



Одной из основных закономерностей, присущих сложным системам, является **иерархия** (ερός – священный, σχύς – власть), или иерархическая упорядоченность. Под иерархией в теории систем понимается любой согласованный по подчиненности порядок объектов. В частности, управление большинством социальных организаций, предприятий и государственных структур строится по иерархическому принципу.

Впервые иерархия была исследована Л.Берталанфи, который показал ее связь с закономерностями самоорганизации и развития открытых систем. В теории систем принято выделять три основных вида иерархии - *стратифицированные системы, многослойные системы, много эшелонные системы.*

### **Страты.**

В случае создания и сопровождения информационных систем сложность задачи заключается в необходимости соблюсти баланс между **целостностью представления** системы, которое должно быть получено в начальный период жизненного цикла, и ее **детальным описанием** на последующих этапах (проектирование, разработка, внедрение). Разработать единую методику, которая обеспечила бы решение всех задач на всех этапах жизненного цикла практически невозможно.

Вместе с тем, использование системного подхода к созданию и сопровождению информационных систем позволяет на разных этапах жизненного цикла наполнять термин *система* разным смыслом. Это дает возможность аналитикам и проектировщикам в зависимости от характера стоящих перед ними задач рассматривать систему в разных формах ее представления и описания, используя различные модели и методы.

Поэтому на практике применяется так называемое **стратифицированное** представление процесса проектирования, а сами уровни носят названия **страт**. Практика применения системного анализа показывает, что построение методик исследования и проектирования систем применительно к отдельным стратам является значительно более эффективным.

Примером стратификации может служить модель электронной вычислительной машины. Ее функционирование обычно описывается не менее чем на двух стратах (Рис. 1). На первой страте система описывается на языке физических законов, управляющих работой и взаимодействием ее составных частей, на второй страте используются абстрактные, не физические понятия – программа, оператор, информационные потоки. На страте физических законов объектом интереса является функционирование различных электронных компонентов, на страте обработки информации изучаются проблемы организации вычислений, разработки программ и т.д., изолированно от лежащих в их основе физических законов.

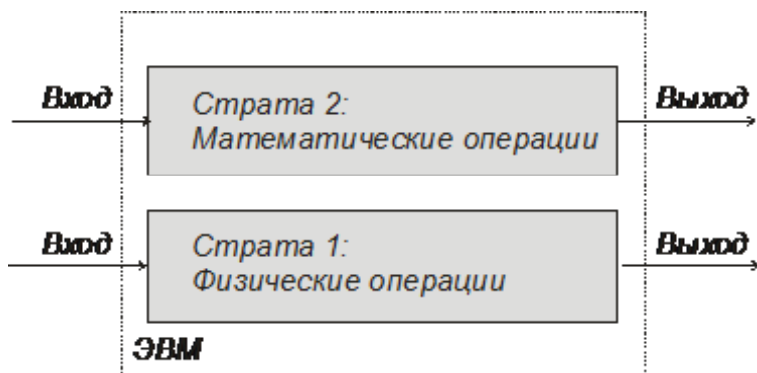


Рис.1. Стратифицированное представление ЭВМ

Используя этот подход можно рассматривать такую проблему как анализ текста, выделяя страты букв, слов, предложений, абзацев, текста в целом. Еще одним примером стратификации может служить модель взаимодействия открытых систем OSI, в котором выделяются семь уровней протокола (Рис. 2).

Прикладной	7 <i><b>Доступ приложений</b></i>
Представлений	6 <i><b>Преобразования данных</b></i>
Сеансовый	5 <i><b>Межмашинный обмен</b></i>
Транспортный	4 <i><b>Доставка данных</b></i>
Сетевой	3 <i><b>Маршрутизация</b></i>
Канальный	2 <i><b>Кадры</b></i>
Физический	1 <i><b>Сигналы</b></i>

*Рис.2. Сетевая модель OSI*

Модели позволяют преобразовывать **вербальное** (словесное) описание проблемной ситуации в **формализованное** описание, позволяющее применять математические методы, как для получения количественных характеристик, так и для их интерпретации аналитиком. Степень формализации определяется, в первую очередь, уровнем рассмотрения. Описания и проблемы на верхних уровнях менее структурированы. Они содержат больше неопределенностей и более трудны для количественной формализации. Используемые здесь методы и модели часто носят чисто описательный характер или используют лишь частично формализованный язык описания. Проблема принятия решений на верхних уровнях может рассматриваться как более сложная. Для решения задачи на верхнем уровне могут использоваться приближенные модели и методы, что необходимо учитывать при интерпретации результатов.

