

ИНФОРМАЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ

Тема 3.

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ

Informare – сообщаю;
Informatio – сообщение,
извещение.

Вводные замечания

- Развитие человеческого общества сопровождалось ростом потребности людей в обмене информацией, в сохранении имеющейся, получении новой информации. Настоящее время начали называть информационной эпохой, временем информационной цивилизации. Что же такое информация?
- Написать 10 слов, которые ассоциируются с понятием «информация»

Обыденное понимание информации

- В житейском смысле инф-я – это сообщение о фактах, предметах, событиях и т.д. в настоящем, прошлом и будущем.
- Более конкретно, инф-я – это система сведений об окружающем мире, которые получает человек при наблюдениях или общении с другими людьми.
- Такое представление *антропоморфно*, узко, односторонне. Поэтому многие выдающиеся люди определяли по-своему это важнейшее понятие – информация.

Определение информации

- И-я – это обозначение содержания, полученного от внешнего мира в процессе приспособления к нему (Н. Винер, отец кибернетики).
- И-я – это отрицание энтропии (Л. Бриллюэн).
- И-я – коммуникация и связь, в процессе которой устраняется неопределённость (К. Шеннон)

Определение информации

- И-я – это передача разнообразия (У. Эшби), и-я – мера сложности структуры (Моль), и-я – вероятность выбора (братья Яглом).
- Информация – это всегда определённым образом организованная материя (А. Никонов).
- Н. Винер уточнял: а) информация - это информация, а не вещество и не энергия; б) информация – это сигнал, которого ждут.
- И-я – это отражённое разнообразие (Философ А.Д. Урсул)
- Информация – это способность какой-либо физической системы оказывать влияние на текущее представление (А. Редозубов)
- Информация – это продукт, который обеспечивает взаимодействие между людьми (М. Веллер).

Определение информации

- Информация – это общенаучное понятие, включающее в себя обмен сведениями между людьми, человеком и компьютером, между компьютерами, обмен символами в животном и растительном мире, передачу признаков от клетки к клетке, от организма к организму.
- Мы называем информацию осмысленной, если возникшая картина текущего представления вызывает эмоцию «понятно»

Динамическая информация

- В.И. Корогодин : «Информация – категория (сущность), необходимая для осуществления целесообразного действия».
- Вводится понятие **ОПРЕРАТОР**, т.е. посредник в использовании информации в некотором целесообразном действии

- $S(Q/P;p) \rightarrow Z + m$

где S – исходная ситуация, Q – оператор, наложение которого на S повышает вероятность P достижения цели Z по сравнению с вероятностью p случайного, спонтанного достижения этой же цели; m – показатель диссипации энергии при достижении цели.

Динамическая теория информации

- Современная динамическая теория информации оперирует определением информации, данном в 60-ые годы 20 века Г. Кастлером: **информация есть случайный и запомненный выбор одного из нескольких возможных и равноправных событий.**
- При этом информацией считается не любые события (сведения), а те, которые помогают снять (уменьшить) неопределённость, бывшую до получения, реализации события.
- Т.о., **и-я – разность между осведомлённостью до и после получения сообщения (события)**

Свойства информации

- Определение и-ции по - Г.Кастлеру позволяет понять возникновение жизни, мышления и запоминания, ***позволяет ввести понятие меры, кол-ва информ.***
- Можно говорить о генерации инф-ции, т.е. выбору запомненного варианта, а так же рецепции инф-ции, т.е. переводу системы в то состояние, которое требует получение информации.

Свойства информации

- Всем видам информации присуще две группы свойств:
- Для первой группы ключевым словом является **фиксируемость** информации
- Для другой группы — ключевое слово — **действенность** информации.
- Внутри каждой из 2-х групп есть набор тесно взаимосвязанных свойств.

