

Лекция 4 Концепция многоуровневых систем и классификация абстрактных систем .

4.1 Концепция многоуровневых систем

До сих пор мы рассматривали в основном концептуальные модели одноуровневых систем, но в жизни приходится сталкиваться с более сложными многоуровневыми системами. Это одним из первых осознал американский ученый М. Месарович.

Им была предпринята попытка, создать в рамках ОТС теорию многоуровневых иерархических систем. Рассмотрим концептуальные основы этой теории.

Понятие многоуровневой системы.

Понятие многоуровневой иерархической системы (структуры) нельзя определить одной сжатой формулировкой. Укажем несколько существенных характеристик, присущих всем иерархическим системам. К ним относятся: последовательное вертикальное расположение подсистем, составляющих данную систему (вертикальная декомпозиция); приоритет действий подсистем верхнего уровня; зависимость действий подсистем верхнего уровня от исполнения нижними уровнями своих функций.



Вертикальная соподчиненность. Любая иерархия состоит из вертикально соподчиненных подсистем.

Каждая подсистема может быть представлена как преобразователь вход-выход (см. выше). Входы и выходы могут быть распределены по всем уровням. Но чаще обмен с внешней средой происходит на более низком уровне.

Право вмешательства. На деятельность подсистемы любого уровня непосредственное воздействие оказывают вышележащие уровни. Это воздействие носит для нижележащих уровней обязательный характер. В дальнейшем это воздействие будем называть **вмешательством**.

Взаимозависимость действий. Успешность действия системы в целом и элементов любого уровня зависит от поведения всех элементов системы. Вмешательство вышележащих элементов и реакция нижележащих взаимосвязаны. Следовательно, качество работы всей системы обеспечивается обратной связью, т.е. реакциями на вмешательство.

Основные виды иерархии

Введем три типа иерархических систем на основе соответствующих понятий уровней. а) уровень описания, или абстрагирования (страты); б) уровень сложности принимаемого решения (слои); в) организационный уровень (эшелон).

