

АОС – автоматизированная обучающая система. Есть системы, помогающие учащимся осваивать новый материал, производящие контроль знаний, помогающие преподавателям готовить учебные материалы и т.д.

САПР-система автоматизированного проектирования – программно-аппаратный комплекс, который во взаимодействии с человеком (конструктором, инженером-проектировщиком, архитектором и т.д.) позволяет максимально эффективно проектировать механизмы, здания, узлы сложных агрегатов и др.

Упомянем также диагностические системы в медицине, системы организации продажи билетов, системы ведения бухгалтерско-финансовой деятельности, системы обеспечения редакционно-издательской деятельности – спектр применения информационных технологий чрезвычайно широк.

В настоящее время информационные технологии развиваются в направлении создания нейронных сетей и специальных методов эволюционных вычислений на основе более мелких «неинтеллектуальных» элементов, т.е. систем, по мере возможности (весьма ограниченной!), копирующих биологические системы.

### 3. Компьютерные науки и технологии

Словом «компьютер» сегодня обозначают электронные вычислительные машины. (Далеко не все современные вычислительные машины, используют в своей работе электроны, например, известны компьютеры, работающие на элементах струйной автоматики, где рабочее вещество – газ; накопилось уже много типов безэлектронных вычислительных машин, причём число их быстро растёт и не исключено, что в будущем слово «электронные» вообще выпадет из определения вычислительных машин). Компьютеры – прежде всего вычислители, и задача компьютерной науки – повышение эффективности расчётов. Конечно, компьютеры используют информацию, но она для них – не главное, главное – аппаратура, языки и алгоритмы (а обмен

информацией можно провести и без компьютеров, теми же мобильниками, к примеру, не говоря уж о передаче мысли на расстоянии).



Различие с информационными технологиями понятно из перечисления компонентов компьютерных наук: программное обеспечение и его структура, алгоритмы, операционные системы и их функции, данные, файлы и вычислительные программы, файловая система, интерфейс пользователя, графический и текстовый редакторы, электронные таблицы, системы управления базами данными, локальные и глобальные компьютерные сети и др.

В настоящее время, по эффективности переработки информации, электронно-вычислительные машины кардинально уступают биологическим системам (до уровня освоения информации муравьём, компьютеру ещё пахать и пахать), но, возможно, внедрение в широкую практику квантовых компьютеров изменит эту ситуацию к лучшему (конечно, если идею квантового компьютера кому-то когда-то удастся реализовать).

Компьютеров не было, а информатика была, теперь компьютеры из информатики вытесняются, а информатика продолжает расцветать. Очевидно, что развитие науки и техники ведёт к переходу информационных технологий на технику, не требующую использования вычислительных машин, по крайней мере, в их современном виде.

## 4. Кибернетика

Довольно долго (особенно в России) под информационными технологиями понимали кибернетику, так что даже историю развития информатики излагали как историю кибернетики. Теперь, однако, информационная технология и кибернетика размежевались окончательно.

**Кибернетика** (от греч. *Κυβερνήτης* – «кормчий», «искусство управления», – «правляю рулём, управляю») – наука об общих закономерностях процессов управления и передачи информации в машинах, живых организмах и обществе.

В теории информации термин кибернетика впервые был предложен Норбертом Винером в 50-х годах, который определял её как «науку о связи и управлении в машине и организме». С. Бир назвал её наукой эффективной организации, а Г. Пак расширил определение, включив потоки информации «во все медиа», начиная с Галактик и заканчивая мозгом.

**Замечание.** Слово "кибернетика" сначала упоминалось в контексте «исследования самоуправления» Платоном в «Законах», для обозначения управления людьми. Слово «*cybernetique*» применялось почти в современном значении в 1830 французским физиком, систематизатором наук Андре Ампером (1775–1836), для обозначения науки управления в его системе классификации человеческого знания.

Кибернетика включает изучение обратной связи, чёрных ящиков, и производных концептов, таких как управление и коммуникация в живых организмах, машинах и организациях, включая самоорганизации. Она фокусирует внимание на том, как что-либо (цифровое, механическое или биологическое) обрабатывает информацию, реагирует на неё и изменяется или может быть изменено, для того чтобы лучше выполнять первые две задачи. Философское определение кибернетики описывает кибернетику как «искусство обеспечения эффективности действия». Кибернетика соединяет системы управления, теории электрических цепей, машиностроения, логического моделирования, эволюционной биологии, неврологии, антропологии, и психологии, теорию игр, теорию систем, психологию (особенно такие её разделы, как нейропсихология и познавательная психология), философию, и архитектуру. Интересно, что

термин информация в определениях кибернетики вообще никак не участвует, хотя, конечно, информация в кибернетике присутствует.

***Кибернетика – междисциплинарные исследования структуры регулирующих систем.***

Кибернетика близко связана с теорией управления и теорией систем. Она применима к физическим, биологическим и социальным системам. Кибернетика полезна, когда система вовлечена в замкнутую цепь сигнала, где действие системы вызывает некоторое изменение в окружающей среде, а это изменение проявляется на системе через информацию/обратную связь, что вызывает изменения в поведении системы. Эти «круговые причинные» отношения необходимы и достаточны с точки зрения кибернетики. ки.

Согласно современному определению, кибернетика – наука об управлении, связи и переработки информации. Основной объект исследования – кибернетическая система, рассматриваемая абстрактно, вне зависимости от её материальной сущности. Примеры кибернетических систем – автоматические регуляторы в технике, компьютеры, человеческий мозг, биологические популяции, человеческое общество. Каждая такая система представляет собой множество взаимосвязанных объектов, способных воспринимать, запоминать и перерабатывать информацию, а также обмениваться ею. Теоретическое ядро кибернетики составляют теория информации, теория алгоритмов, теория информации, исследование операций, теория оптимального управления, теория распознавания образов. Кибернетика разрабатывает общие принципы создания систем управления и систем для автоматизации умственного труда. Основные технические средства для решения задач управления – компьютеры. Поэтому возникновение кибернетики как науки связано с созданием в 40-х гг. 20 в этих машин, а её развитие в теоретических и практических аспектах – с прогрессом вычислительной техники.

***Обратная связь в кибернетике, теории управления, радиотехнике – это процесс, приводящий к тому, что результат функционирования какой-либо системы влияет на параметры, от которых зависит функционирование этой системы. Здесь на вход системы подаётся сигнал, пропорциональный её выходному сигналу (или являющийся функцией этого сигнала). Часто это делается преднамеренно, чтобы повлиять на динамику функционирования системы. Обратные связи применяются в самых различных областях, включая электронику, экономику, биологию и т. п. Различают положительную и отрицательную обратную связь. Отрицательная обратная связь изменяет входной сигнал таким образом, чтобы противодействовать изменению выходного сигнала. Это делает систему более устойчивой к случайному изменению параметров. Положительная обратная связь, наоборот, усиливает изменение выходного сигнала. Системы с сильной положительной обратной связью проявляют тенденцию к неустойчивости, в них могут возникать незатухающие колебания, т.е. система становится генератором.***

***Чёрный ящик***– термин, используемый для обозначения системы, механизм работы которой очень сложен, неизвестен или неважен в рамках данной задачи. Такие системы имеют «вход» для ввода информации и «выход» для отображения результатов работы. Состояние выходов обычно функционально зависит от состояния входов. Если механизм работы неважен, то зависимость результатов от входных данных известна; концепция чёрного ящика при этом используется, чтобы не отвлекаться на внутреннее устройство. Однако такой подход может дать ошибку при использовании устройства на пределе его возможностей. Важно, что если два "чёрных ящика" взаимодействуют между собой, то делают они это только путем обмена информацией.

***Теория управления*** – наука о принципах и методах управления различными системами, процессами и объектами.

Кибернетика – прикладная информатика в области создания и использования автоматических систем управления разной степени сложности, от управления отдельным объектом (станком, промышленной установкой, автомобилем и т. п.) до управления целыми отраслями промышленности, банковскими системами, системами связи и даже сообществами людей. Кибернетика установила, что управление присуще только системным объектам, главное в которых торых антиэнтропийность, т.е. направленность на упорядочение системы.

Процесс управления можно разделить на несколько этапов: сбор и обработка информации; анализ, систематизация, синтез; постановка на этой основе целей; выбор метода управления, прогноз; внедрение выбранного метода управления; оценка эффективности выбранного метода управления (обратная связь). Конечной целью теории управления является универсализация, а значит согласованность, оптимизация и наибольшая эффективность функционирования систем.

В системно-кибернетическом подходе информация рассматривается в контексте трёх фундаментальных аспектов: информационном, связанном с реализацией в системе совокупности процессов отражения внешнего мира и внутренней среды системы путём сбора, накопления и переработки сигналов; управленческом, учитывающем процессы функционирования системы, направления её движения под влиянием полученной информации и степень достижения своих целей; организационном, характеризующем устройство системы управления в терминах её

надежности, живучести, полноты реализуемых функций, совершенства структуры и эффективности затрат на осуществление процессов управления в системе.

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. В состав технической кибернетики входит теория *автоматического управления*, которая стала теоретическим фундаментом автоматике. Ведущее место в кибернетике занимает *распознавание образов*. Основная задача этой дисциплины – поиск решающих правил, 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*, ибо поиск решающих правил чаще всего осуществляется путём обучения, а обучение – интеллектуальная процедура.

Ещё одно научное направление связывает кибернетику с биологией. Аналогии между живыми и неживыми системами многие столетия волнуют учёных. 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. Недавно в кибернетике возникла – *гомеостатика*, изучающая равновесные состояния сложных взаимодействующих систем различного типа: биологические, социальные, автоматические системы и др. Наконец, *математическая лингвистика* занимается исследованием особенностей естественных языков, а также грамматик, позволяющих формализовать синтаксис и семантику таких языков. Это направление актуально в связи с развитием систем машинного перевода текстов с одних языков на другие.

## 5. Информатика как наука

Термин «информатика», пожалуй, ещё чаще путают с «компьютерной наукой», чем термин «информационная технология» с «компьютерной технологией».

Началось это с момента возникновения термина *информатика*.

Термин "**информатика**" (франц. *informatique*) происходит от французских слов *information* (информация) и *automatique* (автоматика) и дословно означает "информационная автоматика".

*Поскольку в момент начала широкого распространения автоматике её связывали с компьютерами (хотя автоматика часто обходится без компьютеров), то говоря «автоматика» подразумевали «компьютеры, отсюда не далеко до понимания, что информатика и компьютерная наука – синонимы, что, конечно, не так.*

Согласно французскому подходу информатика = информация + автоматика. В США и англоязычных странах информатику называют *computer science* – компьютерная наука. В СССР в 60-е годы все вопросы по разработке, функционированию и применению автоматических систем обработки информации назывались термином "кибернетика".

В 1978 международный научный конгресс официально закрепил за понятием "информатика" области, связанные с разработкой, созданием, использованием и материально-техническим обслуживанием систем обработки информации, включая компьютеры и их программное обеспечение, а также организационные, коммерческие, административные и социально-политические аспекты компьютеризации – массового внедрения компьютерной техники во все области жизни людей.

Энциклопедия «Википедия» даёт такое определение информатики:

**Информатика** (нем. *Informatik*, фр. *Informatique*, англ. *computer science* – компьютерная наука – в США, англ. *computing science* – вычислительная наука – в Великобритании) – наука о способах получения, накопления, хранения, преобразования, передаче и использовании информации. Она включает дисциплины, так или иначе относящиеся к обработке информации в вычислительных и вычислительных сетях: как абстрактные, вроде анализа алгоритмов, так и конкретные, например, разработка языков программирования.

Согласно такому подходу информатика базируется на компьютерной технике и немыслима без нее, с чем мы, в принципе, не согласны.

Термин «информатика» предложен Карлом Штейнбухом в 1957. В 1962 этот термин был введён во французский язык Ф. Дрейфусом. Отдельной наукой информатика была признана в 1970-х; до того она развивалась в составе математики и электроники. Сейчас информатика обладает собственными методами и терминологией. Высшей наградой за заслуги в области информатики является премия Тьюринга.

Если информатику изобразить в виде множества, то это множество будет перекрываться с такими множествами, как естественные, общественные, математические, технические и гуманитарные науки.

Генетически информатика связана с вычислительной техникой, компьютерными системами и сетями, так как именно компьютеры позволяют порождать, хранить и автоматически перерабатывать информацию в больших количествах (*хотя до уровня годовалого ребёнка или там вороны, в плане эффективности переработки и использования информации, компьютеру как до луны: хорошо, если лет через 300 ему удастся догнать какое-либо живое существо*). Как наука, информатика изучает общие закономерности, свойственные информационным процессам. При разработке новых носителей информации, каналов связи, приёмов кодирования, визуального отображения информации и т.п., конкретная природа информации не имеет значения. Здесь важны общие принципы организации и эффективность поиска данных, а не то, какие конкретно данные будут заложены в базу пользователями. Эти общие закономерности есть предмет информатики как науки. Многообразные информационные технологии, функционирующие в разных видах человеческой деятельности (управлении производственным процессом, проектировании, финансовых операциях, образовании и т.п.), имея общие черты, в то же время существенно различаются между собой. Объединить их в одном подходе и призвана информатика (*это вовсе не означает, что ей это удастся*).

Предметную область информатики установить так и не удалось. Для иллюстрации царящего здесь произвола приведём несколько определений информатики, заимствованных из различных источников. в.

Для иллюстрации современной неопределённости с термином информатики приведём некоторые определения.

**Информатика, это:**

– название фундаментальной естественной науки, изучающей общие свойства информации, процессы, методы и средства её обработки (сбор, хранение, преобразование, перемещение, выдача);

– наука о преобразовании информации, которая базируется на вычислительной технике. Состав информатики: технические средства, программные и алгоритмические;

– комплексная научная и технологическая дисциплина, которая изучает аспекты разработки, проектирования, создания машинных систем обработки данных, а также их воздействия на жизнь общества;

– наука о проблемах обработки различных видов информации, создании новых видов высокоэффективных ЭВМ, позволяющая представлять человеку широкий спектр информационных ресурсов;

– наука об осуществляемой с помощью автоматических средств целесообразной обработке информации, рассматриваемой как представление знаний и сообщений в технических, экономических и социальных;

– наука, техника и применение машинной обработки, хранения и передачи информации;

– отрасль науки, изучающая структуру и общие свойства научной информации, а также вопросы, связанные с её сбором, хранением, поиском, переработкой, преобразованием, распространением и использованием в различных сферах деятельности.

Выбирайте, что нравится!

Информатика – научная дисциплина с широким диапазоном применения. Её основные направления: разработка вычислительных систем и программного обеспечения; теория информации, изучающая процессы, связанные с передачей, приёмом, преобразованием и хранением информации; методы искусственного интеллекта, позволяющие создавать программы для решения задач, требующих определённых интеллектуальных усилий при выполнении их человеком (логический вывод, обучение, понимание речи, визуальное восприятие, игры и др.); системный анализ, заключающийся в анализе назначения проектируемой системы и в установлении требований, которым она должна отвечать; машинная графика, анимация, средства мультимедиа; средства телекоммуникации, в том числе, глобальные компьютерные сети, объединяющие всё человечество в единое информационное сообщество; разнообразные приложения, охватывающие производство, науку, образование, медицину, торговлю, сельское хозяйство и все другие виды хозяйственной и общественной деятельности.

*Информатика не более наука о компьютерах, чем астрономия – наука о телескопах».*  
(С этим высказыванием я полностью согласен).

В данном курсе лекций термин информатика определяется следующим образом:

**Информатика – совокупность научных направлений, изучающих информацию, информационные процессы в природе, обществе, технике, формализацию и моделирование, методы познания, способы представления, накопления, обработки и передачи информации.**

Теоретическую основу информатики образует группа фундаментальных наук, которую в равной степени можно отнести как к математике, так и к кибернетике: теория информации,

теория алгоритмов, математическая логика, теория формальных языков и грамматик, комбинаторный анализ, теория вероятности и статистика и т. д. Кроме них информатика включает такие разделы, как архитектура компьютеров, операционные системы, теория баз данных, технология программирования и многие другие.

Важным разделом информатики является теоретическая информатика, использующая методы математики для построения и изучения моделей обработки, передачи и накопления информации. В ней есть такие разделы, как математическая логика, теория алгоритмов, исчисление высказываний, теория параллельных вычислений, теория автоматов, теория сетей Петри, верификация, Булева логика, средства логического программирования и представления знаний, вычислительная математика и вычислительная геометрия, теория кодирования, системный анализ, теория систем (динамических, информационных), структурный анализ, системное проектирование, теория принятия решений, теория игр, математическое программирование, исследование операций и др. и др.