Фиксируемость информации

- Инвариантность
- Бренность
- Изменчивость
- Транслируемость
- Размножаемость
- Мультипликативность

Действенность информации

- Семантика
- Истинность
- Полипотентность
- Полезность

Фиксируемость

- **Фиксируемость** — св-во, благодаря которому информация (ни в-во, ни энергия) может существовать только в зафиксированном состоянии, т.е. в виде записи на каком-либо физическом носителе.
- **Инвариантность** относится к физической природе носителя и определяется как **возможность фиксации информации (запись) на любом языке с помощью любого алфавита**

Фиксируемость

- **Бренность** обусловлена тем, что инф-ция записывается на носитель, который потенциально не вечен. Со временем носитель деформируется и инф-ция исчезает. Бренность обуславливает, определяет срок жизни информации.
- **Изменчивость** — возможность преобразования информации, которая затрагивает количество и(или) семантику (содержание) информации, но не изменяет её смысла.

Фиксируемость

- **Транслируемость** — возможность перенесения информации с одного носителя на другой, т.е. показатель возможности размножения информации. Как свойство, транслируемость противоположна бренности.
- Когда скорость увеличения копий (размножения информации) превосходит скорость её гибели, тогда проявляется **размножаемость**.

Фиксируемость

- Следствием размножаемости является **мультипликативность**, т.е. способность информации одновременно существовать в виде идентичных копий на одинаковых или разных носителях.
- **Пример:** одинаковые тексты могут храниться в виде устных сказаний, книг, магнитных записей, лазерных дисков, компьютерных текстов

Действенность

- **Действенность** — это свойство информации, в соответствие с которым она, будучи включённой в свою систему может быть использована для создания того или иного оператора, который, в свою очередь, может совершать определённые целенаправленные действия.
- **Действенность** — способность информации инициировать целенаправленное действие.

Действенность

- **Семантика** (содержательность) информации – это специфика оператора, посредством которой он однозначно определяет действия системы, получившей информацию.
- **Полипотентность** информации заключается в том, что с помощью оператора, закодированного данной информацией, можно достичь нескольких целей.

Действенность

- **Полезность** – такое свойство информации, с помощью которого она может быть применена для определённых целенаправленных действий.
- **Полезной** может оказаться любая информация и это оправдывает необходимость её сохранения «про запас, впрок». Этим обусловлена необходимость **памяти**

Действенность

- **Истинность** – свойство информации, проявляющееся в процессе реализации её полезности. Если цель использования информации достигается, то она истинна. Если нет – она отбрасывается.
- Поэтому **жизненна только истинная информация.**

Сигналы

- В процессах коммуникации информация переносится с помощью **сигналов**.
- **Сигнал – это материальный носитель информации** (свет, звук, запаховое или вкусовое вещество и т.д)
- Сигнал, как и информация адресован получателю. Отправитель и получатель сигналов всегда разделены пространством и временем.
- **Поэтому сигнал является средством перенесения, доставки информации в пространстве и во времени.**

Сигналы

- При переносе информации в качестве сигналов выступают не сами материальные носители, а изменения их состояния во времени.
- **Комплекс правил образования сигналов называется кодированием.**
- **Сигнал – это изменение состояния материального носителя информации, произведенное по определённым правилам (коду).**

Знаки, сигналы

- Информация может базироваться не только на сигналах, но и на системе знаков.
- Последовательности из знаков или сигналов образуют сообщения. Именно сообщения или последовательности сообщений несут информацию получателю. Элементарным сообщением может быть каждый знак или каждый сигнал.
- Знаки чаще используются для хранения информации, сигналы же используются для передачи сообщений из одной точки пространства в другую.
- Множество всех знаков и сигналов образуют алфавит.

Резюме: основные свойства информации

- Информация **не материальна**, но она проявляется в форме материальных носителей – дискретных знаков и/или сигналов.
- Сигналы существуют в форме функций некоторых величин от времени.
- Информация может быть заключена в знаках как таковых, так и в их взаимном расположении (**т,р,с,о – рост, торс, сорт, трос**).

