

# Информационные процессы в системах

### § 5

## Что такое система

**Системология** — наука о системах. В чем состоит содержание этой науки и какое отношение она имеет к информатике, вам предстоит узнать из данной главы.

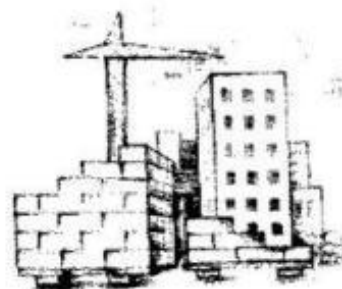
### Понятие системы

Наш мир наполнен многообразием различных объектов. Нередко мы употребляем понятия «простой объект», «сложный объект». А размышляли ли вы о том, в чем разница между простым и сложным? На первый взгляд, возникает такой очевидный ответ: сложный объект состоит из множества простых. И чем больше в нем таких «деталей», тем предмет сложнее. Например, кирпич — простой объект, а здание, построенное из кирпичей, — сложный объект. Или еще: болт, колесо, руль и другие детали автомобиля — простые объекты, а сам автомобиль, собранный из этих деталей, — сложное устройство. Но только ли в количестве деталей заключается различие между простым и сложным?

Сформулируем определение главного понятия системологии — понятия системы:

**Система** — это сложный объект, состоящий из взаимосвязанных частей (элементов) и существующий как единое целое. Всякая система имеет определенное **назначение** (функцию, цель).

Рассмотрим кучу кирпичей и дом, построенный из этих кирпичей. Как бы много ни было кирпичей в куче, ее нельзя назвать системой, потому что в ней *нет единства, нет целесообразности*. А жилой дом имеет вполне конкретное назначение — в нем можно жить. В кладке дома кирпичи определенным образом взаимо-



связаны, в соответствии с конструкцией. Конечно, в конструкции дома кроме кирпичей имеется много других деталей (доски, балки, окна и пр.), все они нужным образом соединены и образуют единое целое — дом.

Вот другой пример: множество велосипедных деталей и собранный из них велосипед. Велосипед — это система. Его назначение — быть транспортным средством для человека.



**Первое главное свойство системы — целесообразность.** Это назначение системы, главная функция, которую она выполняет.

### Структура системы

Всякая система определяется не только составом своих частей, но также порядком и способом объединения этих частей в единое целое. Все части (элементы) системы находятся в определенных отношениях или связях друг с другом. Здесь мы выходим на следующее важнейшее понятие системологии — понятие структуры.

**Структура** — это порядок связей между элементами системы.

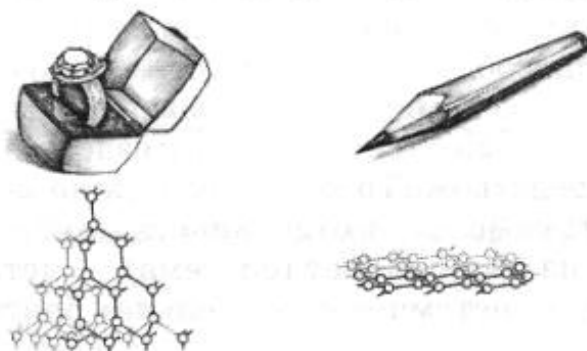
Можно еще сказать так: *структура — это внутренняя организация системы.* Из тех же самых кирпичей и других деталей кроме жилого дома можно построить гараж, забор, башню. Все эти сооружения строятся из одних и тех же элементов, но имеют разную конструкцию в соответствии с назначением сооружения. Применяя язык системологии, можно сказать, что они различаются структурой.

Кто из вас не увлекался детскими конструкторами: строительными, электрическими, радиотехническими и другими? Все детские конструкторы устроены по одному принципу: имеется множество типовых деталей, из которых можно собирать различные изделия. Эти изделия отличаются порядком соединения деталей, т. е. структурой.

Из всего сказанного можно сделать вывод: всякая система обладает определенным элементным составом и структурой. Свойства системы зависят и от того, и от другого. Даже при одинаковом составе системы с разной структурой обладают разными свойствами, могут иметь разное назначение.

**Второе главное свойство системы — целостность.** Нарушение элементного состава или структуры ведет к частичной или полной утрате целесообразности системы.