Неопределённость в определении сущности информатики, её целей и задач, связана с неопределённостью её предмета – информации. Феномен информации оказался настолько неоднозначным, что понимание его считается одной из сложнейших проблем современности. Уже сами попытки подобраться к понятию информации, различные его трактовки в трудах ученых и практиков заставляют задуматься о необычной роли информации в жизни развивающихся систем.

## 6. История информатики

Историю развития человеком информационных инструментов можно разделить на три этапа:

1. 5 тыс. лет до н.э. – изобретение письменности;
2. 15 век н.э. – книгопечатанье;
3. Середина 20 века – изобретение компьютера и создание на базе компьютеров информационных сетей.

Понятие информации рассматривалось ещё античными философами. До начала промышленной революции, определение сути информации оставалось прерогативой философов. С развитием электроники, рассматривать вопросы теории информации стала кибернетика. В начале 21-го века возникли специалисты по информатике.

Хотя термин «информация» никогда не был точно определён, сама информация существовала всегда подобно веществу, энергии, пространству и времени. Биота с момента своего возникновения переносит и перерабатывает информацию, носителем которой является ДНК. Эффективным носителем информации является мозг человека, в форме его памяти. Эта память ненадёжна, поэтому достаточно давно человечество придумало записывать мысли во всех видах и на различных носителях. Примерами техногенными носителей являются бумага, *USB-Flash* память, глиняная табличка и т.п. Информация тоже бывает разная: текст, звук, видео, запах, вкус...

Исторические эпохи, с точки зрения освоения идей информатики, следует характеризовать по таким параметрам, как организация передачи информации в пространстве, т.е. распространение информации между удалёнными людьми в относительно небольшой временной интервал; организация передачи информации во времени, т.е. накопление и хранение информации; и организация обработки информации, т.е. преобразование её с целью использования в практических целях – управление, образование, создание новой информации (наука)

Все эти показатели развивались очень неравномерно, что привело к возникновению, а затем и преодолению информационных барьеров, образующихся в результате противоречий между информационными запросами общества и техническими возможностями их обеспечения.

Их три:

1. V тысячелетие до нашей эры. Противоречие из-за необходимости сохранения и передачи накопленного опыта и знания, при отсутствии инструментов для этого. После создания письменности носителями информации стали камни, глиняные таблички, папирус, пергамент, а во II веке до н.э. появилась бумага. Теперь хранилищем информации стал не только человеческий мозг.

2. XV век – развитие производства (появление цехов, мануфактур и т.п.) – как следствие потребность в большом числе образованных людей, способных всем этим управлять. Рукописных книг стало не достаточно. Было изобретено книгопечатание (XV век Гуттенберг). Основной носитель информации – бумага. Скорость передачи её = скорости передачи бумажного носителя. Затем – к началу XX века изменилась ситуация со СКОРОСТЬЮ распространения информации – сначала почта, потом телеграф, телефон, 1905-радио, в 30 гг. 20-го века – телевидение. Появились и устройства для ХРАНЕНИЯ информации – фотография, кинолента, магнитная запись. Не

изменилась только ПЕРЕРАБОТКА информации – по-прежнему эту функцию выполнял только человек.

3. Середина XX столетия. Общие объёмы информации настолько возросли, что человеческий мозг не был в силах с ними справиться. Ещё толчок – II мировая война. И был изобретен компьютер. Его основная роль – хранитель информации, самой информацией по-прежнему занимается человек, ибо искусственный разум создать не удалось.

История носителей информации началась давно.

Первыми носителями информации были стены пещер и поверхности скал. Наскальные изображения и петроглифы (палеолит 40 - 10 тыс. лет до нашей эры) изображали животных, охоту и бытовые сцены. Неизвестно предназначались ли они для передачи информации, служили простым украшением, совмещали эти функции или нужны были для чего-то ещё. Носителями информации выступали глиняные таблички – (7-й век до нашей эры) на базе которых была устроена первая библиотека, восковые таблички, папирус, пергамент, бумага, береста, и др. Перфокарты появились в 1804 (задание рисунка ткани для ткацкого станка), хотя запатентованы лишь в 1884. Впервые применены Г.Холлеритом для переписи населения США в 1890. Перфолента появилась в 1846 и использовалась при посылке телеграммы. С 1952 магнитная лента используется для хранения, записи и считывания информации в компьютере. Она получила огромное признание и распространённость в форме компакт-кассет. Магнитный диск был изобретён в компании IBM в начале 50-х годов. Первый гибкий диск представлен в 1969, жёсткий диск – в 1956, *Compact Disk, DVD* - в конце 20-го века, *Flash* – в начале 21-го века.

В XX в. бурное развитие получили всевозможные средства связи (телефон, телеграф, радио), назначение которых заключалось в передаче сообщений. Однако эксплуатация их выдвинула ряд проблем: как обеспечить надёжность связи при наличии помех, какой способ кодирования сообщения применять в том, или ином случае, как закодировать сообщение, чтобы при минимальной его длине обеспечить передачу смысла с определенной степенью надёжности. Эти проблемы требовали разработки теории передачи сообщений, иными словами, теории информации. Одним из основных вопросов этой теории был вопрос о возможности измерения количества информации.

Попытки количественного измерения информации предпринимались неоднократно. Первые предложения об общих способах измерения количества информации были сделаны Р.Фишером (1921) в процессе решения вопросов математической статистики. Проблемами хранения информации, передачи её по каналам связи и задачами определения количества информации занимались Р.Хартли (1928) и Х. Найквист (1924). Р.Хартли заложил основы теории информации, определив меру количества информации для некоторых задач.

Р. Хартли в своей работе «Передача информации» ввёл в теорию передачи информации методологию измерения количества информации и предложил математический аппарат для расчёта этого количества. При этом под информацией он понимал «... *группу физических символов – слов, точек, тире и т.п., имеющих по общему соглашению известный смысл для корреспондирующих сторон*». Таким образом, Хартли попытался ввести какую-то меру для измерения кодированной информации, а точнее последовательности символов, используемых для кодирования вторичной информации. Ещё в 1927 Хартли отмечал, что количество информации, заключенной в любом сообщении, тесно связано с количеством возможностей, данным сообщением исключающихся. Фраза «яблоки красные» несёт намного больше информации, чем фразы «фрукты красные» или «яблоки цветные», так как первая фраза исключает все фрукты, кроме яблок, и все цвета, кроме красного. Исключение других возможностей повышает информационное содержание.

Наиболее убедительно эти вопросы были разработаны и обобщены американским инженером Клодом Шенноном в 1948, опиравшимся на математический аппарат Хартли. В 1949 Шеннон и Уивер представили формулу вычисления количества информации, в которой информация возрастала с уменьшением вероятности отдельного сообщения. В их представлении информация определяется как мера свободы чьего-либо (или какой-либо системы) выбора в выделении сообщения. После публикации этой работы началось интенсивное развитие теории информации и углубленное исследование вопроса об измерении её количества (*не любой информации, а только кодированной!*). Шеннон также предложил абстрактную схему связи, состоящую из пяти элементов (источника информации, передатчика, линии связи, приёмника и адресата), и сформулировал теоремы о пропускной способности, помехоустойчивости, кодировании и т.д.

В результате развития теории информации, идеи Шеннона быстро распространились на самые различные области знаний. Было замечено, что формула Шеннона очень похожа на формулу энтропии, выведенную Больцманом. В этой связи напомним, что впервые понятие энтропии было введено Клаузиусом в 1865 как функция термодинамического состояния системы. Им же дана эмпирическая формула, связывающая энтропию с теплотой и работой. Л.Больцман (1872) методами статистической физики установил связь между энтропией и термодинамической вероятностью (знаменитую формулу Больцмана написал не он, а Планк), под которой он понимал

количество перестановок молекул идеального газа, не влияющее на макросостояние системы. Энтропия Больцмана выведена для идеального газа и трактуется как мера беспорядка, мера хаоса системы. Для идеального газа энтропии Больцмана и Клаузиуса тождественны, поэтому и эмпирическая функция Клаузиуса стала объясняться как мера вероятности состояния молекулярной системы.

Классики не связывали энтропию с информацией.

**Энтропия** - степень неупорядоченности статистических форм движения молекул.

Энтропия максимальна при равновероятном распределении параметров движения молекул (направлении, скорости и пространственном положении). Значение энтропии уменьшается, если движение молекул упорядочить. По мере увеличения упорядоченности движения энтропия стремится к нулю (например, когда возможно только одно значение и направление скорости). При составлении какого-либо текста с помощью энтропии можно характеризовать степень неупорядоченности чередования символов. Энтропию, например, можно использовать для анализа текста этой лекции. При составлении какого-либо текста с помощью энтропии можно характеризовать степень неупорядоченности чередования символов.

Используя различие формул количества информации Шеннона и энтропии Больцмана (формулы различались только знаками), Л. Бриллюэн охарактеризовал информацию как отрицательную энтропию, или *неэнтропию*. Так как энтропия является мерой неупорядоченности, то информация может быть определена как **мера упорядоченности материальных систем**. В связи с тем, что внешний вид формул совпадает, можно предположить, что понятие информация ничего не добавляет к понятию энтропии. Однако это не так. Если понятие энтропии применялось ранее только для систем, стремящихся к термодинамическому равновесию, т.е. к максимальному беспорядку в движении её составляющих, к увеличению энтропии, то понятие информации применимо к системам, которые не увеличивают энтропию, а наоборот, находясь в состоянии с небольшими значениями энтропии, стремятся к её дальнейшему уменьшению.

**Замечание.** В настоящее время известно четыре основных типа энтропий. В термодинамике – это функция состояния (Клаузиус) и мера беспорядка (Больцман). В теории информации – мера достоверности информации, передаваемой по каналу связи (Шеннон). При этом следует понимать, что энтропия Больцмана является мерой беспорядка, хаотичности, однородности молекулярных систем, тогда как энтропия Клаузиуса пропорциональна количеству связанной энергии, находящейся в системе, которую нельзя превратить в работу, а энтропия Шеннона количественно характеризует достоверность передаваемого сигнала и используется для расчёта количества кодированной информации. Четвёртый тип энтропии – *e-энтропия Колмогорова (и K-энтропия Колмогорова-Синая)*, используется для анализа таких объектов, как географическая карта.

Теория информации «переросла» рамки поставленных первоначально перед ней задач. Её начали применять к более широкому кругу явлений. Увеличение количества информации стали связывать с повышением сложности системы, с её прогрессивным развитием. Так, по данным некоторых исследований, при переходе от атомного уровня к молекулярному, количество информации увеличивается в 10<sup>3</sup> раза. Количество информации, относящейся к организму человека, примерно в 10<sup>11</sup> раз больше информации, содержащейся в одноклеточном организме.

Теория информации основана на вероятностных, статистических закономерностях явлений. Она даёт полезный, но не универсальный аппарат. Поэтому множество ситуаций не укладываются в информационную модель Шеннона. Не всегда представляется возможным заранее установить перечень всех состояний системы и вычислить их вероятности. Кроме того, в теории информации рассматривается только формальная сторона сообщения, в то время как смысл его остаётся в стороне.

В 1948 вышла знаменитая монография Н. Винера «Кибернетика», в которой был провозглашён тезис: «**Информация – это информация, а не материя (вещество) и не энергия**». Объединяющим началом для всех видов управления в живой и неживой природе Винер считал информацию, существующую в двух видах. Он же ввёл понятие «бит», характеризующее единицу информации.

Н. Винер определил информацию как обозначение содержания, полученного из внешнего мира в процессе приспособления к нему наших чувств. Вводя понятие о семантически значимой информации, он отметил количественное и качественное отличие ЭВМ от человека: машины могут правильно работать в том случае, если получают от человека необходимую им информацию и в самой точной форме. Следовательно, характер информации, вводимой в машину, должен быть точно определён и заранее известен человеку. А живые организмы получают необходимую им информацию благодаря постоянному взаимодействию с природой. Возникновение способности перерабатывать информацию в живых организмах есть исторически развивающийся процесс. Винер показал, что сущность информации заключается в способности систем с памятью к саморазвитию, т.е. процессами развития управляет не только внешнее воздействие, но и память.

По своей сути память о прошлом представляет собой информацию, записанную в определенных структурах, которые могут передаваться, запоминаться, воспроизводиться.

В рассуждениях Винера познание – это часть жизни, более того – самая её суть. *«Действенно жить – значит жить, располагая правильной информацией».* При этом процесс познания, накопления информации непрерывен и бесконечен. *«Я никогда не представлял себе логику, знания и всю умственную деятельность как завершённую замкнутую картину. Я мог понять эти явления только как процесс, с помощью которого человек организует свою жизнь таким образом, чтобы она протекала в соответствии с внешней средой. Важна битва за знание, а не победа. За каждой победой, т. е. за всем, что достигает апогея своего, сразу же наступают сумерки богов, в которых само понятие победы растворяется в тот самый момент, когда она достигнута».*

В середине 50-х годов 20-го века, используя материал статистической теории информации, У.Эшби изложил концепцию необходимого разнообразия, согласно которой под разнообразием следует подразумевать характеристику элементов множества, заключающуюся в их несовпадении. Так, множество, в котором все элементы одинаковы, не имеет «никакого» разнообразия, ибо все его элементы одного типа. Если разнообразие его измерить логарифмически, то получим логарифм единицы (единица означает однотипность элементов множества) – нуль. Множество с таким разнообразием соответствует единичной вероятности выбора элемента, т.е. какой элемент множества не был бы выбран, он будет одного и того же типа. Закон необходимого разнообразия Эшби, так же, как закон Шеннона для процессов связи, – общий для процессов управления. Для управления состоянием кибернетической системы нужен регулятор, ограничивающий разнообразие возмущений, которые могут разрушить систему. При этом регулятор допускает такое их разнообразие, которое необходимо и полезно для системы. Закон необходимого разнообразия – один из основных в кибернетике – науке об управлении. Закон относится к процессам передачи сообщений по каналам связи, причём *«информация не может передаваться в большем количестве, чем это позволяет количество разнообразия».* Кстати Эшби предостерегал против попыток рассматривать информацию как «материальную или индивидуальную вещь»: *«Всякая попытка трактовать информацию как вещь, которая может содержаться в другой вещи, обычно ведёт к трудным проблемам, которые никогда не должны были бы возникать».*

***Закон необходимого разнообразия – разнообразие управляющей системы должно быть не меньше разнообразия управляемого объекта. На практике это означает, что чем сложнее объект управления, тем сложнее должен быть и орган, который им управляет.***

Впитав всевозможные взгляды и концепции, понятие информации доросло до уровня философской категории: если причиной существующего в природе разнообразия является неоднородность в распределении энергии (или вещества) в пространстве и во времени, то информация – мера этой неоднородности. Информация существует постольку, поскольку существуют сами материальные тела и, следовательно, созданные ими неоднородности. Всякая неоднородность несёт с собой какую-то информацию.

С понятием информации в кибернетике не связано свойство её осмысленности в обычном житейском понимании. Информация охватывает как сведения, которыми люди обмениваются между собой, так и сведения, существующие независимо от людей. Например, звёзды существуют независимо от того, имеют люди информацию о них или нет. Существуя объективно, они создают неоднородность в распределении вещества и поэтому являются источниками информации.

В данном случае понятие информации определяется уже на уровне таких изначальных понятий философии, как материя и энергия. Информация независима от нашего сознания. Её объективный характер основан на объективности существования её источника – разнообразия. Для того чтобы построить строгую теорию информации, К.Шеннону пришлось отвлечься от её смысла.

Очень близка к «разнообразностной» трактовке информации идея алгоритмического измерения её количества, выдвинутая в 1965 А.Н.Колмогоровым. Суть её заключается в том, что количество информации определяется как минимальная длина программы, позволяющей преобразовать один объект (множество) в другой (множество). Чем больше различаются два объекта между собой, тем сложнее (длиннее) программа перехода от одного объекта к другому. Длина программы при этом измеряется количеством команд (операций), требуемых для воспроизводства последовательности. Этот подход, в отличие от подхода Шеннона, не базируется на понятии вероятности, что позволяет, например, определить прирост количества информации, содержащейся в результатах расчёта, по сравнению с исходными данными. Вероятностная теория информации на этот вопрос не даёт удовлетворительного ответа.

До сих пор мы рассматривали подходы, связанные с количественным аспектом понятия информации без учёта смысловой стороны информации. Эти подходы позволили привлечь к изучению информации точные математические методы. В результате были созданы всевозможные кибернетические устройства, вычислительные машины и пр. Всё это стало возможным благодаря достижениям теории информации. Человек научился её преобразовывать, кодировать и передавать на огромные расстояния с хорошей точностью.

Классическая теория информации Шеннона, значительно дополненная и обогащенная новыми подходами, всё же не может охватить всего многообразия понятия информации и, в первую очередь, её содержательного аспекта. Теория информации К.Шеннона также не занимается определением ценности информации. Количество информации её интересует лишь с точки зрения возможности передачи данных сообщению оптимальным образом.