Резюме: Основные формы проявления информации

- Знаки и сигналы содержат информацию только для такого получателя информации, который способен распознать её **(декодировать сообщение).**
- **«Без працы не бенды в кололацы.»**
- Информация приносит (передаёт) данные (знание) об окружающем мире, которых в принимающем сообщении объекте **не было до получения информации (новизна).**
- **«Волга впадает в Каспийское море.»**

Две концепции информации

- 1 - Информация – **свойство (атрибут) всех материальных систем;**
- 2 - Информация – **качество, присущее функционированию всех самоорганизованных систем.**
- Поэтому информацию подразделяют на **а) структурную (связанную)**, существующую в виде структуры предметов и **б) оперативную (рабочую)**, которая циркулирует между предметами или объектами и используется в процессах управления (регулирования).
- **Взаимодополнение.**

Феномен информации

- Информация как объективно существующий феномен, сыграла важную роль в развитии высших форм материи, в появлении и развитии саморегулирующихся систем.
- Это произошло, в частности, при возникновении живой природы и далее, по мере её усложнения, особенно при переходе от высших форм животных к человеку.

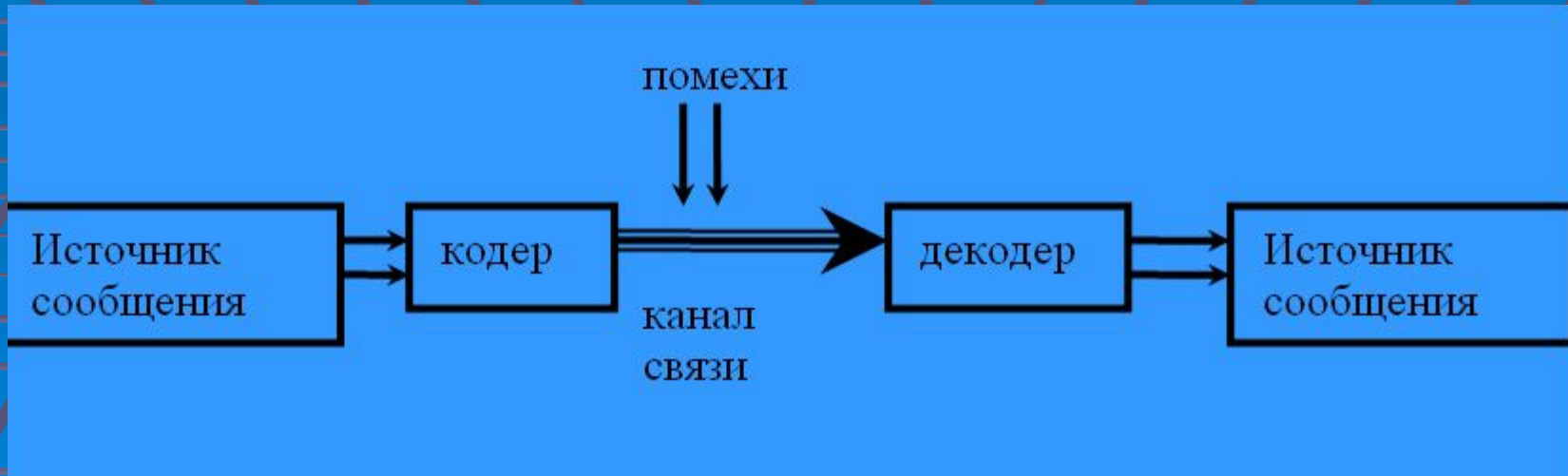
Как это было?

- Отражение среды, т.е. восприятие пространственно-временных свойств неживой природы способствовало:
- а) появлению раздражимости;
- б) превращению её в чувствительность;
- в) возникновению элементарных форм психического отражения; появилось опережающее отражение, в полной мере свойственное только человеку.

Каналы связи

- Передача сигналов, носителей информации, осуществляется по каналам связи.
- **Каналом связи называют любую физическую среду, по которой происходит распространение (передача) сигналов.**
- Каналами связи являются эфир, воздух, нервы, мембранные системы. Зачастую передача информации обеспечивается последовательным набором каналов.