С зависимостью свойств различных систем от их структуры вам приходилось и еще предстоит встретиться в разных школьных дисциплинах. Например, известно, что графит и алмаз состоят из молекул одного и того же химического вещества — углерода. Но в алмазе молекулы углерода образуют кристаллическую структуру, а у графита структура совсем другая — слоистая. В результате алмаз — самое твердое в природе вещество, а графит мягкий, из него делают грифели для карандашей.



Пример из физики: все радиосистемы состоят из одинаковых деталей (резисторов, конденсаторов, транзисторов, трансформаторов и пр.), но различные по назначению радиотехнические устройства имеют разную структуру.

Рассмотрим пример общественной системы. Общественными системами называют различные объединения (коллективы) людей: семью, производственный коллектив, коллектив школы, бригаду, воинскую часть и др. Связи в таких системах — это отношения между людьми, например отношения подчиненности. Множество таких связей образуют структуру общественной системы.

Вот простой пример. Имеются две строительные бригады, состоящие каждая из семи человек. В первой бригаде один бригадир, два его заместителя и по два рабочих в подчинении у каждого заместителя. Во второй бригаде — один бригадир и шестеро рабочих, которые подчиняются непосредственно бригадиру.

На рисунках схематически представлены структуры подчиненности в двух данных бригадах:



Таким образом, две эти бригады — пример двух производственных (социальных) систем с одинаковым составом (по 7 человек), но с разной структурой подчиненности.

Различие в структуре неизбежно отразится на эффективности работы бригад, на их производительности. При небольшом числе людей эффективнее оказывается вторая структура. Но если в бригаде 20 или 30 человек, то тогда одному бригадиру трудно управлять работой такого коллектива. В этом случае разумно ввести должности заместителей, т. е. использовать первую структуру подчиненности.