В 1968 Урсул указал на то, что информация неоднородна, она обладает качественными характеристиками, и два разных типа информации не могут сравниваться. Каждый уровень природы обладает собственной информацией. При этом «человеческая», или «социальная», информация составляет один тип информации, и в рамках которой выделяются два аспекта: семантический (содержание) и прагматический (ценность).

Попытки оценить не только количественную, но и содержательную сторону информации дали толчок к развитию смысловой теории информации. Исследования в этой области связаны с семиотикой – теорией знаковых систем. Одним из важнейших свойств информации является её неотделимость от носителя: во всех случаях, когда мы сталкиваемся с любыми сообщениями, эти сообщения выражены некоторыми знаками, словами, языками. Семиотика исследует знаки как особый вид носителей информации. При этом знак – условное изображение элемента сообщения, слово – совокупность знаков, имеющих смысловое значение, язык – словарь и правила пользования им. Рассуждая о количестве, содержании и ценности информации, содержащейся в сообщении, исходят из возможностей анализа знаковых структур.

В качестве знаковых систем используются естественные и искусственные языки, в том числе информационные и языки программирования, различные системы сигнализации, логические, математические и химические символы. Они служат средством обмена информацией между высокоорганизованными системами (способными к обучению и самоорганизации). Примером могут быть живые организмы, машины с определенными свойствами.

Рассматривая знаковые системы, выделяют три основных аспекта их изучения: синтактику, семантику и прагматику. *Синтактика* изучает синтаксис знаковых структур, т.е. способы сочетаний знаков, правила образования этих сочетаний и их преобразований безотносительно к их значениям. *Семантика* изучает знаковые системы как средства выражения смысла, определенного содержания, т.е. правила интерпретации знаков и их сочетаний, смысловую сторону языка. *Прагматика* рассматривает соотношение между знаковыми системами и их пользователями, или приёмниками-интерпретаторами сообщений. К ней относится изучение практической полезности знаков, слов и, следовательно, сообщений, т.е. потребительской стороны языка.

Основная идея семантической концепции информации заключается в возможности измерения содержания суждений. Но содержание всегда связано с формой, поэтому синтаксические и семантические свойства информации взаимосвязаны, хотя и различны. Содержание можно измерить через форму, т.е. семантические свойства информации выразить через синтаксические. Поэтому исследования семантики базируются на понятии информации как уменьшении или устранении неопределенности.

Семантическая концепция преодолевает чисто вероятностный подход. Здесь количество информации, содержащейся в суждении по некоторой проблеме, определяется тем, насколько доказательство истинности этого суждения уменьшает энтропию, дезорганизованность системы. При прагматическом подходе устанавливается зависимость между информацией и целью переработки информации. Ценностный подход к информации важен в социальном управлении, где необходима не всякая информация, а лишь та, которая способствует достижению цели, стоящей перед системой. Ценность информации определяется через разность между вероятностями достижения цели до и после получения информации. В соответствии с этим определением информация измеряется всегда положительной величиной, а ценность её может быть и отрицательной.

Первую попытку построения теории семантической информации предприняли Р.Карнап и И.Бар-Хиллел. Они применили идеи и методы символической логики и логической семантики к анализу информационного содержания языка науки. Было предложено определять величину семантической информации посредством логической вероятности, представляющей собой степень подтверждения той или иной гипотезы. При этом количество семантической информации, содержащейся в сообщении, возрастает по мере уменьшения степени подтверждения априорной гипотезы. Если вся гипотеза построена на эмпирических данных, полностью подтверждаемых сообщением, то такое сообщение не приносит получателю никаких новых сведений. Логическая вероятность гипотезы при этом равна единице, а семантическая информация оказывается равной нулю. И, наоборот, по мере уменьшения степени подтверждения гипотезы, или запаса знаний, количество семантической информации, доставляемой сообщением, возрастает. Чем больше логическая вероятность высказывания, тем меньше мера его содержания, т.е. чем больше описаний состояния «разрешает» то или иное высказывание, тем меньше должна быть его семантическая информативность и, наоборот, чем больше описаний состояния им исключается,

тем больше должна быть его информативность. Семантико-информационное содержание высказывания определяется не тем, что содержит данное высказывание, а тем, что оно исключает.

Финский ученый Я.Хинтика распространил основные идеи семантической теории информации на логику высказываний. Для многих ситуаций (наблюдения, измерения, подтверждения гипотезы, научного предсказания, объяснения) он предложил метод определения уменьшения неопределенности, которое, например, претерпевает гипотеза  $g$  после получения того или иного эмпирического факта  $h$  или вообще изменения информационного содержания высказывания  $g$  при получении высказывания  $h$ .

Задача – связать понятие прагматической информации с целью, целенаправленным поведением, а также и выдвинуть те или иные количественные меры ценности информации.

Логик Д.Харрах поставил перед собой цель показать, как символическая логика и теория семантической информации могут быть использованы для анализа некоторых аспектов человеческой коммуникации. Он создал «модель того, как разумный получатель оценивает последовательность сообщений на основе определенных семантических и прагматических свойств». Харрах предложил обеспечить получателя «программой обработки сообщений», с помощью которой извлекается из получаемых сообщений «годная к употреблению сумма сообщений». Именно к этому результату переработки сообщений, а не к сообщениям в их первоначальной форме применимы количественные меры информации. Логическая модель коммуникации служит тем языковым каркасом, в рамках которого программа может быть образована и применена.

**Коммуникационная деятельность** – особый вид общения – деятельность по передаче информации от источника (коммуникатора) к получателю (реципиенту) посредством определенного канала. Между коммуникатором и реципиентом может осуществляться «обратная связь», т. е. процесс, с помощью которого коммуникатор получает информацию о том, в какой мере и с каким качеством реципиент получил информацию.

Появление вычислительных машин в 50-х гг. 20-го века создало до становления информатики необходимую ей аппаратную поддержку, нужную для хранения и переработки информации. Но, конечно, с информацией люди оперировали задолго до появления компьютеров. Начиная с древнего абака, дожившего до наших дней в виде конторских счётов, создавались приспособления для обработки числовой информации. Механические устройства типа арифмометров, счётные электрические клавишные машины, счётно-аналитическая техника и многие другие приборы были нацелены на решение тех же задач, которые затем стали реализовываться в компьютерах.

Кроме числовой информации, в поле зрения специалистов была и символьная информация, например, тексты на естественном языке: от приключенческих повестей до отчетов о проделанной работе, справок из учреждений, писем и т. п. Для хранения и переработки такой информации также создавали различные приспособления и устройства. Простейшим примером может служить стойка с ящиками, в которых хранятся карточки, несущие информацию. Такие каталоги – неперенный атрибут библиотек. Но на карточках можно хранить в систематизированном виде и любую другую информацию, записанную на некотором естественном или специальном языке. Стремление как-то автоматизировать процедуры, связанные с поиском нужной информации в каталоге, привело к появлению приёмов, вошедших в арсенал науки – документалистики, продуктом которой стали ручные и автоматизированные информационно-поисковые системы.

Компьютер в одной системе объединил хранение и обработку как числовой, так и текстовой (символьной) информации. Именно поэтому его появление знаменовало начало новой науки.

Информатика является комплексной, междисциплинарной отраслью научного знания.

Важное направление информатики – изучение информационных процессов, протекающих в биологических системах, и использование накопленных знаний при организации и управлении природными системами. Примером является – биокибернетика. В сферу её интересов входят проблемы, связанные с анализом информационно-управляющих процессов, протекающих в живых организмах, диагностика заболеваний и поиск путей их лечения. Сюда же относятся системы, предназначенные для оценки биологической активности тех или иных химических соединений, без которых уже не может существовать фармакология, а также исследования моделей внутриклеточных процессов, лежащих в основе всего живого.

Вторая наука, входящая в это научное направление, – бионика.

Третья наука – биогеоценология – нацелена на решение проблем, относящихся к системно-информационным моделям поддержания и сохранения равновесия природных систем и поиска таких воздействий на них, которые стабилизируют разрушающее воздействие человеческой цивилизации на биомассу Земли.

Как наука, информатика изучает общие закономерности, свойственные информационным процессам и именно эти общие закономерности есть предмет информатики как науки. Объектом

приложений информатики являются самые различные науки и области практической деятельности, для которых она стала непрерывным источником самых современных технологий.

Цель информатики состоит в поиске нового знания. Информатика – технология обработки накопленного знания и построения нового знания. Информатика изучает методы анализа знания о методах построения нового знания как своего собственного, так и знания других наук.

## 7. Знание

*Знание бывает двух видов.  
Мы либо знаем предмет сами, либо знаем,  
где можно найти о нём сведения.  
С.Джонсон*

Предметом информатики является знание.

**Знание** – форма существования и систематизации результатов познавательной деятельности человека. Выделяют различные виды знания: научное, обыденное (здоровый смысл), интуитивное, религиозное и др. Обыденное знание служит основой ориентации человека в окружающем мире, основой его повседневного поведения и предвидения, но обычно содержит ошибки, противоречия. Научному знанию присущи логическая обоснованность, доказательность, воспроизводимость результатов, проверяемость, стремление к устранению ошибок и преодолению противоречий.

**Знание** – достоверное, истинное представление о чём-либо, в отличие от вероятностного мнения.

**Знание** – субъективный образ объективной реальности, то есть адекватное отражение внешнего и внутреннего мира в сознании человека в форме представлений, понятий, суждений, теорий. Знание в широком смысле – совокупность понятий, теоретических построений и представлений. Знание в узком смысле – признак определённого объёма информации, определяющий её статус и отделяющий от всей прочей информации по критерию способности к решению поставленной задачи.

**Знание (предмета)** – уверенное понимание предмета, умение самостоятельно обращаться с ним, разбираться в нём, а также использовать для достижения намеченных целей.

**Знание** – совокупность данных (у индивидуума, общества или у системы искусственного интеллекта) о мире, включающих в себя информацию о свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений, а также правилах использования этой информации для принятия решений. Правила использования включают систему причинно-следственных связей. Отличие знаний от данных состоит в их активности, т. е. появление в базе новых фактов или установление новых связей – источник изменений в принятии решений.

Знания фиксируются в знаках естественных и искусственных языков. Знание противоположно незнанию, то есть отсутствию проверенной информации о чём-либо.

Знания могут быть научными и вненаучными. Научные знания могут быть эмпирическими (на основе опыта или наблюдения) и теоретическими (на основе анализа абстрактных моделей). Теоретические знания – абстракции, аналогии, схемы, отображающие структуру и природу процессов, протекающих в предметной области. Эти знания объясняют явления и могут использоваться для прогнозирования поведения объектов.

Существуют различные виды вненаучного знания. Паранаучные (пара от греч. – около, при) – знания, включающие учения о феноменах, объяснение которых не является убедительным с точки зрения критериев научности; лженаучные – сознательно эксплуатирующие домыслы и предрассудки; квазинаучные – ищущие себе сторонников и приверженцев, опираясь на методы насилия и принуждения; антинаучные – утопичные и сознательно искажающие представления о действительности; псевдонаучные – спекулирующие на совокупности популярных; обыденно-практические – доставлявшие элементарные сведения о природе и окружающей действительности; личностные – зависящие от способностей субъекта и от особенностей его интеллектуальной познавательной деятельности; «народная наука» – особая форма внерационального знания (дело знахарей, целителей, экстрасенсов, а ранее шаманов, жрецов, старейшин рода).

Выделяют личностные (неявные, скрытые) знания – знания людей и формализованные знания – знания в документах, на компакт дисках, в персональных компьютерах, в Интернете.

Для того чтобы нечто считалось знанием, это нечто должно удовлетворять трём критериям: быть подтверждаемым, истинным и заслуживающим доверия.

Управление знаниями задаёт способ распространения знаний, исследует, как знание соотносится с самим собой и как его можно повторно использовать. Повторное использование означает, что знание находится в состоянии постоянного изменения. Управление знаниями

трактует знание как форму информации, наполненную контекстом, основанную на опыте. Информация – это данные, которые существенны для наблюдателя из-за их значимости для него. Данные могут быть предметом наблюдения, но не обязательно должны быть им. В этом смысле знание состоит из информации, подкрепленной намерением или направлением.

Согласно субъективному подходу, информация – это знания, повышающие уровень осведомленности и уменьшающие неопределенность знаний об окружающей нас действительности, а согласно кибернетическому подходу, информация – содержание последовательностей символов (сигналов) из некоторого алфавита.

Научному знанию присуща логическая обоснованность, доказательность, воспроизводимость познавательных результатов. Опытные знания получают в результате применения эмпирических методов познания – наблюдения, измерения, эксперимента. Это знания о видимых взаимосвязях между отдельными событиями и фактами в предметной области. Оно даёт качественные и количественные характеристики объектов и явлений. Эмпирические законы часто носят вероятностный характер и не являются строгими. Теоретические представления возникают на основе обобщения эмпирических данных. В то же время они влияют на обогащение и изменение эмпирических знаний. Теоретический уровень научного знания предполагает установление законов, дающих возможность идеализированного восприятия, описания и объяснения ситуаций, т. е. познания сущности явлений. Теоретические законы имеют более строгий, формальный характер, по сравнению с эмпирическими. Термины описания теоретического знания относятся к абстрактным объектам, которые невозможно подвергнуть непосредственной экспериментальной проверке. Формализованные знания объективизируются знаковыми средствами языка.

Для экспертных оценок процесса появления новых знаний используют объём знания, накопленного в библиотеках. К сожалению, пока не удаётся измерить темпы производства знания, поскольку нет адекватных универсальных моделей.

Производство знаний из эмпирических данных – одна из основных проблем интеллектуального анализа данных. Существуют различные подходы к решению этой проблемы, в том числе – на основе нейросетевой технологии.

***Искусственные нейронные сети** – математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей – сетей нервных клеток живого организма. Это понятие возникло при изучении процессов, протекающих в мозге при мышлении, и при попытке смоделировать эти процессы. Затем эти модели стали использовать в практических целях, как правило, в задачах прогнозирования.*

## 8. Теоретическая и прикладная информатика

Теория информации базируется на методах теории вероятности, математической статистики, линейной алгебры и других разделах математики. Теория информации широко используется для анализа процессов в различных информационных системах, т.е. системах, основой функционирования которых является процесс преобразования информации (системы связи, телевидения, вычислительные системы и т.д.). В компьютерной технике методы теории информации применяются для оценки быстродействия, точности и надежности систем, сжатия и защиты информации, согласования сигналов и каналов в компьютерных сетях передачи данных и т.д.

*Теоретическая информатика – математическая дисциплина, использующая методы математики для построения и изучения моделей обработки, передачи и использования информации.*

***Теория информации** (математическая теория связи) – раздел прикладной математики, определяющий понятие информации, её свойства и устанавливающий предельные соотношения для систем передачи данных. Как и любая математическая теория, оперирует с математическими моделями, а не с реальными физическими объектами (источниками и каналами связи). Использует математический аппарат теории вероятностей и математической статистики. Основные разделы теории информации – кодирование источника (сжимающее кодирование) и канальное (помехоустойчивое) кодирование. Теория информации тесно связана с криптографией и другими смежными дисциплинами.*

Отцом теории информации» считается Клод Шеннон. Его теория изначально понималась, как строго математическая задача в статистике и дала инженерам средство передачи информации, в частности путь к определению ёмкости коммуникационного канала в терминах количества бит. Эта теория не занимается значением передаваемого сообщения, но у неё есть дополняющая часть,

которая обращает внимание на содержимое через сжатие с потерями субъекта сообщения, используя критерий точности.

Теория информации – фундамент, на котором строится всё здание информатики. По своей природе информация тяготеет к дискретному представлению. Множество информационных сообщений можно описывать в виде дискретного множества, т.е. по своему характеру теоретическая информатика близка к дискретной математике. Поэтому многие модели теоретической информатики заимствованы из дискретной математики, но наполнены конкретным содержанием, связанным со спецификой информации.

Теоретическая информатика распадается на ряд самостоятельных дисциплин. По степени близости решаемых задач их можно условно разделить на несколько классов.

К первому классу относятся дисциплины, опирающиеся на математическую логику. В них разрабатываются методы, позволяющие использовать достижения логики для анализа процессов переработки информации с помощью компьютеров (теория алгоритмов, теория параллельных вычислений), а также методы, с помощью которых можно на основе моделей логического типа изучать процессы, протекающие в самом компьютере во время вычислений (теория автоматов, теория сетей Петри).