Общая схема передачи сигналов



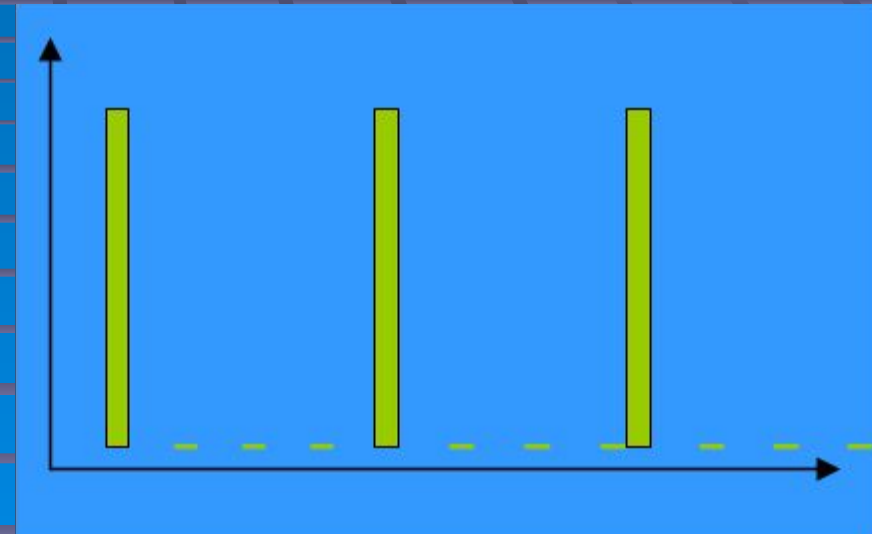
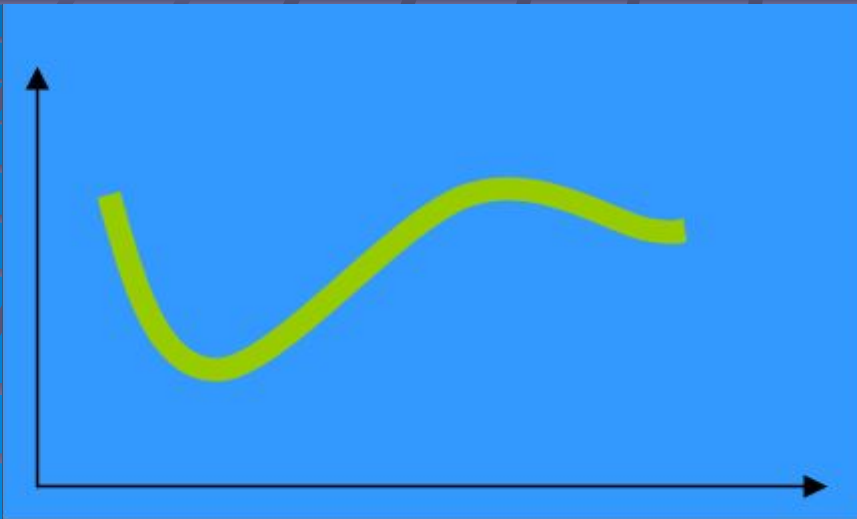
- Передача информации по каналам связи не может быть идеальной. Канал связи подвержен воздействию факторов среды и этим определяется существование **шумов**.

Изоморфизм сигналов

- На всех этапах передачи сигнала должно выполняться требование изоморфизма.
- **Изоморфизм** – это такое соответствие между физически различными сигналами, при котором сохраняется, не искажается содержание и смысл передаваемого сообщения (информации). Каналы ТВ-информации.
- Нарушение изоморфизма может быть обусловлено наличием искажения информации под влиянием шумов.

Помехоустойчивость

- Сигналы могут быть **аналоговыми** (имеют непрерывные значения) и **дискретными** (фиксированные величины). Дискретные сигналы более помехоустойчивы.