Переход к задачам нижележащего уровня осуществляется таким образом, чтобы учитывались результаты решения задач вышележащих уровней. Этот учет реализуется в виде определенной совокупности ограничений, задающих степень упрощения для моделей, создаваемых и применяемых на данном уровне.

Таким образом, спектр моделей, применяемых в системном анализе и проектировании, достаточно широк. Существует много классификаций, которые могут оказаться полезными. Вместе с тем, одна и та же ситуация может описываться моделями разных классов в зависимости от требований задачи и

объема имеющихся у исследователя знаний.

Тем не менее, для целей изучения основных моделей, используемых в теории информационных систем, можно достаточно условно рассматривать различные подходы и методы решения в зависимости от уровня рассмотрения. Хотя установить однозначное соответствие между моделями и задачами нельзя, можно условно выделить некоторые основные виды моделей, применяемых для решения задач анализа информационных процессов и синтеза структуры и параметров процессов и систем на различных этапах их жизненного цикла.

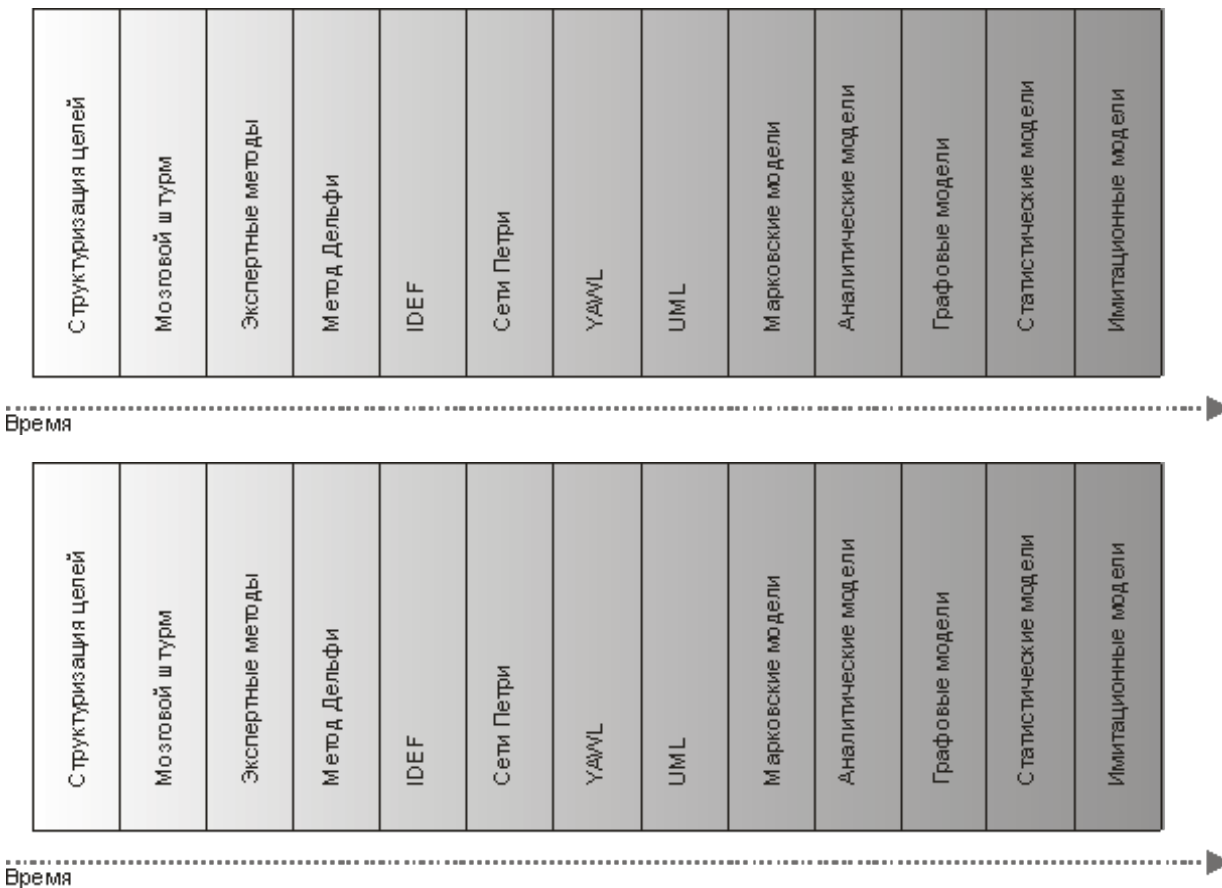


Рис.3.