Компьютеры оперируют с числами, т. е. с информацией, представленной в дискретной форме. А сами процедуры, реализуемые компьютером, есть алгоритмы, описанные в виде программ. Чтобы составить программу, необходимо разработать специальные приёмы решения задач. В результате развития устройств, автоматизирующих вычисления, появились современные компьютеры, что стимулировало развитие в математике специальных методов решения задач. Так возникли дисциплины, лежащие на границе между дискретной математикой и теоретической информатикой, например, вычислительная математика и вычислительная геометрия.

Теория информации занимается изучением информации как таковой (т. е. в виде абстрактного объекта, лишённого конкретного содержания), выявлением общих свойств информации, законов, управляющих её рождением, развитием и уничтожением. Сюда же относится теория кодирования, в задачу которой входит разработка форм, в которые может быть «отлито» содержание любой конкретной информационной единицы (передаваемого сообщения, гранулы знаний и т. п.). В теории информации имеется раздел, специально занимающийся теоретическими вопросами передачи информации по различным каналам связи.

При информационном процессе передача и приём информации осуществляется по цепи: источник ® канал связи ® приёмник ® передача ® приём; обработка информации - по цепи: преобразование информации по определённым правилам ® приём ® анализ ® использование. Хранение информации может осуществляться в памяти человека (внутренняя память, мозг - носитель информации) или на внешних носителях (внешняя память - записные книжки, книги, флешки и т.п.).

Информатика имеет дело с реальными и абстрактными объектами. Информация, циркулируя в реальном виде, о веществе в различных физических процессах, но в информатике она выступает как некоторая абстракция. Такой переход вызывает необходимость использования в компьютерах специальных абстрактных (формализованных) моделей той физической среды, в которой «живёт» информация в реальном мире, т.е. вместо реальных объектов в компьютерах используются их модели.

Теоретическая информатика включает ряд математических разделов. Она опирается на математическую логику и использует теорию алгоритмов и автоматов, теорию информации и кодирования, теорию формальных языков и грамматик, исследование операций и другие. Этот раздел информатики использует математические методы для общего изучения процессов обработки информации.

По своей природе информация дискретна и представляется обычно в символично-цифровом виде в текстах и точечном виде на рисунках. С учётом этого в информатике широко используется *математическая логика*, как раздел дискретной математики.

*Системный анализ* изучает структуру реальных объектов и даёт способы их формализованного описания через информационные модели. Он занимает пограничное положение между теоретической информатикой и кибернетикой.

*Имитационное моделирование* – один из важнейших методов компьютерного моделирования, в котором воспроизводятся процессы и явления, протекающие в реальных объектах, используются специальные приёмы воспроизведения процессов, протекающих в реальных объектах, в тех моделях этих объектов, которые реализуются в вычислительных машинах.

*Теория массового обслуживания* изучает широкий класс моделей передачи и переработки информации – системы массового обслуживания.

*Теория принятия решений* изучает общие схемы выбора нужного решения из множества альтернативных возможностей. Такой выбор часто происходит в условиях конфликта или противоборства. Эти модели изучаются в теории игр. Необходимо среди всех возможных решений выбрать наилучшее или близкое к такому. Проблемы, возникающие при решении этой задачи,

изучаются в дисциплине, получившей название математическое программирование (речь не идёт о программировании для компьютеров).

При организации поведения, ведущего к нужной цели, принимать решения приходится многократно. Поэтому выбор отдельных решений должен подчиняться единому плану. Изучением способов построения таких планов и их использованием для достижения поставленных целей занимается ещё одна научная дисциплина - исследование операций, в которой изучаются и способы организации различного рода процессов, ведущих к получению нужных результатов. Если решения принимаются не единолично, а в коллективе, то возникает немало специфических ситуаций: образование партий, коалиций, появление соглашений и компромиссов. Эти проблемы изучаются в теории игр и теории коллективного поведения.

**Вычислительная математика** разрабатывает методы решения задач на компьютерах с использованием алгоритмов и программ.

**Теория кодирования и передачи информации** изучает информацию в виде абстрактного объекта, лишённого конкретного содержания. Здесь исследуются общие свойства информации и законы, управляющие её рождением, развитием и уничтожением.

**Вычислительная техника** – раздел, в котором разрабатываются общие принципы построения вычислительных систем. Речь идёт не о технических деталях и электронных схемах, а о принципиальных решениях на уровне архитектуры вычислительных систем, определяющей состав, назначение, функциональные возможности и принципы взаимодействия устройств. Примеры решений в этой области – неймановская архитектура компьютеров первых поколений, шинная архитектура ЭВМ старших поколений, архитектура параллельной (многопроцессорной) обработки информации.

**Программирование** – деятельность, связанная с разработкой систем программного обеспечения. Его основные разделы: системное программное и прикладное программирование. Среди системного программирования – разработка новых языков программирования, создание интерфейсных систем (пример – Windows). Среди прикладного программного обеспечения общего назначения самые популярные – система обработки текстов, электронные таблицы, системы управления базами данных. Среди прикладного программного обеспечения общего назначения самые популярные: система обработки текстов, электронные таблицы, системы управления базами данных. В каждой области предметных приложений информатики существует множество специализированных прикладных программ более узкого назначения.

Информационные системы связаны с анализом потоков информации в различных сложных системах, их оптимизации, структурировании, принципах хранения и поиска информации. Информационно-справочные и информационно-поисковые системы, гигантские современные глобальные системы хранения и поиска информации (например, Интернет) вовлекают всё больший круг пользователей. Без теоретического обоснования принципиальных решений в океане информации трудно ориентироваться.

**Искусственный интеллект** – область информатики, в которой решаются сложнейшие проблемы, находящиеся на пересечении с психологией, физиологией, лингвистикой и другими науками. Поскольку, как мыслит человек, никто не знает, то исследования по искусственному интеллекту не привели к решению принципиальных проблем. Заставить мыслить компьютер не удалось, но попытки продолжаются. Основные направления разработок – моделирование рассуждений, компьютерная лингвистика, машинный перевод, создание экспертных систем, распознавание образов и другие. От успехов работ в области искусственного интеллекта зависит решение такой важнейшей прикладной проблемы как создание интеллектуальных интерфейсных систем взаимодействия человека с компьютером, благодаря которым это взаимодействие будет походить на межличностное и станет более эффективным. Искусственный интеллект тесно связан с теоретической информатикой, откуда 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** связаны с развитием искусственного интеллекта. 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 научиться практически любому виду деятельности. И если суть этих механизмов будет разгадана, то есть надежда реализовать их подобие в искусственных системах, т.е. сделать 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.

**Когнитивная психология** – раздел психологии, изучающий закономерности и механизмы процессов познавательной деятельности человека, которые также важны для специалистов в области искусственного интеллекта. Другое направление психологии – психолингвистика также интересует специалистов в области искусственного интеллекта. Её 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.

**Экспертная система** – прикладное направление искусственного интеллекта. Она адаптирована для любого пользователя, позволяет получать не только новые знания, но и профессиональные умения и навыки, связанные с данными знаниями, передаёт не только знания, но и пояснения и разъяснения, т.е. обладает обучающей функцией.

**Прикладная информатика** занимается применением информационной технологии в различных областях человеческой деятельности: в научных исследованиях (**АСНИ** – автоматизированные системы для научных исследований), в разработке новых изделий (**САПР** – системы автоматизированного проектирования), в информационных системах (**АИС** – автоматизированные информационные системы), в управлении (**АСУ** – автоматические системы управления), в обучении (**АОС** – автоматизированные обучающие системы) и др.

## 9. Структура информационной технологии

Информационная технология имеет дело с разнообразными отраслями науки, техники и производства, в которых осуществляется переработка информации главным образом с помощью компьютеров и телекоммуникационных средств связи. В первом приближении её можно представить как состоящую из трёх взаимосвязанных частей – технических средств (*hardware*), программных средств (*software*), алгоритмических средств (*brainware*). Информационная технология, как отрасль народного хозяйства, состоит из однородной совокупности предприятий разных форм хозяйствования, где занимаются производством компьютерной техники, программных продуктов и разработкой современной технологии переработки информации. Значение информационной индустрии состоит в том, что от неё зависит рост производительности труда в других отраслях народного хозяйства. При этом производительность труда в самой информатике должна расти высокими темпами, т. к. в современном обществе информация выступает как предмет конечного потребления: людям необходима информация о событиях, происходящих в мире, о предметах и явлениях, относящихся к их профессиональной деятельности, о развитии науки и самого общества. Дальнейший рост производительности труда и уровня благосостояния возможен лишь на основе использования новых интеллектуальных средств и человеко-машинных интерфейсов, ориентированных на приём и обработку больших объёмов мультимедийной информации (текст, графика, видеоизображение, звук, анимация).

Информационная технология создаёт информационное обеспечение процессов управления любыми объектами на базе компьютерных информационных систем. Она определяет, что такое информационные системы, какое место они занимают, какую должны иметь структуру, как функционируют, какие общие закономерности им свойственны. Основные научные направления в информационной технологии: разработка сетевой структуры, компьютерно-интегрированные производства, экономическая и медицинская информатика, информатика социального страхования и окружающей среды, профессиональные информационные системы.

Главная задача теоретических основ информационной технологии заключается в разработке методов и средств преобразования информации и их использовании в организации технологического процесса переработки информации. Сюда входит исследование информационных процессов любой природы; разработка информационной техники и создание новейшей технологии переработки информации на базе полученных результатов исследования информационных процессов; решение научных и инженерных проблем создания, внедрения и обеспечения эффективного использования компьютерной техники и технологии во всех сферах общественной жизни.

## 10. Информационные системы

**Информационная система** (или **информационно-вычислительная система**) – совокупность взаимосвязанных аппаратно-программных средств автоматизации поиска, накопления и обработки информации; анализирует потоки информации в различных сложных системах, оптимизирует и структурирует их.

Информационная система (ИС) представляет собой совокупность содержащейся в базах данных информации (сведения/сообщения/данные независимо от формы их представления) и обеспечивающих её обработку информационных технологий (процессы, методы поиска, сбора,

хранения, обработки, предоставления, распространения информации и способы осуществления таких процессов) и технических средств.

В информационную систему данные поступают от источника информации. Эти данные отправляются на хранение либо претерпевают в системе некоторую обработку и затем передаются потребителю. Между потребителем и информационной системой может быть установлена обратная связь. В этом случае информационная система называется замкнутой. Канал обратной связи необходим, когда нужно учесть реакцию потребителя на полученную информацию. Информационная система состоит из баз данных, в которых накапливается информация, источника информации, аппаратной части ИС, программной части ИС, потребителя информации.

Ручные информационные системы характеризуются отсутствием технических средств и выполнением всех операций человеком (желательно – в уме). Автоматические информационные системы выполняют все операции по переработке информации без участия человека. Примером автоматических информационных систем являются поисковые машины Интернет, например *Google*, где сбор информации о сайтах осуществляется автоматически поисковым роботом и человеческий фактор не влияет на ранжирование результатов поиска.

Информационно-поисковая система – система для накопления, обработки, поиска и выдачи интересующей пользователя информации. Информационно-аналитические системы – класс информационных систем, предназначенных для аналитической обработки данных с использованием баз знаний и экспертных систем. Информационно-решающие системы – системы, осуществляющие накопление, обработку и переработку информации с использованием прикладного программного обеспечения: управляющие информационные системы с использованием баз данных и прикладных пакетов программ; экспертные информационные системы, использующие прикладные базы знаний, ситуационные центры (информационно-аналитические комплексы) и т.п.

Информационные системы классифицируют по архитектуре: локальные ИС (работающие на одном электронном устройстве, не взаимодействующем с сервером или другими устройствами); клиент-серверные ИС (работающие в локальной или глобальной сети с единым сервером); распределенные ИС (децентрализованные системы в гетерогенной многосерверной сети).

Информационная система представляет собой взаимосвязанную совокупность средств, методов и персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации в интересах достижения поставленной цели. Структурно ИС состоит из технического, математического, программного, информационного и организационного обеспечения.

**Техническое обеспечение** – комплекс технических средств (компьютеры, устройства сбора, накопления, обработки, передачи и вывода информации, устройства передачи данных и линий связи и т.д.) и документация на них и на технологические процессы обработки данных.

**Математическое и программное обеспечение** – совокупность математических методов, моделей, алгоритмов и программ.

**Информационное обеспечение** – банк данных, блок расшифровки запросов и блок поиска.

**Организационное обеспечение** – совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие пользователей с техническими средствами системы.

**Вычислительная техника.** Раздел информатики, посвященный вычислительной технике.

По сфере применения информационные системы классифицируются:

- информационные системы организационного управления
- обеспечение автоматизации функций управленческого персонала;
- информационные системы управления техническими процессами
- обеспечение управления механизмами, технологическими режимами на автоматизированном производстве;
- автоматизированные системы научных исследований
- программно-аппаратные комплексы, предназначенные для научных исследований и испытаний;
- информационные системы автоматизированного проектирования
- программно-технические системы, предназначенные для выполнения проектных работ с применением математических методов;
- автоматизированные обучающие системы
- комплексы программно-технических, учебно-методической литературы и электронные учебники, обеспечивающих учебную деятельность;
- интегрированные информационные системы
- обеспечение автоматизации большинства функций предприятия;
- экономическая информационная система
- обеспечение автоматизации сбора, хранения, обработки и выдачи необходимой информации, предназначенной для выполнения функций управления.

Модельные информационные системы позволяют установить диалог с моделью в процессе её исследования (предоставляя при этом недостающую для принятия решения информацию), а также обеспечивает широкий спектр математических, статистических, финансовых и других моделей, использование которых облегчает выработку стратегии и объективную оценку альтернатив решения. Использование экспертных информационных систем связано с обработкой знаний для выработки и оценки возможных альтернатив принятия решения пользователем. Реализуется на двух уровнях: *Первый уровень* (концепция «типового набора альтернатив») – сведение проблемных ситуаций к некоторым однородным классам решений. Экспертная поддержка на этом уровне реализуется созданием информационного фонда хранения и анализа типовых альтернатив. *Второй уровень* – генерация альтернативы на основе правил преобразования и процедур оценки синтезированных альтернатив, используя базу имеющихся в информационном фонде данных. Экспертные системы представляют совокупность фактов, сведений и данных с системой правил логического вывода информации на основании логической модели баз данных и баз знаний. Базы данных содержат совокупность конкретных данных, а базы знаний – совокупность конкретных и обобщенных сведений в рамках логической модели базы знаний.

\*\_\*\*\_\*

Таким образом, информатика базируется на следующих основных понятиях: информация и сообщение; алгоритм и алгоритмизация; система и структура; модель и моделирование; исполнитель и его операционная среда; проектирование систем и технология, в частности, информационная, компьютерная технология.

Предметная область науки "информатика" – информационные процессы и системы, модели, языки их описания, технологии их актуализации, направленные как на получение знаний, так и на применение знаний, принятие на их основе решений в различных предметных областях. Эти информационные процессы могут происходить в живых существах, технических устройствах, обществе, в индивидуальном и общественном сознании.

## Лекция 2. ИНФОРМАЦИЯ

Информатика, информационные технологии и кибернетика имеют дело с информацией, но что такое информация до сих пор не известно. Для определённости, мы будем понимать под информацией любые сведения и данные, отражающие свойства объектов в природных (биологических и др.), социальных и технических системах и передаваемые звуковым, графическим (в т.ч. письменным) или иным способом без применения или с применением технических средств.

В данной лекции мы приведём ряд определений термина "информация" и покажем, что основными являются три вида информации: физическая (в форме термодинамической и статистической), техническая (кибернетическая, компьютерная или шенноновская) и смысловая (семантическая). Квантовой информацией, энтропией фон Неймана, и энтропией Колмогорова-Синяя мы займёмся позднее. Коротко рассмотрим методы определения количества технической информации, рассмотрим свойства смысловой информации и способы оценки её качества и ценности, и поговорим об информационных законах.

***Информация есть информация и ничто другое. И этого достаточно!***

Базовым понятием информатики является информация. Любая деятельность человека (*и не только, человека, бродячей собаки, к примеру*) представляет собой процесс сбора и переработки информации, принятия на её основе решений и их выполнения.

Многие (*но не все!*) учёные относят информацию к одной из исходных категорий мироздания наряду с материей, энергией и временем. Эти категории тесно взаимосвязаны между собой. Эти связи можно усмотреть и в природе и процессах, порожденных как отдельным человеком, так и обществом. Пример связи этих категорий в природных явлениях – переход жидкости из твёрдого состояния в жидкое. Здесь есть материальные преобразования, энергетические затраты, а также потеря информации относительно расположения атомов. Примером связи материя-энергия-информация в обществе является образовательный процесс, т.е. информационный процесс, требующий материального и энергетического обеспечения; другим примером является любое управление, например автомобилем. Однако есть существенное отличие информации от вещества и энергии – она может возникать и исчезать.