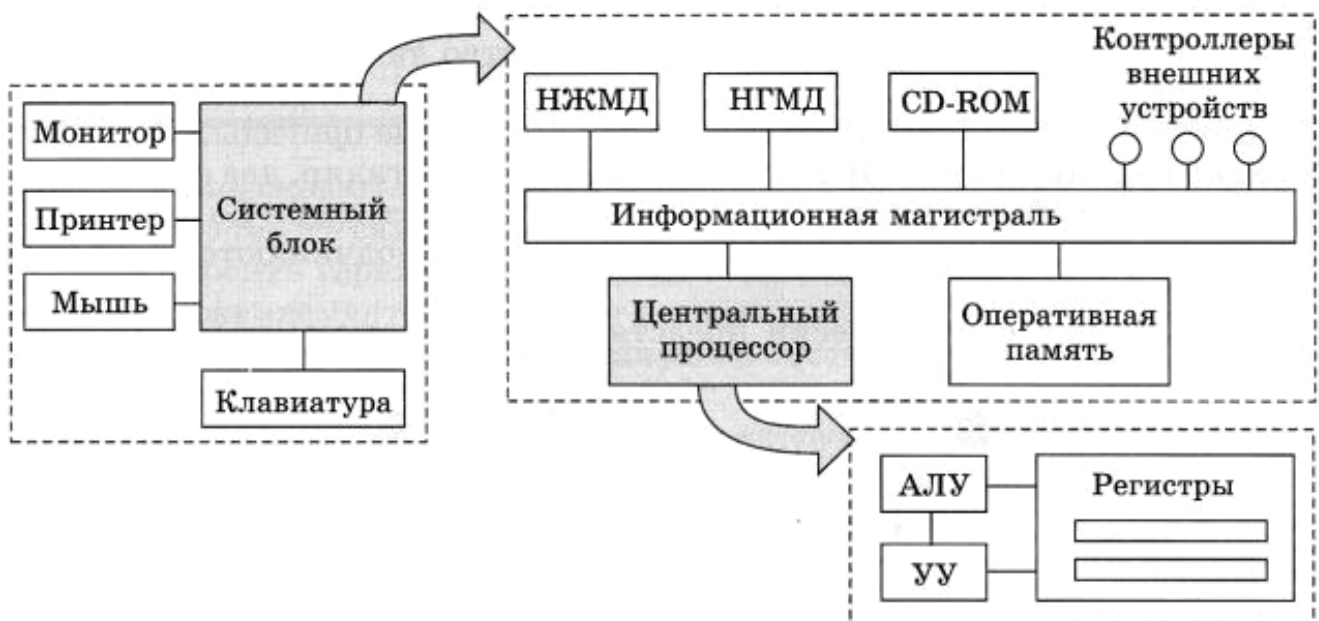
## Системный эффект

**Сущность системного эффекта:** всякой системе свойственны новые качества, не присущие ее составным частям.

Это же свойство выражается фразой: целое больше суммы своих частей. Например, отдельные детали велосипеда: рама, руль, колеса, педали, сиденье не обладают способностью к езде. Но вот эти детали соединили определенным образом, создав систему под названием «велосипед», которая приобрела новое качество — способность к езде, т. е. возможность служить транспортным средством. То же самое можно показать на примере самолета: ни одна часть самолета в отдельности не обладает способностью летать; но собранный из них самолет (система) — летающее устройство. Еще пример: социальная система — строительная бригада. Один рабочий, владеющий одной специальностью (каменщик, сварщик, плотник, крановщик и пр.), не может построить многоэтажный дом, но вся бригада вместе справляется с этой работой.

### О системах и подсистемах

В качестве еще одного примера системы рассмотрим объект, с которым вы часто имеете дело на уроках информатики — персональный компьютер (ПК). На рис. 2.1 приведена схема состава и структуры ПК.



**Рис. 2.1.** Состав и структура персонального компьютера

Самое поверхностное описание ПК такое: это система, элементами которой являются системный блок, клавиатура, монитор, принтер, мышь. Можно ли назвать их простыми элементами? Конечно, нет. Каждая из этих частей — это тоже система, состоящая из множества взаимосвязанных элементов. Например, из базового курса информатики вам известно, что в состав системного блока входят: центральный процессор, оператив-

ная память, накопители на жестких и гибких магнитных дисках, CD-ROM, контроллеры внешних устройств и пр. В свою очередь, каждое из этих устройств — сложная система. Например, центральный процессор состоит из арифметико-логического устройства, устройства управления, регистров. Так можно продолжать и дальше, все более углубляясь в подробности устройства компьютера.

Систему, входящую в состав какой-то другой, более крупной системы, называют **подсистемой**.

Из данного определения следует, что системный блок является подсистемой персонального компьютера, а процессор — подсистемой системного блока.

А можно ли сказать, что какая-то простейшая деталь компьютера, например гайка, системой не является? Все зависит от точки зрения. В устройстве компьютера гайка — простая деталь, поскольку на более мелкие части она не разбирается. Но с точки зрения строения вещества, из которого сделана гайка, это не так. Металл состоит из молекул, образующих кристаллическую структуру, молекулы — из атомов, атомы — из ядра и электронов. Чем глубже наука проникает в вещество, тем больше убеждается, что нет абсолютно простых объектов. Даже частицы атома, которые называют элементарными, например электроны, тоже оказались непростыми.

Любой реальный объект бесконечно сложен. Описание его состава и структуры всегда носит модельный характер, т. е. является приближенным. Степень подробности такого описания зависит от его назначения. Одна и та же часть системы в одних случаях может рассматриваться как ее простой элемент, в других случаях — как подсистема, имеющая свой состав и структуру.

### **О системах в науке и системном подходе**

Основной смысл исследовательской работы ученого чаще всего заключается в поиске системы в предмете его исследования.

*Задача всякой науки — найти системные закономерности в тех объектах и процессах, которые она изучает.*

Давайте вспомним, где в школьных предметах вам встречалось понятие системы. В XVI веке Николай Коперник описал устройство *Солнечной системы*: Земля и другие планеты вращаются вокруг Солнца; связаны они в единое целое силами притяжения.

Систематизация знаний очень важна для биологии. В XVIII веке шведский ученый Карл Линней написал книгу под названием «*Системы природы*». Он сделал первую удачную попытку классифицировать все известные виды животных и растений, а самое главное, показал взаимосвязь, т. е. зависимость одних видов от других. Вся живая природа предстала

как единая большая система. Но она, в свою очередь, состоит из системы растений, системы животных, т. е. подсистем. А среди животных есть птицы, звери, насекомые и т. д. Всё это тоже системы.



Владимир Иванович  
Вернадский  
(1863–1945),  
Россия

Русский ученый Владимир Иванович Вернадский в 20-х годах XX века создал учение о биосфере. Под *биосферой* он понимал *систему*, включающую в себя весь растительный и животный мир Земли, человечество, а также их среду обитания: атмосферу, поверхность Земли, мировой океан, разрабатываемые человеком недра (все это названо активной оболочкой Земли). Все подсистемы биосферы связаны между собой и зависят друг от друга. Вернадскому же принадлежит идея о зависимости состояния биосферы от космических процессов, иначе говоря, биосфера является подсистемой более крупных, космических систем.