### Модели и этапы жизненного цикла информационных систем

Модели информационных процессов и систем, создаваемые на начальных этапах, рассматривают в первую очередь внешние характеристики системы без учета реализационных особенностей. Такие модели называют **каноническими** в отличие от **рабочих** моделей, которые создаются на последующих этапах. Концепции, положенные в основу моделей, будут рассматриваться в дальнейших разделах курса.

## Слой.

Решения, принимаемые в сложных системах, характеризуются различной степенью неопределенности ситуации. В целях достижения большего качества результата и эффективности применяемой для его получения процедуры последняя реализуется в виде совокупности последовательных шагов, на каждом из которых решается своя задача. Выделение отдельных задач производится таким образом, что каждой из них соответствует свой уровень иерархии, называемый **слоем**. Решение задачи вышележащего слоя задает ограничения для модели, применяемой для решения на нижележащем слое. Это позволяет снижать неопределенность задачи нижележащего слоя. Многослойную иерархию иллюстрирует Рис. 4.

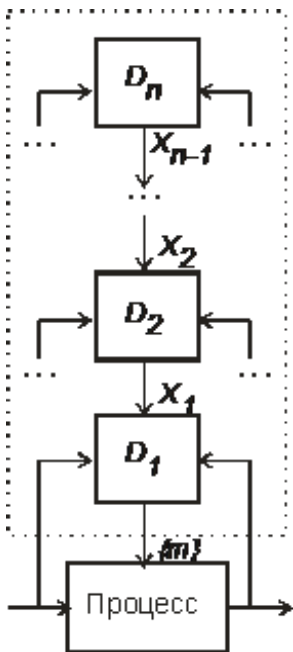


Рис.4. Многослойная иерархия принятия решения

Каждый слой на Рис. 4 представлен блоком принятия решения  $D_j$ , который вырабатывает ограничения  $X_{j-1}$  для блока  $D_{j-1}$ . Пример многослойного управления процессом показан на Рис. 5.

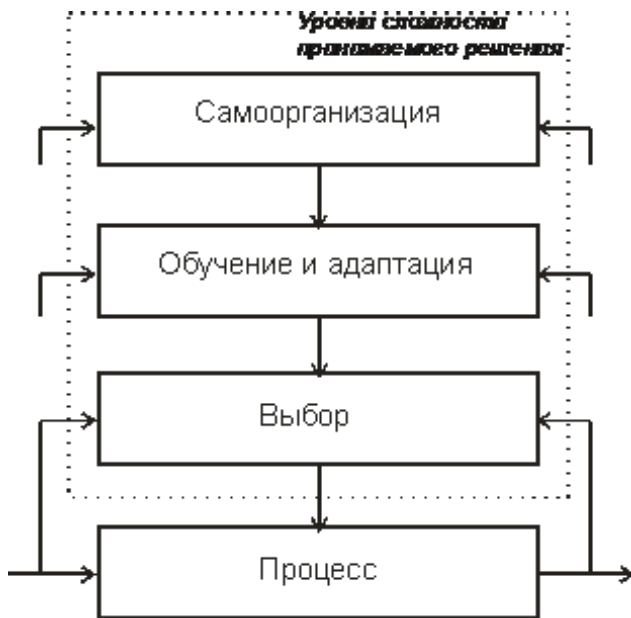


Рис.5. Пример многослойного управления процессом

На *верхнем слое*, слое самоорганизации, выбираются структура, функции и стратегия, используемые на нижележащих слоях с тем, чтобы обеспечить наилучшее приближение к цели, которая формулируется, как правило, на вербальном уровне.

Задачей слоя *обучения*, или *адаптации* является сужение неопределенностей для нижележащего слоя, что позволяет упростить используемую на этом слое модель. Решение этой задачи достигается путем проведения наблюдений за процессами и использования дополнительных источников информации.

Нижний слой, слой *выбора*, определяет способ (алгоритм) воздействия на управляемый процесс.

### Эшелоны.

Для представления сложных систем с организационной точки зрения в теории иерархических многоуровневых систем вводится понятие **много эшелонной** иерархической структуры. Такая структура представляется в виде относительно независимых подсистем, каждая из которых имеет право принятия решения, а их иерархическое расположение определяется влиянием, которое оказывает на них вышестоящие подсистемы (Рис. 6).