Прогресс человечества неизбежно влечёт увеличение общего объёма информации, которым оно располагает, причём объём этот растёт гораздо быстрее, чем население земного шара и его материальные потребности. Таким образом, можно утверждать, что значимость информации по отношению к двум другим рассмотренным категориям постепенно возрастает.

### 1. Определение понятия информация

Понятие «информация» – первичное и неопределяемое понятие (как, например «точка» в геометрии, «множество» в математике).

Первоначально смысл слова «информация» трактовался как нечто присущее только человеческому сознанию и общению – знания, сведения, известия. Затем смысл этого слова начал расширяться и обобщаться. Так, одним из всеобщих свойств материи (наряду с движением, развитием, пространством, временем и др.) было признано отражение, заключающееся в способности адекватно отображать одним реальным объектом другие реальные объекты, а сам факт отражения одного объекта в другом и означает присутствие в нём информации об отражаемом объекте. Если состояния одного объекта находятся в соответствии с состояниями другого объекта (например, соответствие между положением стрелки вольтметра и напряжением на его клеммах или соответствие между нашим ощущением и реальностью), то один объект отражает другой, т. е. содержит информацию о другом. Высшей, специфической формой отражения является сознание человека.

Особенностью понятия «информация» является его универсальность – оно используется во всех без исключения сферах человеческой деятельности: в философии, естественных и гуманитарных науках, в биологии, медицине, в психологии человека и животных, в социологии, искусстве, в технике и экономике, а также в повседневной жизни.

Вплоть до начала XX века слово «информация» не встречалось ни в одном периодическом издании, ни в одном толковом словаре. В России оно появляется лишь в «Толковом словаре русского языка» под редакцией Н. Д. Ушакова, изданном в 1935, и определяется как действие по глаголу «информировать», как осведомление о чём-либо.

В обычном разговорном языке слово «информация» появилось гораздо раньше. Оно пришло из латинского, имело хождение в основном в журналистских кругах и означало процесс

информирования о важнейших событиях (войны, коронации, географические открытия и т. п.) в жизни общества. В этом же значении во времена Петра I оно пришло в русский язык (в основном – в официальный).

Широко в разговорном языке это слово появилось в сороковых годах 20-го века одновременно с перенесением его основного значения с глагольной формы (процесса информирования) на предметную, на содержание передаваемых при таком информировании сведений. В это же время оно всё чаще и чаще появляется в научных публикациях и технических текстах, приобретая статус научного термина, а позже – общенаучной категории. Такая его трансформация связана с социальным развитием и вызванным им техническим прогрессом, который, в свою очередь, это развитие ускорил. Человеческое сообщество, наконец, осознало, что его развитие – это вовлечение в орбиту общественных (в основном – производственных) отношений всё более масштабных технических комплексов, построение и использование которых требует не только огромных материальных и энергетических затрат, но и всё возрастающих объёмов знаний.

Именно синонимом слова «знания» стало слово «информация» в формирующейся науке об информации. Тогда информатика сводилась к инвентаризации, структурированию и упорядочению достижений науки и техники, к созданию условий своевременного о них информирования (в форме библиографий, каталогов, библиотечных картотек, реферативных журналов, справочников и т.п.) заинтересованных в этом социальных субъектов, что обеспечивало быстрый поиск нужных знаний, их доступность в целях эффективного использования в личных и общественных интересах.

Впервые понятие «информация» как научный термин использовал статистик биолог Фриш. Термин информация приводится также в книге Н. Винера «Кибернетика», однако лишь в узком смысле – как «количество информации», причём не любой информации, а кодированной. В настоящее время термин информация используется в быту, на производстве, в науке, образовании, технической литературе и др. При этом, смысл термина «информация» столь широк, что приходится в противоречие с контекстным содержанием. Предпринимались попытки дать фундаментальное, универсальное толкование этого термина, отображающее его мировоззренческий, философский смысл наряду с такими философскими категориями как вещество и энергия. И если два последних понятия отображают материальный мир, то в противовес этому термин «информация» связывается с идеальными, нематериальными субстанциями. Информация – это содержание сообщения, сигнала, памяти, а также сведения, содержащиеся в сообщении, сигнале или памяти.

Хотя многие полагают, что информация наряду с материей и энергией является первичным понятием мира и не может быть определена, существует множество определений термина "информация".

Энциклопедия Википедия выдаёт по этому поводу следующее:

**Информация** (от лат. *informatio*):

– осведомление, разъяснение, изложение);

– сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления;

– абстрактное понятие, имеющее множество значений, в зависимости от контекста.

Толковый словарь русского языка Ожегова приводит два определения слова «информация»:

– **Информация** – сведения об окружающем мире и протекающих в нём процессах, воспринимаемые человеком или специальным устройством.

(А животные-птицы, рыбы-насекомые, каким специальным устройством воспринимают информацию?!)

– **Информация** – сообщения, осведомляющие о положении дел, о состоянии чего-нибудь. (Научно-техническая и газетная информация, средства массовой информации – печать, радио, телевидение, кино).

(А космические объекты (звёзды, галактики, кометы) тоже обмениваются информацией через средства массовой коммуникации?! А информация, циркулирующая в муравейнике, отражается в местных газетах?!)

– **Информация** – внесённое взаимодействием в структуру одной (отображающей) материальной системы чуждое ей содержание, которое выглядит искажениями её нормальной структуры и характеризует совсем другую (отображаемую) материальную систему.

Информация – результат взаимодействия материальных систем. Она объективно существует в любой материальной системе в форме чуждых для сущности этой системы её структурных особенностей. Содержанием этой информации являются особенности других материальных систем – систем, которые при взаимодействии с первой, её структуру исказили сообразно этим своим особенностям.

Согласно экономическому словарю:

**Информация** (*informatio* - осведомлять) – 1) любое сообщение о чём-либо; 2) сведения, данные, значения экономических показателей, являющиеся объектами хранения, обработки и передачи и используемые в процессе анализа и выработки экономических решений в управлении;

3) один из видов ресурсов, используемых в экономических процессах, получение которого требует затрат времени и других видов ресурсов, в связи с чем эти затраты следует включать в издержки производства и обращения; 4) одна из трёх фундаментальных субстанций (вещество, энергия, информация), составляющих сущность мироздания и охватывающих любой продукт мыслительной деятельности, прежде всего – знания, образы.

Согласно официальным источникам

По российскому ГОСТу 7.0-99:

**Информация** – сведения, воспринимаемые человеком и/или специальными устройствами как отражение фактов материального или духовного мира в процессе коммуникации.

По российскому федеральному закону от 27 июля 2006 года № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» (Статья 2): **Информация** – сведения (сообщения, данные) независимо от формы их представления.

Главный научный центр СССР в области научной информации – ВИНТИ в своё время дал такое определение:

**Информация** – объективное содержание связи между взаимодействующими материальными объектами, проявляющееся в изменении состояний этих объектов. (Наконец, человек исчез из определения информации).

Разные энциклопедии и словари дают разные определения информации. **Информация** – продукт взаимодействия данных и методов, рассмотренный в контексте этого взаимодействия.

**Информация** – одно из наиболее общих понятий науки, обозначающее некоторые сведения, совокупность каких-либо данных, знаний и т.п.

**Информация** – сведения, передаваемые людьми устным, письменным или другим способом (с помощью условных сигналов, технических средств и т. д.); 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.

**Информация:** 1. Сообщение о положении дел где-либо, о состоянии чего-либо. 2. Сведения об окружающем мире и протекающих в нем процессах, воспринимаемые человеком или специальными устройствами. Обмен такими сведениями между людьми и специальными устройствами. Обмен сигналами в животном и растительном мире. 3. То же, что: информирование.

**Информация** – 1) Сообщение о некотором положении дел, передаваемое людьми. 2) Величина уменьшаемой неопределенности в результате получения сообщения. 3) Управленческие сигналы в единстве их синтаксические, семантические и прагматические характеристики. 4) Мера разнообразия в объектах и процессах и т. д.

Понятие «информация» используется в различных науках, при этом в каждой науке термин «информация» связан с различными системами понятий.

**Информация в биологии:** Биология изучает живую природу и понятие «информация» связывается с целесообразным поведением живых организмов. В живых организмах информация передаётся и хранится с помощью объектов различной физической природы (состояние ДНК), которые рассматриваются как знаки биологических алфавитов. Генетическая информация передается по наследству и хранится во всех клетках живых организмов.

**Философский подход:** Информация – взаимодействие, отражение, познание.

**Кибернетический подход:** Информация – характеристики управляющего сигнала, передаваемого по линии связи. Это та часть знаний, которая используется для ориентирования, активного действия, управления, т.е. в целях сохранения, совершенствования, развития системы (Н. Винер). В теории управления в качестве информации рассматриваются те сообщения, которые система получает из внешнего мира в процессе приспособления. Информация уменьшает общую неопределённость и информационную энтропию; она доступна измерению как мера устранения неопределенности в системе.

**Юридический подход:** Информация – один из видов объектов гражданских прав, предусмотренных ст.128 ГК РФ. В самом Гражданском кодексе нет определения понятия информации и предусмотрена защита только для более узкого объекта данного вида – служебной и коммерческой тайны. В соответствии с федеральным законом «Об информации, информатизации и защите информации» от 20.02.1995. Информация представляет собой сведения о лицах, предметах, фактах, событиях, явлениях и процессах, независимо от формы их представления.

Известны следующие подходы к определению информации:

– традиционный (обыденный): **Информация** – сведения, знания, сообщения о положении дел, которые человек воспринимает из окружающего мира с помощью органов

чувств (зрения, слуха, вкуса, обоняния, осязания). Здесь информация – сведения о лицах, предметах, фактах, событиях, явлениях и процессах независимо от формы их представления.

– вероятностный: **Информация** – это сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают имеющуюся о них степень неопределённости и неполноты знаний.

– для человека: **Информация** – это знания, которые он получает из различных источников с помощью органов чувств.

**В обиходе** информацией называют любые данные или сведения, которые кого-либо интересуют. Например, сообщение о каких-либо событиях, о чьей-либо деятельности и т.п. "информировать" в этом смысле означает "сообщить нечто, неизвестное раньше".

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

Приведём набор разных определений информации:

**Информация** – это не вещество и не энергия, это информация (Н. Винер)

**Информация** – обозначение содержания, полученного из внешнего мира в процессе нашего приспособления к нему и приспособления к нему наших чувств (Н. Винер)

**Информация** – мера организованности системы, точно также энтропия системы есть мера дезорганизованности системы. (Н. Винер)

**Информация** – снятая неопределённость наших знаний о чём-то (К. Шеннон)

**Информация** – мера изменения во времени и пространстве структурного разнообразия систем (К. Шеннон);

**Информация** – мера изменения во времени и пространстве структурного разнообразия систем (Эшби).

**Информация** – знания, переданные кем-то другим или приобретенные путём собственного исследования или изучения;

**Информация** – сведения, содержащиеся в данном сообщении и рассматриваемые как объект передачи, хранения и обработки; сведения, известия, в научно-технических приложениях – то, что имеет на себе сигнал

**Информация** – нематериальная составляющая материального мира.

**Информация** – мера сокращения неизвестности;

**Информация** – мера упорядоченности материи;

**Информация** – сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают имеющуюся о них степень неопределённости, неполноты знаний (Н.В. Макарова);

**Информация** – отрицание энтропии (Леон Бриллюэн);

**Информация** – мера сложности структур (Моль);

**Информация** – отраженное разнообразие (Урсул);

**Информация** – связи, установленные между воздействием и реакцией на него;

**Информация** – содержание процесса отражения (Тузов);

**Информация** – вероятность выбора (Яглом); **Информация** – то, что изменяет нас (Грегори Бэйтсон);

**Информация** – суть представления факта (или послания) для получателя (Хорнунг);

**Информация** – связи, установленные между воздействием и реакцией на него (Дёмин А.И.);

**Информация** – семантическое отражение бытия в языковой (знаковой) форме, создаваемое и актуализируемое в коммуникациях в виде сообщения, понимаемого в контексте определённой социокультуры. Высшей формой информации является знание – организованная и имеющая ценность информация.

**Информация** – мера определенности, которую живые объекты или их части вносят во взаимодействия живых объектов, их частей, элементов внешней среды в процессе синтеза живых объектов.

**Информация** – вербальная конвенциональная категория коллективного знания людей, определяющая определенное свойство взаимодействия явлений природы, определяемых человеком, при котором участники взаимодействия существуют в обстоятельствах определяющих взаимодействие, представленных свидетелями взаимодействия, способных определять причину и следствие взаимодействия и отсюда наделять участников взаимодействия характеристикой источника или приёмника информации (Дёмин А.И.).

**Информация** – степень изменения знаний субъекта, т.е. известной ему структурированной совокупности сведений, выражаемых через его внутреннюю структуру (С. Расторгуев).

**Информация** – универсальное свойство материи, представляющее собой распространение в пространстве и времени содержания объектов (явлений) действительности посредством объективно существующих носителей различной природы (И. М. Левкин).

**Информация** – данные, организованные таким образом, что имеют смысл для имеющего с ними дело человека».

**Информация** – 1) сведения, сообщение о чем-либо, передаваемое людьми; 2) уменьшаемая, снижаемая неопределенность в результате полученных сведений; 3) передача, отражение разнообразия;

**Информация** – сведения, воспринимаемые человеком и/или специальными устройствами как отражение фактов материального или духовного мира;

**Информация** – это понимание (смысл, представление, интерпретация), возникающее в аппарате мышления человека после получения им данных, взаимосвязанное с предшествующими знаниями и понятиями.

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

**Информация** – 1) что-то сказанное, новости; знание, полученное любым способом; 2) в информационной теории и теории компьютеров: это точная мера информации, измеренная в битах и охватывающая диапазон от нуля (это когда все известно заранее) и до какого-то максимального значения, когда ничего заранее о содержании сообщения не известно; 3) любые данные, хранящиеся в компьютере»;

**Информация** – данные или массив данных, упорядоченные определённым образом, вносящие изменения в принимающую систему, и изменяющие её состояние или поведение. Передаётся через носитель. Имеет свойство полного исчезновения.

**Информация** – всякое сообщение или передача сведений о чем-либо, что заранее не было известно.

Информация означает порядок, коммуникация есть создание порядка из беспорядка или, по крайней мере, увеличение степени той упорядоченности, которая существовала до получения сообщения.

Среди философов популярны дефиниции, содержащие термин «отражение»:

**Информация** – разнообразие, которое один объект содержит о другом, это взаимное, относительное разнообразие; разнообразие, которое отражающий объект содержит об отраженном;

**Информация** – отражение в сознании людей объективных причинно-следственных связей в окружающем нас реальном мире;

**Информация** – содержание процессов отражения; информация не тождественна отражению, а его инвариантная часть, поддающаяся определению, объективированию, передаче.

**Информация** – философская категория, рассматриваемая наряду с пространством, временем, и материей; информация – сообщение, т.е. форма связи между источником, передающим сообщение и приемником, его принимающим.

Особое место в коллекции определений занимают утверждения о том, что информация – это алгоритм:

**Информация** – план строения клетки и, следовательно, всего организма. Информация – «инструкция» к самоорганизации в процессе эволюции биологических структур.

**Информация** – некий алгоритм, т.е. совокупность приёмов, правил, сведений, необходимых для построения оператора. Под словом «оператор» здесь понимается некое стороннее воздействие на систему, изменяющее спонтанный ход событий.

Большое число определений понятия «информация» означает, что общепринятого определения нет. Более того, нет даже чёткого понимания сути этого явления, хотя потребность в нем уже назрела. Сейчас область применимости информационного подхода существенно расширилась. Понятие «информация» используется при исследовании практически всех процессов самоорганизации (в частности биологической эволюции). При этом актуальным становится вопрос о возникновении информации и эволюции её ценности. Здесь без определения понятий уже не обойтись. Выбор определения зависит от аппарата исследования, иными словами, определение должно быть конструктивным, то есть пригодным для использования в рамках аппарата. Тогда

**Информация** – случайный и запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноправных.

Здесь слово «случайный» выделено, поскольку оно относится к способу выбора и потому сужает область применимости определения. Вообще говоря, выбор может быть и не случайным, тогда говорят о рецепции информации. Случайный выбор соответствует генерации (т.е. спонтанному возникновению) информации. Слово «запомненный» относится к фиксации

информации. Выбор может и не запоминаться (забыться). Такой выбор называется микроинформацией. Запомненный выбор (в отличие от незапоминаемого) называется макроинформацией. Во всех информационных процессах используется макроинформация (запоминаемая). Микроинформация используется в физических спекуляциях по поводу «демона Максвелла». Слова «возможных и равноправных» означают, что варианты выбора принадлежат одному множеству и различия между ними не велики. В идеале варианты могут быть полностью равноправны и равновероятны, но могут и отличаться. Тогда слово «равноправные» означает, что априорные вероятности различных выборов – величины одного порядка.