Карл Линней  
(1707–1778),  
Швеция

*Если человек хочет быть хорошим специалистом в своем деле, он обязательно должен обладать системным мышлением, к любой работе проявлять системный подход.*

**Сущность системного подхода:** необходимо учитывать все существенные системные связи того объекта, с которым работаешь.

Очень «чувствительным» для всех нас примером необходимости системного подхода является работа врача. Взавшись лечить какую-то болезнь, какой-то орган, врач не должен забывать о взаимосвязи этого органа со всем организмом человека, чтобы не получилось, как в поговорке, «одно лечим, другое калечим». *Человеческий организм — очень сложная система*, поэтому от врача требуются большие знания и осторожность.

Еще один пример — экология. Слово «экология» происходит от греческих слов «экос» — «дом» и «логос» — «учение». Эта наука учит людей относиться к окружающей их природе как к собственному дому. Самой важной задачей экологии сегодня стала защита природы от разрушительных последствий человеческой деятельности (использования природных ресурсов, выбросов промышленных отходов и пр.). Со временем люди все больше вмешиваются в природные процессы. Некоторые вмешательства неопасны, но есть такие, которые могут привести к катастрофе. Экология пользуется понятием «*экологическая система*». Это человек с «плодами» его деятельности (города, транспорт, заводы и пр.) и естественная природа. В идеале в этой системе должно существовать динамическое равновесие, т. е. те разрушения, которые человек неизбежно производит в природе, должны успевать компенсироваться естественными природными процессами или самим человеком. Например, люди, машины, заводы сжигают кислород, а растения его выделяют. Для равновесия надо, чтобы выделялось

кислорода не меньше, чем его сжигается. И если равновесие будет нарушено, то в конце концов наступит катастрофа в масштабах Земли.

В XX веке экологическая катастрофа произошла с Аральским морем в Средней Азии. Люди бездумно забирали для орошения полей воду из питающих его рек Амударья и Сырдарья. Количество испаряющейся воды превысило приток, и море стало пересыхать. Сейчас оно практически погибло и жизнь на его бывших берегах ни для людей, ни для животных и растений стала невозможной. Вот вам пример отсутствия системного подхода. Деятельность таких «преобразователей природы» очень опасна. В последнее время появилось понятие «экологическая грамотность». Вмешиваясь в природу, нельзя быть узким специалистом: только нефтяником, только химиком и пр.

*Занимаясь изучением или преобразованием природы, надо видеть в ней систему и прилагать усилия для того, чтобы не нарушать ее равновесия.*

## § 6

# Информационные процессы в естественных и искусственных системах

**Из базового курса вам известно:**

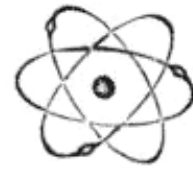
- Существуют три основных типа информационных процессов: хранение информации, передача информации, обработка информации.
- Человек хранит информацию в собственной памяти и на внешних носителях: бумаге, компьютерных дисках и пр.
- Процесс передачи информации протекает от источника к приемнику по информационным каналам.
- Процесс обработки информации связан с получением новой информации, изменением формы или структуры имеющейся информации, поиском данных в информационном массиве.

## Естественные и искусственные системы

Вернемся к вопросу о связях, существующих между элементами систем. Когда это дом или машина, всё понятно. Кирпичи связаны цементным раствором, детали машины — болтами, сваркой, заклепками. А чем связаны системы животных, растений, или, допустим, система образования? Чтобы разобраться в этом, разделим всевозможные системы на два вида.

*Существуют естественные системы, или природные, т. е. созданные природой, и искусственные системы — созданные человеком.*

**Естественные системы:** космические системы — галактики, системы звезд и планет, такие, как наша Солнечная система; системы животных и растений; молекулярные и атомные системы.

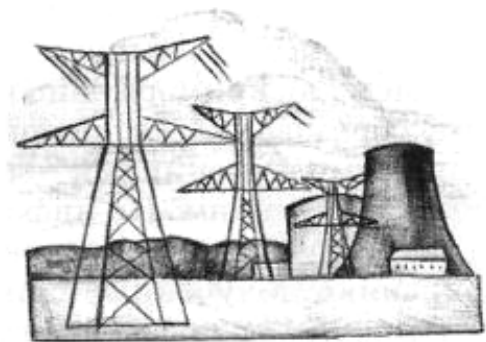


**Искусственные системы** создают люди. Если хорошо подумать, то можно вспомнить множество таких систем, с которыми мы сталкиваемся в повседневной жизни, — это система городского транспорта, система телефонной связи, система торговли, система образования, система здравоохранения, система водоснабжения, система обороны страны, банковская система, государственная энергетическая система и т. д. Само человеческое общество — это тоже система взаимосвязанных личностей, которые образуют разнообразные подсистемы: семьи, трудовые коллективы, партии, нации, расы и пр.