- Дискретные сигналы – это импульсы электрического тока фиксированной величины (амплитуды, формы, длительности).
- **Информация передаётся комбинацией импульсов и пропусков между ними**

Кодирование

- Всякое сообщение – набор, комбинация простых сигналов. **Полный набор сигналов конкретной физической природы называют алфавитом, один знак алфавита – буквой.**
- Для передачи любого сообщения его нужно записать с помощью набора знаков - **букв, т.е. закодировать.**
- **Кодирование – запись по правилам передаваемого сообщения с помощью определённого алфавита.**

Кодирование

- Кодирование должно сохранять однозначное соответствие между характеристиками сигнала и передаваемой информацией.
- **Перевод сообщения на другой алфавит носит название перекодирование. Обратная процедура (расшифровка) носит название декодирование.**
- Шифр – термин применяемый в тайнописи

Способы кодирования

- Код азбуки Морзе: точки и тире.
- Двоичный код – чередование электрических импульсов и пропусков. Сигнал означает 1, пропуск – 0. Т.о. двоично закодированное сообщение содержит набор 0 и 1.
- Генетический код: Генетическая информация записывается 4-буквенным алфавитом нуклеотидов.
- Белковый алфавит состоит из 20 АК.

Особенности генетического кода

- 1) Генетический код не прочитывается (не декодируется) в той форме, в которой сигнал был послан. Он предварительно особым образом переписывается (перекодируется).
- *В процессе этого одна из цепей ДНК копируется с образованием комплиментарной молекулы РНК. При этом в соответствующем месте тимин ДНК (Т) заменяется в РНК урацилом (У).*
- Такая «копия» напоминает негативную фотоплёнку: она содержит всю информацию «наоборот». Т.о. РНК больше связана с передачей информации. Поэтому её и называют мРНК.

Особенности генетического кода

- В мРНК 4 нуклеотида могут образовать 64 различных триплета-кодона. При этом одна и та же аминокислота может кодироваться разными кодонами. По этой причине генетический код называют **вырожденным**.
- Несмотря на это вырождение, генетический код является **универсальным** для всего живого мира: кодоны впервые были обнаружены у кишечной палочки и до сих пор все исследованные организмы обладают одним и тем же механизмом переноса и чтения генетической информации.

Какой код является наилучшим?

- Способ передачи информации зависит от вида передатчика и приёмника, канала связи и характера шумов в нём.
- Тот или иной код может быть идеален в одних условиях и совершенно не приемлем в других.
- Световые сигналы малополезны в тумане, звуковые – условиях сильного шума.
- Для оптимизации самые короткие сигналы приписываются самым часто встречающимся символам поскольку **$T(\text{полн}) = \text{сумма}(f * t)$** , где **$T$** – время передачи, **f** – частота появления сигнала, **t** – время передачи (длительность) сигнала

Энергия и информация.

- Создание и передача (приём) информации сопровождается расходом энергии. Но не величина затраченной энергии характеризует информацию, её количество, смысл и ценность.
- Сигнал малой энергии инициирует ядерный взрыв.
- В организме 10^{26} бит информации. Но это эквивалентно изменению энтропии всего 200 кал/градус.

Энергия и информация

Энергия, необходимая при различных видах средств связи, используемых человеком [28]

Средства связи	Энергия, Дж	Количество информации, биты	Энергия на единицу информации, Дж/бит
<i>Звуковые сигналы:</i>			
Телефонный разговор (1 мин)	2 400	288 000	0,008
Высококачественная звукозапись (1 мин)	3 000	2 400 000	0,001
Радиовещание с амплитудной модуляцией (1 мин)	600	1 200 000	0,0005
<i>Наглядные изображения:</i>			
Видеотелефонная запись (1 стр.)	20 000	576 000	0,03
Проекция 35-мм слайдов (1 мин)	30 000	2 000 000	0,02
Ксерографическая копия (1 стр.)	1 500	1 000 000	0,002
Печать высококачественного фотоснимка (13×18 см)	10 000	50 000 000	0,0002
Проекция одного кадра по телевидению ($1/30$ с)	6	300 000	0,00002
<i>Знаковые изображения:</i>			
Печатание одной страницы на электрической пишущей машинке	30 000	21 000	1,4
Чтение одной страницы (энергия на освещение)	5 400	21 000	0,3
Ксерографическое копирование одной страницы	1 500	21 000	0,07
Печатание одной страницы на выходе ЭВМ (60 строк××120 знаков)	1 500	50 400	0,03