С учётом сказанного примем определение информации в виде:

**Информация** – запомненный выбор одного варианта из нескольких возможных и равноправных.

Это определение позволяет понять такие тонкие явления как возникновение жизни и механизмы мышления, т.е. построить мост между естественными науками и гуманитарными. Это определение допускает введение меры – количества информации.

Из всего множества определений и толкований термина «информация», можно выделить четыре, вокруг которых объединяются почти все остальные.

1) **Информация** – отраженное многообразие.

2) **Информация** – то, что образуется в аппарате мышления у человека. Это субъективное понятие синонимичное понятию «знание», «значение», «смысл».

3) **Информация** – то, что передается в естественных и искусственных системах и является формой, средством передачи информации, т. е. является средством передачи знания, значения, смысла. В этом случае синонимом термина «информация» является термин «данные».

4) **Информация** – интегрированное понятие, рассматриваемое в системах объект познающий – объект познаваемый, объект управляющий – объект управляемый, объект обучающий – объект обучаемый, то в значении смысл, если речь идёт о смысле познания, управления, обучения, то в значении данные, если речь идёт о средствах передачи этого смысла.

Некоторые учёные отказывают существованию информации, как в мире физической реальности, и так и в мире личностной психологии, но признают её наличие в мире общественного знания, где бытуют художественные образы и научные знания, мифы о прошлом и мечты о будущем.

Существуют шесть основных философских концепций, которые занимаются изучением информации, как научного понятия. Они утверждают:

1. Информация не существует. Она – призрак, ошибочное представление науки, то, чего никто никогда не видел, не ощущал и не фиксировал с помощью какой-либо аппаратуры.

2. Информация существует, но не в нашем физическом мире. Эта доктрина объясняет природу телепатии, вспышек, привидений и т.п. интересных явлений.

3. Существует чистая информация без какой-либо формы разновидности.

4. Информация имеет материальную природу, которая сама по себе очень информативна.

5. Информация первична, а материя – вторична. Информация – основа Мира. Информацион – главный элемент во Вселенной, дающий жизнь субстанции, порождающий вещество, энергию, пространство, время и т.д. Весь мир состоит из информации. В перспективе усвоение информации обеспечит возможность избежать препятствий на верхних границах величин, таких как скорость света, абсолютный нуль, преодоление временных отрезков за мгновения, сила гравитации и т.д. Станет возможным повернуть информационные машины в будущее или в прошлое из нашего физического мира, преодолевать пространство с любой скоростью.

6. Информация – субъективная реальность. В объективном мире существуют разнообразные свойства и отношения между субстанцией и энергией. Часть их воспринимается нашими органами чувств, распознается, и субъективно воспринимается как информация. Информация реально существует только в представлении субъекта, потому что это – субъективная реальность. Понятно, почему одно и то же сообщение воспринимается различными субъектами по-разному или не воспринимается ими вовсе.

Итак, философия определения понятия информация отличается чрезвычайной противоречивостью. На одном полюсе – безграничный панинформизм, т.е. утверждение, что весь мир и все его свойства созданы из информации. На другом – отрицание существования информации как действительности, т.е. информация – субъективная реальность. Между ними – признание информации третьим атрибутом материи, равнозначным веществу и энергии; утверждение о независимости информации от какого бы то ни было материального носителя; трактовка её как структуры с необычными для физического мира свойствами; признание в одном случае первичности информации и вторичности материи, а в другом – материальность информации и т.д.

В данном курсе лекции мы будем рассматривать три информации:

**Физическая информация:** третий компонент материального мира (наряду с веществом и энергией), управляющий порядком и хаосом в микромире, в космосе, в термодинамике, статистической физике, биосистемах и т. п. Она не предусматривает участие какого-либо Разума в своём осмыслении, в том числе – человеческого. Не было человека на Земле, информация была, не будет его – информация продолжит своё существование. Физическая информация распадается на два подвида: термодинамическую и статистическую. Именно на примере физической информации мы попытаемся установить связь между информацией и энтропией (информация, как отрицательная энтропия).

**Смысловая (семантическая) информация** – информация, которую воспринимает человек (и которая, к примеру, передаётся средствами массовой информации). Здесь уже человеческий разум (совместно с его глупостью) развернётся во всей красе. Это то, что можно осмыслить, оценить, купить-продать-подарить, накапливать, хранить, охранять, терять; она способна исчезать и появляться, может быть полезной и вредной, истинной и ложной, переходя в дезинформацию. Мы рассмотрим методы её поиска в Интернете, способы создания банка данных и банка знаний.

**Техническая информация** (она же кибернетическая или компьютерная) – информация, передаваемая азбукой Морзе, по радио- или телеканалу, информация в компьютерах и прочих технических машинах. Мы рассмотрим вопросы передачи информации по линии связи, вопросы кодирования-декодирования информации, и способы переработки информации компьютерами. А истинна эта информация или ложна, ценна или бесполезна, нас интересовать не будет. Не важно материальна она или нет. Важно сколько раз я должен ударить по телеграфному ключу, чтобы передать азбукой Морзе сообщение жене о полярной зимовке, и насколько разнообразен этот текст (можно вспотеть, сутками передавая одну букву, но информации в этом будет мало). Не менее важно и то, как текст исказится молниями и прочими помехами коротковолновой связи.

Проблемы передачи информации разделяются на три уровня: синтаксический (рассматриваются внутренние свойства сообщений), семантический (анализируется смысловое содержание сообщения, его отношение к источнику информации) и прагматический (рассматривается потребительское содержание сообщения, его отношение к получателю).

На **синтаксическом уровне** имеют место чисто технические проблемы совершенствования методов передачи сигналов; проблемы доставки получателю сообщений; полная абстракция от смыслового содержания сообщений и их целевого предназначения. Учитывают: тип носителя; способ представления информации; скорость передачи и обработки; размеры кодов представления информации.

На **семантическом уровне** проблемы связаны с формализацией и учётом смысла передаваемой информации; подобные проблемы чрезвычайно сложны, т. к. смысловое содержание информации больше зависит от получателя, чем от семантики сообщения, представленного на каком-либо языке; анализируются сведения, которые отражает информация; выявляется смысл информации и содержание информации; осуществляется обобщение.

На прагматическом уровне проблемы возникают при определении ценности и полезности информации для потребителя; здесь важны последствия от получения и использования данной информации потребителем.

В данном курсе лекций для нас будут существовать три различных сущности, по недоразумению названные одним именем - информацией. В конце курса мы попытаемся их объединить.

В заключение этой части приведём высказывания некоторых учёных об информации и связанных с ней проблемах.

**ШЕННОН К. Работы по теории информации и кибернетике. М., 1963.** Значение теории информации было, возможно, преувеличено и раздуто до пределов, превышающих её реальные достижения ... Сейчас теория информации, как модный опьяняющий напиток, кружит голову всем вокруг. Сознывая, что теория информации является сильным средством решения проблем теории связи, нельзя забывать, что она не является панацеей для инженера-связиста и тем более для представителей всех других специальностей. Представителям различных наук следует ясно понимать, что основные положения теории информации касаются очень специфического направления исследования, направления, которое совершенно не обязательно должно оказаться плодотворным в психологии, экономике и в других социальных науках. Здание нашего искусственно созданного благополучия легко может рухнуть, как только в один прекрасный день окажется, что при помощи нескольких магических слов, таких как информация, энтропия, избыточность..., нельзя решить всех нерешенных проблем.

**БЕРГ А.И., СПИРКИН А.Г. Кибернетика и диалектико-материалистическая философия // Проблемы философии и методологии современного естествознания. М., 1973** Для характеристики реального мира ныне недостаточны фундаментальные понятия классической физики – материя, вещество, движение, энергия, пространство, время. Для полноты этой характеристики необходимо столь же фундаментальное и столь же всеобщее понятие информации. Нет материи без

информации, нет и информации без ее материального носителя - вещества и энергии. Информация представляет собой качественную и количественную характеристику организованности отражения. Вообще информация – это как бы некоторая "сила", направленная против дезорганизации и хаоса; в этом смысле информация неотделима от структурности, организованности материальных систем. БЕРЛЯНТ А. М. Образ пространства: карта и информация. М., 1986. Вероятностно-статистический подход к картографической информации встретил многочисленные возражения. В ряде критических высказываний подчеркивалось, что шенноновская формула энтропии не содержит самого понятия «информация» и не позволяет определить «количество информации» или «информативность» карты. Карта, где знаки располагаются в пространстве, принципиально отличается от других языковых сообщений, использующих последовательности знаков или сигналов.

**БИРЮКОВ Б.В.** Кибернетика и методология науки. М., 1974. Бесспорна возможность теоретико-информационного изложения ряда физических теорий – изложения, исходящего, конечно, из представления о том, что информация и ее меры суть объективные характеристики физических явлений. В самом деле, если понятия термодинамической энтропии и энтропии информационной столь тесно связаны, то почему не попытаться развить на информационной основе самую термодинамику? Если понятие количества информации столь уверенно интерпретируется в вероятностных терминах, то почему бы не попытаться заложить теорию информации в фундамент статистической физики и квантовой механики? Имеется определенное несоответствие между сильно развитым формальным аппаратом оценки количественной формы информации и недостаточно осмысленной её «содержательной» стороной, что сказывается на приложениях теории (в ряде случаев представления и методы шенноновской теории пытались «механически» применить в новых областях, что приводило к дискретизации самих методов). Информация «многолика», включает в себя синтаксический, семантический и прагматический аспекты. Разные стороны понятия информации отображаются в целом спектре теорий. Эти теории не противоречат, а дополняют друг друга, развивая разные количественные меры, связанные с той или иной стороной феномена информации. При этом всегда имеется в виду задача, если не полное, то частичное синтеза этих теорий.

**БРИЛЮЭН Л.** Наука и теория информации. М., 1960. Новая территория была завоевана для науки с появлением в недавнее время теории информации. Это открытие создало новую область, немедленно привлекая разведчиков и исследователей. Как это случилось? Как далеко это идёт? И где оно может продолжать распространяться? Означает ли это вторжение науки на территорию, принадлежащую по традиции философии, или это есть открытие новой страны, своего рода «ничейной земли», которая ускользала от прежних исследований?

**БАВИЛОВ С.** Физика // Под знаменем марксизма, 1935, № 1. Может случиться так, что будущая физика включит как первичное, простейшее явление «способность сходную с ощущением» и на ее основе будет объяснять многое другое

**ВИНЕР Н.** Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. М., 1958. Понятие количества информации совершенно естественно связывается с классическим понятием статистической механики – понятием энтропии. Как количество информации в системе есть мера организованности системы, точно также энтропия системы есть мера дезорганизованности системы. Информация есть информация, а не материя и не энергия. Тот материализм, который не признает этого, не может быть жизнеспособным в настоящее время. Мозг не выделяет мысль, как печень выделяет желчь, информация – это обозначение содержания (сигналов), полученного из внешнего мира в процессе нашего приспособления к нему и приспособления к нему наших чувств.

**ВЯТКИН В.Б.** Информация есть форма отражения материи. Прогресс проистекает из паритета двух начал – хаоса и порядка (энтропии и информации). Складывается ощущение, что энтропия и информация есть различные проявления одной и той же сущности, некоторой ауры, которая является атрибутом любых системных образований.

**ДОБРУШИН Р. Л.** Теория информации (комментарии). В кн.: Колмогоров А. Н. Теория информации и теория алгоритмов. М., 1987. Столь общий многообразный объект как информация, не может допускать единого метода численного измерения, а идеи Шеннона обоснованы лишь в применении к той важной, но всё же ограниченной ситуации, когда рассматриваются оптимальные методы кодирования и декодирования информации в целях ее передачи по каналам связи или ее хранения.

**КОЛМОГОРОВ А. Н.** Теория информации и теория алгоритмов. М., 1987. Не видно, почему теория информации должна столь существенно основываться на теории вероятностей, как это представляется по большинству руководств. Эта зависимость от заранее созданной теории вероятностей в действительности не является неизбежной. Теория информации должна предшествовать теории вероятностей, а не опираться на нее. Основы теории информации имеют по самому существу этой дисциплины финитный комбинаторный характер.

**МАЗУР М.** Качественная теория информации. М., 1974. А как применить понятие «количество информации», например к географической карте? Ведь карта содержит самую

различную информацию. О каких вероятностях здесь может идти речь? Ведь каждый элемент карты, как и каждый элемент территории, существует, а не «происходит» с какой-то вероятностью. На заданные вопросы можно ответить, что теория информации создана не для этих потребностей. Однако такой ответ означает признание того факта, что созданная теория до сих пор дает меньше, чем обещает ее название.

**НОВИК И. Б. Негэнтропия и количество информации // Вопросы философии, 1962, № 6.** Отсутствие в современной теории информации законов сохранения можно рассматривать как свидетельство незавершенности этой теории. Решение вопроса относительно обобщения законов сохранения на область информации, на наш взгляд, существенно продвинет разработку содержательной теории информации, даст опорный стержень для, так сказать, «физики отражения». Нам представляется, что информацию можно трактовать как форму отражения. По нашему мнению, в информации выражается упорядоченность отражения. Если для материи справедливы законы сохранения, то можно полагать, что некоторые аналоги этих законов применимы и к атрибуту отражения. При рассмотрении только одной формы отражения (информации) без учета её перехода в другую форму закон сохранения в данной области не удаётся установить.

**НОВИК И. Б. Кибернетика. Философские и социологические проблемы. М., 1963.** По-видимому, и в области теории информации мы столкнёмся со специфическими статистическими законами, характеризующими «дуализм» отражения (информация и шум), подобно тому, как специфичность статистики в квантовой механике связана с «дуализмом» микрообъектов (обладание свойствами частицы и волны).

**СЕДОВ Е. Одна формула и весь мир (книга об энтропии). М., 1982.** Теория информации в том виде, в каком она существует сегодня, – это лишь первый шаг к решению многих научных задач. С её помощью пока не открыты законы такого масштаба, как например, закон всемирного тяготения. Но тут приходится делать скидку на возраст – нельзя же требовать от ребёнка, пусть даже весьма и одарённого, великих свершений с самых первых шагов. Современная наука изучает различные уровни материального мира. И на всех уровнях она обнаруживает нескончаемую диалектическую борьбу энтропии и информации – двух противоположных начал, отражающих вечное стремление к увеличению хаоса и противодействующую ему тенденцию к образованию упорядоченных структур.

**УРСУЛ А. Д. Природа информации. М., 1968.** Доведенная до крайности концепция выбора, неопределенности может привести к тому, что объективный характер самой информации окажется под сомнением, и будет признаваться «творение» информации субъектом или вообще воспринимающей системой. В силу этих соображений наше общее понимание информации должно быть освобождено от ее зависимости от воспринимающей системы (хотя в ряде случаев эта зависимость действительно существует) в такой же степени, как и от трактовки информации в духе чисто вероятностных представлений.

**УРСУЛ А. Д. Проблема информации в современной науке. М., 1975.** Понятия информации, которые изолируются от связи с категорией отражения, на наш взгляд, не будут далее развиваться, они образуют тупиковые линии развития. Категория отражения выступает в качестве важнейшего методологического ориентира, помогающего обнаружить верные пути в «хаосе» омонимии понятия информации.

**ХАРКЕВИЧ А. А. Очерки общей теории связи. М., 1955.** Несмотря на быстрые темпы развития, общая теория связи не получила еще завершения в своих основных построениях. Обращает на себя внимание, в частности, отсутствие до настоящего времени системы основных законов типа законов сохранения, характерных для многих сложившихся отраслей знания. Наличие подобного рода законов, специфичных для связи интуитивно ощущается. Однако эти законы еще не найдены и не сформулированы. **ШАМБАДАЛЬ П. Развитие и приложения понятия энтропии. М., 1967.** Развитие теории информации, и в частности связь этой теории с термодинамикой, происходило в недавнее время, поэтому в будущем вполне могут появиться новые непредугаданные результаты.

## 2. Характеристики информации

Рассмотрим свойства смысловой информации, в освоении которой предусмотрено участие человека, и которая может казаться ему чем-то полезной или вредной.

Информация и её свойства являются объектом исследования многих научных дисциплин, таких как теория информации (математическая теория систем передачи информационных сообщений), кибернетика (наука о связи и управлении в машинах и животных, а также в обществе и человеке), семиотика (наука о знаках и знаковых системах), теория массовой коммуникации (исследование средств массовой информации и их влияния на общество), информатика (изучение процессов сбора, преобразования, хранения, защиты, поиска и передачи всех видов информации и

средств их автоматизированной обработки), соционика (теория информационного метаболизма индивидуальной и социальной психики), информодинамика (наука об открытых информационных системах), информатология (наука о получении, сохранении и передаче информации для различных множеств объектов) и т. д.