### Материальные связи в естественных и искусственных системах

Обсудим характер связей в *естественных системах*. Во-первых, это физические силы, которые, например, удерживают планеты около Солнца на своих орбитах, молекулы углерода в кристалле алмаза; это энергетические процессы, например фотосинтез, превращающий солнечную энергию в энергию жизни растений. Благодаря генетическим связям сохраняются и продолжают виды животных и растений. Эти связи заключаются в определенной структуре молекул ДНК, входящих в состав клеток организма. Можно говорить о климатических связях — они объединяют систему животного и растительного мира в определенной части планеты. Все перечисленные виды связей можно назвать *материальными*.

Теперь об искусственных системах. Есть множество *материальных систем, созданных человеком*: вся техника (автомобили, самолеты, станки, компьютеры и т. д.), строительные сооружения (дома, мосты, города, плотины, каналы); искусственные материалы (сплавы, пластмассы). Связи в таких системах, как и в естественных, имеют материальный характер. Раньше мы уже говорили о строительных сооружениях, о машинах. Представим еще, например, энергосистему: станции, трансформаторы, линии электропередач, электроприборы; все это присоединено одно к другому и согласованно работает.



### Информационные связи в естественных и искусственных системах

Однако в *живой природе* существуют системные связи, которые никак нельзя отнести к материальным. Вот, например, стая журавлей, летящая клином на юг. Что удерживает их в таком строю? Журавли видят вожака, ведущего стаю, и следуют за ним в определенном порядке. Кроме того, журавли подают друг другу сигналы голосом. Это пример связи, которую можно назвать *информационной*. Подобные примеры можно привести из жизни животных, рыб и даже насекомых.



*В системах живой природы существуют связи как материальные, так и информационные.*

Выше говорилось о материальных искусственных системах. Другой вид *искусственных систем* — это *общественные (социальные) системы*, т. е. различные объединения людей. Конечно, между ними тоже есть определенные материальные связи (например, общее помещение, экономическая зависимость, родственно-генетические связи), однако для общественных систем очень важны *информационные связи*. Ни один коллектив, от семьи до государства, не может существовать без информационного обмена.

Еще существуют связи между людьми, основанные на определенных договоренностях, например конституции государства, законодательстве, уставе организации. Кроме того, есть связи, определяемые человеческой этикой — правилами поведения, не записанными в законах: национальные традиции, семейные традиции, правила приличия и т. д. Люди знают эти законы и правила и подчиняются им. А поскольку любые знания — это информация, то такие связи тоже можно назвать информационными.

Для функционирования общественных систем важнейшее значение имеют информационные связи.

### **Информационные процессы в системах**

В чем же состоят информационные связи? Казалось бы, ответ очевиден: в обмене информацией, в передаче информации от одного элемента системы к другому. Но можно ли утверждать, что два других вида информационных процессов — хранение и обработка информации — необязательны для таких систем?

Передача информации невозможна без ее хранения: откуда-то информация должна браться при отправлении и куда-то помещаться при получении. Возьмем для примера наиболее близкую для вас социальную систему — систему образования. Основной вид связи между двумя типами ее элементов — учителями и учениками — заключается в процессе передачи знаний от учителей к ученикам. Но информация, которую учителя передают ученикам, хранится в учебниках, в конспектах уроков, в памяти учителя. Ученики же сохраняют полученные знания в своей памяти и в тетрадях.

В процессе обучения постоянно происходит обработка информации как учителем, так и учениками. При объяснении учебного материала учитель преобразует его, представляя ученикам в разных формах: в текстовой, графической, табличной, на моделях. Ученики, в свою очередь, отвечают на вопросы, решают задачи, а это есть обработка информации.

Рассмотрим другие элементы системы образования: министерство и учебные заведения. Это элементы подсистемы управления образованием. В ней также происходит передача информации (передаются распоряжения, планы, отчеты, нормативные документы), хранение информации (хранится документация, различные статистические данные), обработка информации (составление той же документации, статистической информации и пр.).