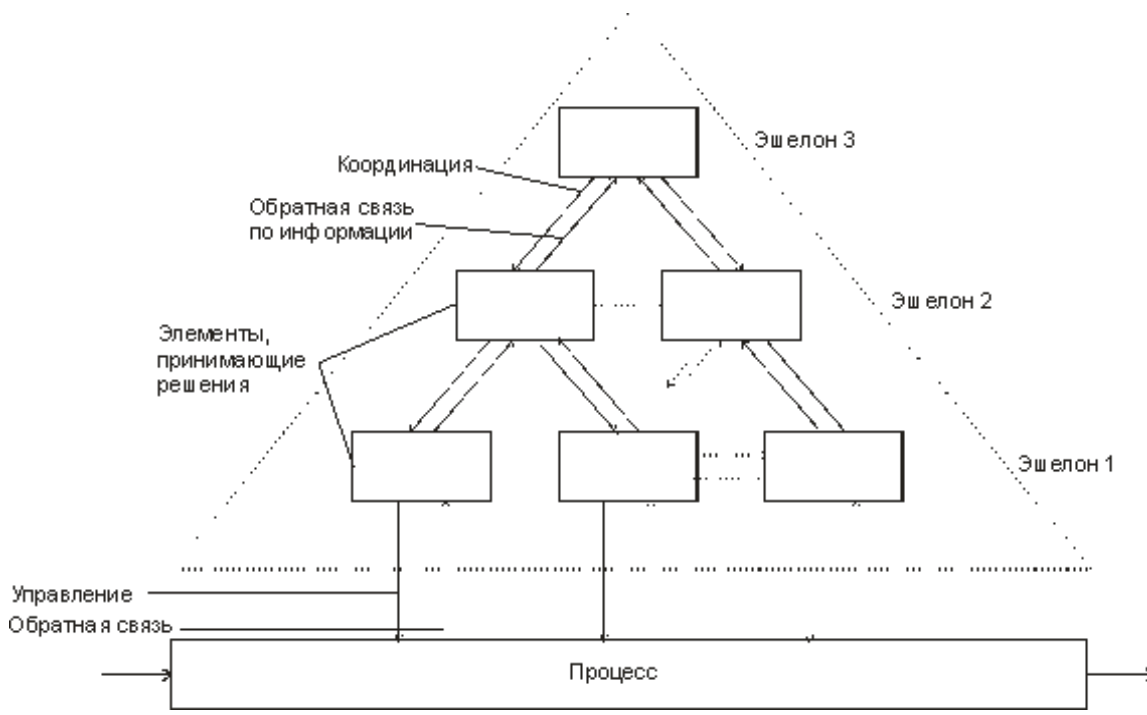


Рис.6. Много эшелонная структура

Подсистемы всех уровней в много эшелонных структурах наделяются определенной свободой, как выбора решения, так и выбора целей. Доказано, что этот принцип повышает эффективность функционирования всей системы.

Разрешение возможных конфликтов, обусловленных предоставлением свободы выбора, разрешается вмешательством вышестоящего эшелона. Для отражения степени вмешательства вышестоящего эшелона используются термины *управление* и *координация*. Система управлением принятием решений может использовать различные формы и способы вмешательства, поэтому много эшелонные системы называются также **организационной иерархией**.

**Выводы, полученные в ходе изучения:**

1. В силу своих существенных свойств и особенностей информационная система относится к сложным системам. Это обуславливает необходимость проводить рассмотрение проблем анализа и синтеза информационных процессов и систем, опираясь на основные понятия и принципы общей теории систем с учетом специфических особенностей информационных систем.
2. Главным инструментом описания информационных систем с целью решения возникающих задач является математическое моделирование. Ввиду многообразия постановок задач и сложности объекта исследования создать единую модель

практически невозможно, поэтому необходимо разрабатывать набор моделей. На начальном этапе исследований целесообразно применять модель “черного ящика”, не требующую описывать внутреннюю структуру системы и взаимодействие ее элементов, о которых на этом этапе жизненного цикла информации еще недостаточно.

3. Основным подходом к исследованию информационных процессов и систем является методология системного анализа, которая носит универсальный характер и позволяет применять ее для исследования различных процессов в различных предметных областях. Одним из ключевых методов системного анализа является метод декомпозиции, реализующий систематическим образом принцип “разделяй и властвуй” по отношению к объекту исследования.

4. Основным подходом к решению задач синтеза является агрегирование, преследующее цель построения единой модели на основе построенной на этапе анализа совокупности моделей. В зависимости от конкретного случая могут применяться различные типы агрегатов.

5. В силу присущему информационным процессам и системам свойству иерархической упорядоченности построение и анализ моделей целесообразно проводить, представляя исследуемую системы в различных видах иерархии. Создание моделей системы с использованием концепции страт, слоев и эшелонов позволяет добиться достаточной точности описания, ограничить сложность создаваемых моделей и рационально организовать процесс исследования.