Подобно тому, как введение понятия энергии позволило рассматривать все явления природы с единой точки зрения, так и введение понятия информации, единой меры количества информации позволяет подойти с единой общей точки зрения к изучению самых различных процессов. Количество переданной информации и тем более эффект воздействия информации на получателя не определяются количеством энергии, затраченной на её передачу. Поэтому одной из важнейших особенностей информации является её неэнергетический характер.

Сущность использования информации состоит в том, что приведение в действие больших масс вещества и процессов передачи и преобразования больших количеств энергии могут направляться, контролироваться при помощи небольших масс и количеств энергии, несущих информацию. Так, например, на автоматизированных робототехнических комплексах изготавливаются сложнейшие детали и узлы современных машин под воздействием весьма маломощных в энергетическом смысле управляющих сигналов, подаваемых встроенными в технологическую линию микропроцессорами на исполнительные органы станков и роботов.

Ценность информации зависит от многих обстоятельств и не поддается формализации. Но во многих случаях, в которых применим статистический подход к процессам получения и передачи информации, полезным оказывается введённое К.Шенноном представление о количестве информации, содержащемся в том или ином сообщении. Представление о количестве информации тесно примыкает к понятию энтропии. Связь между этими понятиями становится понятной, если учесть, что получение любой информации (например, в процессе измерения какой-либо физической величины) неизбежно связано с затратами энергии и времени.

## 2.1 Свойства информации

На свойства информации влияют как свойства исходных данных, составляющих её содержательную часть, так и свойства методов, фиксирующих эту информацию. Фундаментальными свойствами смысловой информации являются: запоминаемость, передаваемость, преобразуемость, воспроизводимость, стираемость, объективность, достоверность, полнота, точность, полезность, ценность, актуальность, понятность, доступность, краткость и т. д.

Выделяют следующие свойства информации:

**Объективность** информации характеризует её независимость от чьего-либо мнения или сознания, а также от методов получения. Более объективна та информация, в которую методы получения и обработки вносят меньший элемент субъективности. Информация – это отражение внешнего объективного мира. Информация объективна, если она не зависит от методов ее фиксации, чьего-либо мнения, суждения, т.е. если она существует независимо от человеческого сознания. Пример: сообщение «На улице тепло» несёт субъективную информацию, а сообщение «На улице 22°C» – объективную, но с точностью, зависящей от погрешности средства измерения. Объективную информацию можно получить с помощью исправных датчиков, измерительных приборов. Отражаясь в сознании человека, информация перестаёт быть объективной, т.к. преобразовывается в зависимости от мнения, суждения, опыта, знаний конкретного субъекта.

**Достоверность** – свойство информации быть правильно воспринятой. Достоверность отражает истинное положение дел. Объективная информация всегда достоверна, но достоверная информация может быть как объективной, так и субъективной. Достоверная информация помогает принять нам правильное решение. Причинами недостоверности могут быть: преднамеренное искажение (дезинформация); непреднамеренное искажение субъективного свойства; искажение в результате воздействия помех; ошибки фиксации информации. Обычно достоверность информации достигается указанием времени свершения событий, сведения о которых передаются; сопоставлением данных, полученных из различных источников; своевременным вскрытием дезинформации; исключением искаженной информации и др.

**Полнота.** Информацию можно считать полной, когда она содержит минимальный, но достаточный для принятия правильного решения набор показателей. Как неполная, так и избыточная информация снижает эффективность принимаемых решений.

**Адекватность** – степень соответствия реальному состоянию дела. Различают три её формы: синтаксическая, семантическая и прагматическая. 1. Синтаксическая адекватность отображает формально-структурные характеристики информации и не затрагивает её смыслового содержания. 2. Семантическая (смысловая) адекватность определяет степень соответствия информации об объекте самому объекту. 3. Прагматическая (потребительская) адекватность отражает отношение информации и её потребителя; она связана с ценностью, полезностью использования информации потребителем для достижения поставленной цели.

**Доступность** – мера возможности получить ту или иную информацию.

**Актуальность** – это степень соответствия информации текущему моменту времени. Это – важность для настоящего времени, злободневность, насущность. Только вовремя полученная информация может быть полезна.

**Ценность** (полезность, значимость) обеспечивает решение поставленной задачи; она нужна для того чтобы принимать правильные решения. Полезность может быть оценена применительно к нуждам конкретных ее потребителей и оценивается по тем задачам, которые можно решить с её помощью. Самая ценная информация – объективная, достоверная, полная, и актуальная. При этом следует учитывать, что и необъективная, недостоверная информация (например, художественная литература), имеет большую значимость для человека.

**Понятность** (ясность) – выражена на языке, доступном получателю.

**Точность** определяется степенью её близости к реальному состоянию объекта, процесса, явления и т. п.

Кроме этого информация обладает еще следующими свойствами:

1) Атрибутивные свойства (атрибут – неотъемлемая часть чего-либо). Важнейшими среди них являются дискретность (информация состоит из отдельных частей, знаков) и непрерывность (возможность накапливать информацию)

2) Динамические свойства связаны с изменением информации во времени: копирование – размножение информации; передача от источника к потребителю; перевод с одного языка на другой; перенос на другой носитель; старение (физическое – носителя, моральное – ценностное)

3) Практические свойства – информационный объём и плотность

## 2.2 Виды информации

Для человека информация подразделяется на виды в зависимости от типа воспринимающих её рецепторов.

Виды информации различаются по способу восприятия (визуальная, аудиальная, тактильная, обонятельная, вкусовая), по форме представления (текстовая, числовая, графическая, музыкальная, комбинированная), по общественному значению (массовая, например, обывденная, общественно-политическая, эстетическая), специальная (научная, производственная, техническая, управленческая) и личная (знания, умения, интуиция).

**Визуальная** – воспринимаемая органами зрения (графическая или изобразительная) – первый вид, для которого был реализован способ хранения информации об окружающем мире в виде наскальных рисунков, а позднее в виде картин, фотографий, схем, чертежей на бумаге, холсте, мраморе и др. материалах, изображающих картины реального мира

**Текстовая** – передаваемая в виде символов, предназначенных обозначать лексемы языка.

Это – способ кодирования речи человека специальными символами – буквами, причём разные народы имеют разные языки и используют различные наборы букв для отображения речи; особенно большое значение этот способ приобрел после изобретения бумаги и книгопечатания.

**Числовая** – в виде цифр и знаков, обозначающих математические действия. Это – количественная мера объектов и их свойств в окружающем мире; особенно большое значение приобрела с развитием торговли, экономики и денежного обмена; для её отображения используется метод кодирования специальными символами – цифрами, причём системы кодирования (счисления) могут быть разными.

**Звуковая** – устная или в виде записи передача лексем языка аудиальным путем. Мир вокруг нас полон звуков и задача их хранения и тиражирования была решена с изобретением звукозаписывающих устройств в 1877.

**Музыкальная** – разновидность звуковой. Для этого вида был изобретен способ кодирования с использованием специальных символов, что делает возможным хранение её аналогично графической информации

**Видеоинформация** – способ сохранения «живых» картин окружающего мира, появившийся с изобретением кино.

Существуют также виды информации, для которых до сих пор не изобретено способов их кодирования и хранения: **тактильная** информация, передаваемая ощущениями, и **органолептическая** (обонятельная и вкусовая), передаваемая запахами и вкусами и др.

По предназначению (общественному значению) информация бывает

**Массовая** содержит тривиальные сведения и оперирует набором понятий, понятным большей части социума. Она бывает обывденной, общественно-политической, эстетической.

**Специальная** содержит специфический набор понятий, при использовании происходит передача сведений, которые могут быть не понятны основной массе социума, но необходимы и понятны в рамках узкой социальной группы, где используется данная информация. Она бывает научной, технической, управленческой, производственной.

**Личная** – набор сведений о какой-либо личности, определяющий социальное положение и типы социальных взаимодействий внутри популяции. Сюда относятся наши знания, умения, интуиция.

**Дезинформация** – распространение искаженных или заведомо ложных сведений для достижения пропагандистских, военных (введение противника в заблуждение) или других целей.

Важный вид информации – информация, представленная в глобальной сети Интернет. Здесь используются особые приёмы хранения, обработки, поиска и передачи распределенной информации больших объемов и особые способы работы с различными видами информации. Постоянно совершенствуется программное обеспечение, позволяющее проводить коллективную работу с информацией всех видов.

Объектом приложений информатики являются самые различные науки и области практической деятельности (например, управление производственным процессом, проектирование, финансовых операциях, образовании и т.п.). В конкретных приложениях существуют такие категории информации, как: аэронавигационная, геологическая, инсайдовая, социальная, секретная, генетическая – совокупность хранимых и наследственных биологических признаков, и др.

## 2.3 Качество информации

Возможность и эффективность использования информации определяется её качеством, под которым понимают степень её соответствия потребностям потребителей. Свойства информации являются относительным, так как зависят от потребностей потребителя информации.

Потребительскими показателями качества информации являются:

**Содержательность** или внутреннее качество (качество, присущее собственно информации и сохраняющееся при её переносе из одной системы в другую) Содержательность информации отражает семантическую ёмкость, равную отношению величины семантической информации в сообщении к объёму обрабатываемых данных.

**Репрезентативность** информации связана с правильностью её отбора и формирования в целях адекватного отражения свойств объекта.

**Значимость** (свойство сохранять ценность для потребителя с течением времени)

**Идентичность** (свойство, заключающееся в соответствии информации состоянию объекта) Кумулятивность (свойство информации, заключённой в массиве небольшого объёма достаточно полно отражать действительность). С течением времени количество информации растёт, информация накапливается, происходит её систематизация, оценка и обобщение. Это свойство назвали ростом и кумулированием информации.

**Защищённость** или внешнее качество (качество, присущее информации, находящейся или используемой только в определённой системе), включая сохранность, достоверность и конфиденциальность.

**Логичность**, компактность, удобная форма представления облегчает понимание и усвоение информации.

**Старение информации** заключается в уменьшении ее ценности с течением времени. Старит информацию не само время, а появление новой информации, которая уточняет, дополняет или отвергает полностью или частично более раннюю. Научно-техническая информация стареет быстрее, эстетическая (произведения искусства) – медленнее.

Социальная (общественная) информация обладает ещё и дополнительными свойствами: имеет семантический (смысловой) характер, т. е. понятийный, так как именно в понятиях обобщаются наиболее существенные признаки предметов, процессов и явлений окружающего мира. Информация имеет языковую природу (кроме некоторых видов эстетической информации, например изобразительного искусства). Одно и то же содержание может быть выражено на разных естественных (разговорных) языках, записано в виде математических формул и т. д.

## 2.4 Количество информации

Понятно, что измерить количество смысловой информации невозможно. Какое количество информации содержится, к примеру, в тексте романа «Война и мир», во фресках Рафаэля или в генетическом коде человека? Ответа на эти вопросы наука не даёт и не даст.

Тем не менее, в определенных условиях можно пренебречь качественными особенностями информации, выразить её количество числом, а также сравнить количество информации, содержащееся в различных группах данных. Физическую (термодинамическую, статистическую) и

техническую (шенноновскую) информации,



уменьшающие энтропию и неопределённость, измерить можно.

И в физическом и в техническом подходах к определению количества информации не обсуждается ценность того или иного информационного сообщения.

Меры информации бывают семантического, синтаксического и прагматического уровня.

Подход к измерению информации бывает содержательным (вероятностным), который осуществляется через неопределённость знаний с учётом вероятности событий, или алфавитным, который осуществляется через количество символов с учётом информационного веса символов.

Смысловая информация всегда связана с материальным носителем: это может быть сигнал в любой материальной форме, числовой, символьный код на печатной основе и т.д. Информацию можно измерить, как и любой материальный объект. Количество информации, затраченное на описание конкретного объекта, можно оценить по количеству букв, затраченных на описание модели объекта. Поскольку, каждый символ естественного языка можно закодировать одним определённым числом информационных

единиц (на один символ требуется 1 байт, т.е.8 бит), то легко вычислить полный объём информации, связанный с описанием любого объекта, процесса, явления. Это так называемый *алфавитный подход* измерения количества информации.

Есть другой количественный подход – *технический* (кибернетический, шенноновский), изложенный в работах К.Шеннона и Н.Винера. Изучая системы передачи информации, К.Шеннон пришёл к выводу, что каждое элементарное сообщение на выходе системы уменьшает неопределённость исходного множества сообщений, при этом смысловой аспект сообщения не имеет никакого значения. За единицу количества информации было предложено принять «количество информации, передаваемое при одном выборе между равновероятными альтернативами». Эта наименьшая единица информации называется бит.

Количество кодированной информации:

– мера информации, сообщаемой появлением события определенной вероятности; – мера оценки информации, содержащейся в сообщении;

– мера, характеризующая уменьшение неопределенности, содержащейся в одной случайной величине относительно другой.

Единицами кодированной информации являются бит и байт.

**Бит** – минимальная единица измерения количества передаваемой или хранимой информации, соответствующая одному двоичному разряду, способному принимать значений 0 или 1.

**Байт** – в запоминающих устройствах – наименьшая адресуемая единица данных в памяти компьютера, обрабатываемая как единое целое. По умолчанию байт считается равным 8 битам. Обычно в системах кодирования данных байт представляет собой код одного печатного или управляющего символа.

Информация в один бит уменьшает неопределённость информационной системы в два раза. Для вычисления средней величины количества информации, связанного с положительным исходом некоторого события  $x$  из множества  $m$  событий К.Шеннон предложил формулу:

$$H_x = -\sum p_i \log_2 p_i, \quad (1)$$

где  $p_i$  -вероятность  $i$ -го события.

Эта формула характеризует энтропию (меру неопределённости) системы. Изначально это понятие появилось в физике, и характеризует оно степень неупорядоченности, т.е. неопределённости 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 К.Шеннона упрощается:

$$H_{max} = -\log_2 p = \log_2 m \text{ (формула Р.Хартли)} \quad (2)$$

**Пример:** Рассмотрим систему с 256 возможными состояниями, например, расширенную кодовую таблицу символов, тогда  $H_{max}$  будет равно 8 битам ( $\log_2 256 = 8$ ). Другими словами, восемь

бит достаточно, чтобы точно описать исход любого события (например, выборку определённого символа из таблицы).

Шеннон подошёл к проблеме как инженер и рассмотрел количество битов передаваемой в течение некоторого времени информации, т.е. её поток. Одной из особенностей такого подхода к определению понятия «информация» является то, что никак не учитываются энергетические или какие-нибудь иные ресурсные затраты, связанные с её передачей, приёмом и обработкой. В частности, процессы передачи и обработки информации и процессы, управляемые этой информацией, могут отличаться по энергетике во много раз. Здесь информация обсуждается как «надматериальная» субстанция, которая, тем не менее, упорядочена в физическом времени. Это следствие свойств информации, как возможность её передачи и преобразования посредством материальных носителей, в частности, возможность её запоминания и извлечения из памяти. Для сохранения информации необходимо «свёртывать» упорядоченную во времени последовательность сигналов в некоторые упорядоченные, структурные изменения в устройстве памяти. Извлечение же информации из памяти – обратный процесс восстановления упорядоченной во времени последовательности сигналов, с использованием тех структурных изменений в памяти, которые произошли при запоминании.

Передача информации через среду является частным случаем её преобразования: фактически, передача может рассматриваться как последовательное запоминание и восстановление сигналов от точки к точке пространства вдоль пути её распространения. Самый высокий уровень информационной энтропии имеют случайные последовательности знаков. Поскольку часть данных при преобразованиях информации может теряться, то передаваемая и принимаемая последовательности сигналов, или в ином, нетехническом контексте, – последовательности знаков, могут отличаться по информационному содержанию. Это отражено в соответствующих соотношениях, где учтено увеличение информационной энтропии в случае искажения части знаков при преобразованиях.

При термодинамическом подходе оценивается термодинамическая вероятность существования системы при каких-либо условиях до и после получения порции информации, а количество информации при этом оценивается через разность энтропий конечного и начального состояний, т. е. характеризует изменение уровня упорядоченности системы. Энтропия каждого состояния оценивается по формуле Больцмана:

$$S = k \ln(N), \quad (3)$$

где  $k$  – постоянная Больцмана,  $N$  – количество способов, которыми может быть реализовано данное состояние системы, а  $\ln$  – натуральный логарифм.

Следует отметить, что однозначная связь между шенноновской и больцмановской формулами энтропии не всегда возможна хотя бы потому, что в одном случае речь идёт о потоке знаков, а другом – об изменениях в некоторой структуре. В качестве примера, когда это все же так, можно привести какое-нибудь устройство памяти, запоминающее короткие информационные сообщения.