Наконец, рассмотрим технические информационные системы. К ним относятся системы телеграфной и телефонной связи, радио и телевидения, компьютеры и компьютерные сети, сотовые системы связи. Это искусственные системы, созданные людьми для осуществления информационных процессов: хранения, обработки и передачи информации.

В базовом курсе информатики рассказывалось о том, что компьютер целенаправленно создавался изобретателями как универсальный автомат для хранения, обработки и передачи информации. Поэтому все три вида информационных процессов в нем реализованы по определению. Ну а, например, мобильный телефон? Основное его назначение состоит в приеме и передаче информации. Где же здесь хранение и обработка? На рис. 2.2 схематически показан процесс осуществления передачи и приема SMS-общения посредством сотовой связи.



Рис. 2.2. Информационные процессы сотовой связи

Из этой схемы видно, что в процессе работы системы сотовой связи происходит хранение, передача и обработка информации. Аналогично можно описать работу других вышеназванных технических систем, в которых имеют место *все три вида информационных процессов*.

### Системы управления

Из базового курса информатики вам известно, что изучением процессов управления занимается наука кибернетика. Начало кибернетике положил американский ученый Норберт Винер своей книгой «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине», вышедшей в 1948 году.



Норберт Винер (1894–1964), США

Под **управлением** понимается планомерное воздействие на некоторый объект с целью достижения определенного результата.

С точки зрения кибернетики, процесс управления рассматривается как функционирование системы управления. Эта система состоит из двух подсистем: объекта управления и управляющей системы. Кибернетическая модель управления приведена на рис. 2.3.

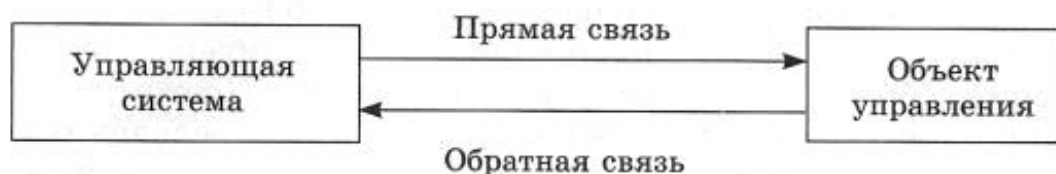


Рис. 2.3. Кибернетическая модель процесса управления

Управляющей системой может быть человек (шофер, дирижер оркестра, учитель, директор), коллектив (правительство, парламент), а может быть и техническое устройство (автоматический регулятор, компьютер). Объектом управления может быть техническое устройство (автомобиль), один человек (ученик, солдат) или коллектив (оркестр, работники предприятия).

Взаимодействие, существующее между двумя этими подсистемами в процессе управления, кибернетика рассматривает как *информационную связь*. По линии прямой связи передаются команды управления от управляющей системы к объекту управления. По линии обратной связи — информация о состоянии объекта управления, о его реакции на управляющее воздействие, а также о состоянии окружающей среды, которая тоже может влиять на процесс управления. Схема на рис. 2.3 оказывается универсальной для всех типов систем, как искусственных, так и естественных, где происходит управление.

Все компоненты системы управления имеются в организмах животного и человека. Мозг — управляющая система, органы движения — объекты управления, нервная система — каналы информационной связи.

В системах управления осуществляется передача информации, а также ее хранение и обработка. Хранить и обрабатывать информацию приходится как управляющей системе, так и объектам управления (ученик, солдат, трудовой коллектив тоже хранят и обрабатывают информацию, поступающую к ним в процессе управления).

Процесс управления происходит *по программе*, заложенной в память управляющей системы. Если управляющая система способна к собственному программированию, то ее можно назвать **самоуправляемой системой**. Элементы самоуправления присущи представителям животного мира. В наибольшей степени способностью к самоуправлению обладает человек.

## Система основных понятий

<b>Информационные процессы в системах</b>			
<b>Естественные системы</b>		<b>Искусственные системы</b>	
<b>Неживой природы</b>	<b>Живой природы</b>	<b>Технические</b>	<b>Общественные</b>
<b>Материальные связи</b>	<b>Материальные связи + информационные связи</b>		
	<b>Процессы осуществления информационных связей</b>		
	<b>Хранение информации</b>	<b>Передача информации</b>	<b>Обработка информации</b>
	<b>Управление — сложный информационный процесс, включающий в себя хранение, передачу и обработку информации</b>		