**Замечание.** Существует ещё один способ определения количества информации, основанный на энтальпии, предложен А.Н.Колмогоровым. Об алгоритмическом подходе Колмогорова к информации и о его теории сложности мы расскажем в одной из последующих лекций.

Есть так же **содержательный (субъективный) подход** к измерению информации. Содержание информации кроме количественного параметра имеет ещё и смысловую характеристику, которая определяется способностью пользователя понимать поступившее сообщение. Эта способность зависит от тезауруса пользователя, т.е. совокупности сведений и знаний, которыми располагает пользователь. Если тезаурус пользователя близок к нулю, то любая новая информация им не воспринимается (он её не понимает) и в этом случае семантическая компонента информации для него равна нулю (*для меня, например, любой текст, записанный китайскими иероглифами будет давать нулевую информацию, тогда как для китайца (если он грамотен, конечно) тот же текст будет крайне информативен*). Таким образом, одно и то же сообщение может нести для пользователя разное количество смысловой информации.

Подходы к определению понятия «количество информации», основанные на том, что информацию, содержащуюся в сообщении, можно нестрого трактовать в смысле её новизны или, иначе, уменьшения неопределённости наших знаний об объекте, не привели к особым успехам. Когда говорят о мере смысловой информации, обычно подразумевают не количество, а ценность информации.

## 2.5 Ценность информации

Существует ещё один подход к измерению информации, идущий от «здравого смысла». Он связан с идеей о полезности, или **ценности информации**. Попытки определять ценность

смысловой информации предпринимались с биологических и психологических позиций, но общепринятых подходов пока и не существует.

В биологическом аспекте полезность принимаемой информации связана с увеличением выживаемости организма или повышением успешности существования популяции. Получение организмом полезного информационного сообщения означает совершенствование инструкций его взаимодействия с окружающей средой. В психологии поведение обсуждается иначе: не с точки зрения улучшения или ухудшения биовыживательных стратегий, а на языке мотиваций. Понятно, что в контекстах различных мотиваций, одно и то же информационное сообщение может иметь разную ценность. Естественно, что далеко не любые мотивации подразумевают действия, объективно полезные с точки зрения выживания организма или эволюционного успеха популяции организмов.

Так или иначе, но и в биологическом и в психологическом аспектах одно и то же информационное сообщение не может быть одинаково ценным для любых реципиентов. Его полезность связана с особенностями воспринимающей стороны, а эти особенности отличаются у разных организмов и могут меняться со временем. Поэтому трудно предложить способ вычисления ценности информационного сообщения в общем случае. Однако несложно определить эту величину в биологическом контексте, если отвлечься от отдельных организмов и воспользоваться популяционным подходом.

Под ценностью информации обычно понимается её важность, нужность для принятия решений. Определение ценности смысловой информации субъективный процесс и в большинстве случаев нет объективных критериев определения ценности конкретных видов информации при принятии информационных решений. Иногда ценность информации определяется приращением вероятности достижения цели вследствие получения информации. Но практическое применение этого подхода затруднено тем, что невозможно определить с достаточной точностью вероятности достижения конкретной цели до и после получения информации.

Намерение связать понятие ценности информации с понятием цели представляются плодотворным, но имеющиеся пути к количественной оценке ценности малоэффективны, ибо они основаны на использовании предварительных оценок априорных вероятностей цели, знания и последовательных действий потребителя. Трудно сформулировать в информационных понятиях цель, стоящую перед потребителем информации. Кроме этого, ценность не является чисто природным свойством информации, а образуется в результате предметно-практического взаимодействия объекта и субъекта. Ценность является тем, что требуется человеку для его практически-познавательной деятельности, а практика способствует объективности оценок.

Информация необходима для объектов, потребляющих её, как средство обеспечения их существования, позволяет реагировать на изменения в окружающем мире.

Ценность объективна как порождение практического взаимодействия объекта и субъекта; она объективна, т.к. образуется в процессе общественно-исторической практики (эта объективность может и не осознаваться субъектом). В тоже время оценка субъективна. Оценка как выражение субъективного отношения к ценности может быть истинной, если она адекватна ценности, или ложной, если она ценности не соответствует.

\* \_ \* \_ \*

Таким образом, обычно полагают, что существует три сорта информации. Первый из них – физическая информация – предмет интереса термодинамики и статистической физики. Вторая – техническая, та самая, которая передается по телеграфным линиям или отображается на экранах радиолокаторов. Количество такой информации может быть в точности вычислено, и процессы, происходящие с такой информацией, подчиняются физическим законам. Третий сорт информации – информация семантическая, то есть смысловая. Это та самая информация, которая содержится, к примеру, в литературном произведении. Для такой информации тоже предлагаются различные количественные оценки и даже строятся математические теории. Но общее мнение скорее сводится к тому, что оценки здесь весьма условны и приблизительны и алгеброй гармонию не проверишь.

Некоторые учёные считают, что информация едина, но вот количественные оценки должны быть разными. Отдельно нужно измерять количество информации, причём количество информации – строгая оценка, относительно которой можно развивать единую строгую теорию. Кроме количества информации, следует измерять ещё и ценность. А вот с ценностью информации происходит то же самое, что и с понятием семантической информации. С одной стороны, вроде её можно померить или даже вычислить, а с другой стороны, все эти вычисления справедливы лишь в ограниченном числе случаев. И вообще, кто может точно вычислить, скажем, ценность крупного научного открытия или письма любимой?

## 2.6 Информационные процессы

Информация – категория нематериальная, следовательно, она должна быть связана с какой материальной основой, без этого она просто не сможет существовать.

Носители информации – среда или физическое тело для передачи, хранения и воспроизведения информации. (Это электрические, световые, тепловые, звуковые, радио сигналы, магнитные и лазерные диски, печатные издания, фотографии и т.д.).

**Носитель информации** – материальный объект или среда, которые служат для представления или передачи информации (бумага, диск, воздух и т.п.).

Хранение информации связано с фиксацией состояния носителя (например, уже напечатанный текст на бумаге), а распространение информации – с процессом, который протекает в носителе. Но только с нестационарным процессом, т.е. характеристики которого меняются. (**Стационарный процесс информацию не переносит – лампа просто горит и всё, а мигает – уже азбука Морзе**). И при этом информация связывается не с существованием процесса (**просто горит лампа**), а именно с изменением какой-либо его характеристики.

Информация хранится, передаётся и обрабатывается в символьной (знаковой) форме. Одна и та же информация может быть представлена в различной форме: 1) Знаковой письменной, состоящей из различных знаков, среди которых выделяют символическую в виде текста, чисел, символов; графическую; табличную и т.д.; 2) В виде жестов или сигналов; 3) В устной словесной форме (разговор). Представление информации осуществляется с помощью языков, как знаковых систем, которые строятся на основе определенного алфавита и имеют правила для выполнения операций над знаками.

Язык – определенная знаковая система представления информации. Существуют:

**Естественные языки** – разговорные языки в устной и письменной форме. В некоторых случаях разговорную речь могут заменить язык мимики и жестов, язык специальных знаков (например, дорожных);

**Формальные языки** – специальные языки для различных областей человеческой деятельности, которые характеризуются жестко зафиксированным алфавитом, более строгими правилами грамматики и синтаксиса. Это язык музыки (ноты), язык математики (цифры, математические знаки), системы счисления, языки программирования и т.д. В основе любого языка лежит алфавит – набор символов/знаков. Полное число символов алфавита принято называть мощностью алфавита.

Операции с информацией

создавать	принимать	комбинировать	хранить
передавать	копировать	обрабатывать	искать
воспринимать	формализовать	делить на части	измерять
использовать	распространять	упрощать	разрушать
запоминать	преобразовывать	собирать	и т. д.

Все эти процессы, связанные с определенными операциями над информацией, называются информационными процессами.

**Информационный процесс** – изменение с течением времени содержания информации или представляющего его сообщения. Он имеет следующие виды: создание новой информации; преобразование информации; удаление информации; передача информации.

Информационные процессы – это процессы, связанные с получением, хранением, обработкой и передачей информации (т.е. действия, выполняемые с информацией). Т.е. это процессы, в ходе которых изменяется содержание информации или форма её представления.

*Источник информации* —  $\xrightarrow{\text{Канал связи}}$  *Приёмник информации*

Информация передаётся в форме сообщений от некоторого источника информации к её приёмнику посредством канала связи между ними. Источник посылает передаваемое сообщение, которое кодируется в передаваемый сигнал. Этот сигнал посылается по каналу связи. В результате в приёмнике появляется принимаемый сигнал, который декодируется и становится принимаемым сообщением. Основная функция приёмника данных – фильтрация, игнорирование шума и выявление нового в бесконечном потоке обычного. Обмен информацией не приводит, как правило, к уничтожению источника, обогащая приёмник дополнительным знанием.

Изменение характеристики носителя, которое используется для представления информации, называется сигналом, а значение этой характеристики, отнесенное к некоторой шкале измерений, называется параметром сигнала.

Примеры:

Способ передачи	Процесс	Параметры сигнала
Звук	Звуковые волны	Высота и громкость звука

Изображение	Световые волны	Частота и амплитуда световых волн
-------------	----------------	-----------------------------------

Одиночный сигнал не может содержать много информации. Нужно много сигналов.

**Сообщение – последовательность сигналов.**

Сообщение, таким образом, служит переносчиком информации, а информация является содержанием сообщения.

В отличие от материи и энергии информация может создаваться и исчезать.

Основные виды информационных процессов:

- создание новой информации;
- преобразование информации;
- уничтожение информации;
- передача информации.

Понятие «информация» предполагает наличие двух объектов – источника и приемника информации. Информация передается от источника к приёмнику в материально-энергетической форме в форме сигналов, распространяющихся в определенной среде.

**Источник информации – субъект или объект, порождающий информацию и представляющий ее в виде сообщения.**

**Получатель информации – субъект или объект, принимающий сообщение и способный правильно его интерпретировать.**

**Замечание. Получатель информации не равен получателю сообщения («слышу речь на керунди – я получатель сообщения, но не информации»).**

Итак, информация передается в форме сообщений от некоторого источника информации к получателю посредством системы связи между ними. Совокупность технических средств, используемых для передачи сообщений от источника к получателю, называется системой связи. Канал связи – совокупность технических устройств, обеспечивающих передачу от передатчика к приёмнику. Состоит из кодирующего и декодирующего устройства. Кодирующее устройство предназначено для кодирования информации (преобразования исходного сообщения от источника к виду, удобному для передачи информации). Декодирующее устройство предназначено для преобразования полученного сообщения в исходное.

Для передачи информации на большие расстояния первоначально использовались закодированные световые сигналы, с изобретением электричества – передача закодированного определенным образом сигнала по проводам, позднее – с использованием радиоволн.

Информационными сообщениями могут обмениваться любые системы, состояние которых может управляться с помощью внешних данных. В качестве таких систем могут выступать не только живые существа, но и, например, компьютеры, поскольку в общем случае неважно осуществляется ли информационный обмен «по собственной воле», или же он кем-то намеренно запрограммирован. Подразумевается, что для приёма управляющих данных имеются специальные рецепторы или датчики, так что те или иные, влияющие на функционирование, но непосредственно не воспринимаемые воздействия (например, сильный радиационный фон или яд, подмешанный злоумышленником в пищу), не рассматриваются в качестве информационных сообщений.

Частным случаем информационных сообщений, которыми обмениваются люди, являются мемы.

**Мем – единица культурной информации. Мем – любая идея, символ, манера или образ действия, осознанно или неосознанно передаваемые от человека к человеку посредством речи, письма, видео, ритуалов, жестов и т.д.**

Под *информационным сообщением* конечной протяженности, имеющим ценность, понимается такое, которое модифицирует некоторые особенности взаимодействия системы со средой. Здесь мы полностью отвлекаемся от физических особенностей среды и типа систем, обменивающихся сообщениями, а также от семиотики кодирования и всей «механики» передачи сообщений и реакций системы. Информационное сообщение может вызывать относительно кратковременные, обратимые изменения поведения системы; это происходит, когда сообщение сигнализирует об известной ситуации и подразумевает стандартную реакцию, запрограммированную устройством системы или имеющимися инструкциями. Такие сообщения называются *оповещающими* или *индуцирующими информационными сообщениями*. Сообщение может быть и *обучающим информационным сообщением*, и тогда оно вызывает необратимые, или весьма длительные модификации свойств системы. Такие модификации могут вести в дальнейшем к изменениям эволюционной траектории всей системы. Обучающее сообщение может быть одновременно и индуцирующим, однако обратное утверждение неверно.

В биологическом контексте такой подход подразумевает, что после восприятия биосистемой обучающего информационного сообщения с положительной ценностью её способности к выживанию при некоторых условиях увеличиваются, поскольку эта биосистема приобретает новые возможности в плане использования ресурсов среды, избегания опасностей, а также иногда и в плане дальнейшего развития. Понятно, что это происходит потому, что в

результате восприятия обучающего сообщения, биосистема приобретает новые стереотипы поведения, которые обеспечивают адекватность реакций на сходные сообщения из того же. Ценность информационного сообщения может быть и отрицательной – сообщение при этом является вредным, – если оно, например, содержит какие-нибудь ложные сведения об окружающем мире.

Частным случаем информационных сообщений являются такие, которые изменяют специализацию системы; у технических систем их называют *переключающими*. Такие сообщения влекут два последствия: появление новых свойств и потерю имевшихся, например, запоминание новых способов поведения и забывание некоторых использовавшихся ранее. Каждое переключающее сообщение рассматривается как два независимых, но приходящих одновременно и вызывающих различные изменения у принимающей системы. Эти изменения могут иметь неодинаковые по длительности последствия; для того, чтобы переключающее информационное сообщение было обучающим нужно, чтобы некоторые из последствий носили долговременный характер.

Информационное сообщение одной и той же ценности может быть передано разными способами и, поэтому, может содержать разное количество шенноновской информации. И наоборот: разные сообщения, кодируемые и передаваемые одинаковым количеством битов, могут нести как ценные сведения, так и быть совершенно бессодержательными для части или же для всех получателей информации (белый шум). Тем не менее, при работе в сети *Internet* платят не за ценность полученной информации, а просто за количество переданных бит. Вот в наглядном виде материализованная разница между различными подходами к информации!

Заметим, что этот простой подход к определению информационной ценности, разумеется, не единственный. Часто ценность информации определяют как степень её непредсказуемости, поэтому повторение «одной и той же информации» всегда приводит к снижению её ценности. Нетрудно догадаться, откуда проистекает такой взгляд на вещи – из педагогической практики. Заметим, что повторяющиеся информационные сообщения не обязательно сразу теряют свою ценность, если они используются, например, для выработки рефлекса. Не теряют ценность и повторные сообщения, сигнализирующие о появлении одной и той же опасности.

\*\_\*\_\*\_\*\_\*

Подводя итог относительно понятия ИНФОРМАЦИЯ, можно сказать, что информацию нельзя считать лишь техническим термином, это фундаментальная философская категория, которой присущи такие свойства как запоминаемость, передаваемость, преобразуемость, воспроизводимость, стираемость. Можно дать следующее определение:

***Информация – специфический атрибут реального мира, представляющий собой его объективное отражение в виде совокупности сигналов и проявляющийся при взаимодействии с «приемником» информации, позволяющим выделять, регистрировать эти сигналы из окружающего мира и по тому или иному критерию их идентифицировать.***

Таким образом:

- информация объективна, так как это свойства материи – отражение;
- информация проявляется в виде сигналов и лишь при взаимодействии объектов;
- одна и та же информация различными получателями может быть интерпретирована по-разному.

Информация имеет определенные функции и этапы обращения в обществе. Основными из них являются:

**Познавательная**, цель которой получение новой информации. Функция реализуется в основном через такие этапы обращения информации, как:

- её синтез (производство);
- представление;
- хранение (передача во времени);
- восприятие (потребление).

**Коммуникативная** функция общения людей, реализуемая через такие этапы обращения информации, как:

- передача (в пространстве);
- распределение.

**Управленческая**, цель которой формирование целесообразного поведения управляемой системы, получающей информацию. Эта функция информации неразрывно связана с познавательной и коммуникативной и реализуется через все основные этапы обращения, включая обработку.

Без информации не может существовать жизнь в любой форме и не могут функционировать созданные человеком любые информационные системы. Без неё биологические и технические системы представляют груду химических элементов. Общение, коммуникации, обмен информацией присущи всем живым существам, но в особой степени – человеку. Будучи аккумулированной и обработанной с определенных позиций, информация даёт новые сведения,

приводит к новому знанию. Получение информации из окружающего мира, её анализ и генерирование составляют одну из основных функций человека, отличающую его от остального живого мира.