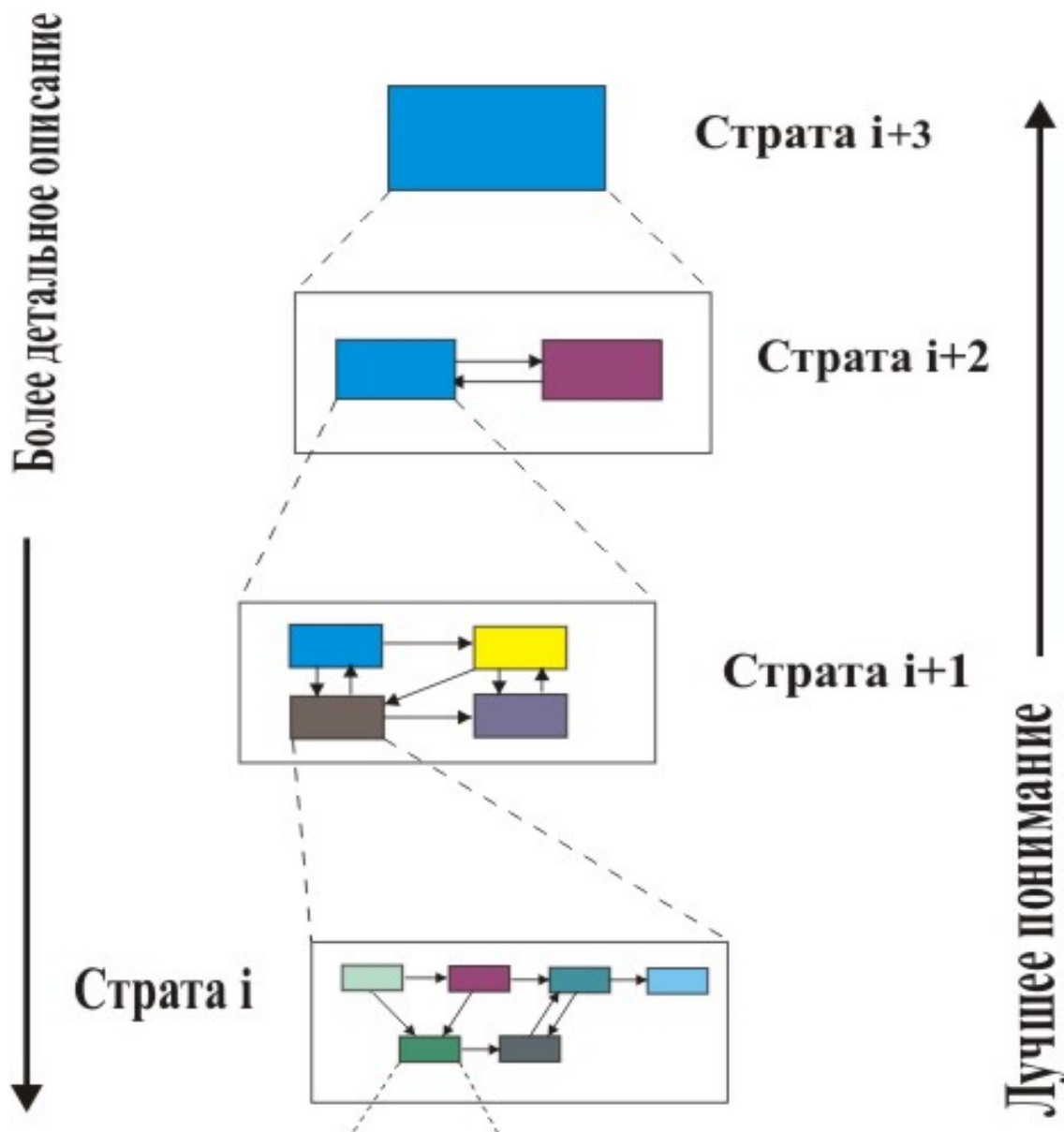
Страты. Основная дилемма при описании сложных систем состоит в нахождении компромисса между простотой описания и необходимостью учета многочисленных поведенческих (т.е. типа вход-выход) характеристик. Разрешение этой дилеммы ищется в иерархическом описании. Система задается семейством моделей, каждая из которых описывает поведение системы с точки зрения различных уровней абстрагирования. Для каждого уровня существует ряд характерных особенностей и переменных, законов и принципов. Чтобы иерархическое описание было эффективным, необходима как можно большая независимость моделей различных уровней. Но независимость страт носит относительный характер.

Ярким примером стратифицированной системы может служить иерархия биокостных систем: клетка, организм (особь), популяция, сообщество, экосистема, биосфера.

Можно сформулировать некоторые общие характеристики стратифицированного описания систем.

1. Выбор страт, в терминах которых описывается данная система, зависит от наблюдателя, его знания и заинтересованности в деятельности системы, хотя для многих систем страты естественны и внутренне им присущи.
2. Аспекты описания функционирования системы на различных стратах в общем случае не связаны между собой, поэтому принципы и законы на любой страте, в общем случае не могут быть выведены из принципов, используемых на других стратах.
3. Требования, предъявляемые к работе системы на любой страте, выступают как условия или ограничения деятельности на нижележащих стратах.
4. На страте имеется свой собственный набор терминов, концепций и принципов.
5. Понимание системы возрастает при последовательном переходе от одной страты к другой: чем ниже мы опускаемся по иерархии, тем более деталь-

ным становится раскрытие системы, чем выше мы поднимаемся, тем яснее становится смысл и значение всей системы.



Взаимосвязь между стратами системы

Слои. Это понятие иерархии связано с процессами принятия сложных решений. Здесь имеется следующая дилемма: с одной стороны, необходимо действовать немедленно, с другой же - столь же необходимо, прежде чем приступать к действию, попытаться лучше понять ситуацию. Разрешение этой дилеммы ищут в иерархическом подходе. Определяют семейство проблем, которые пытаются разрешить последовательным путем. Решение первоначальной проблемы достигнуто, как только решены все подпроблемы. Данный подход представляет собой многослойную систему принятия решений.

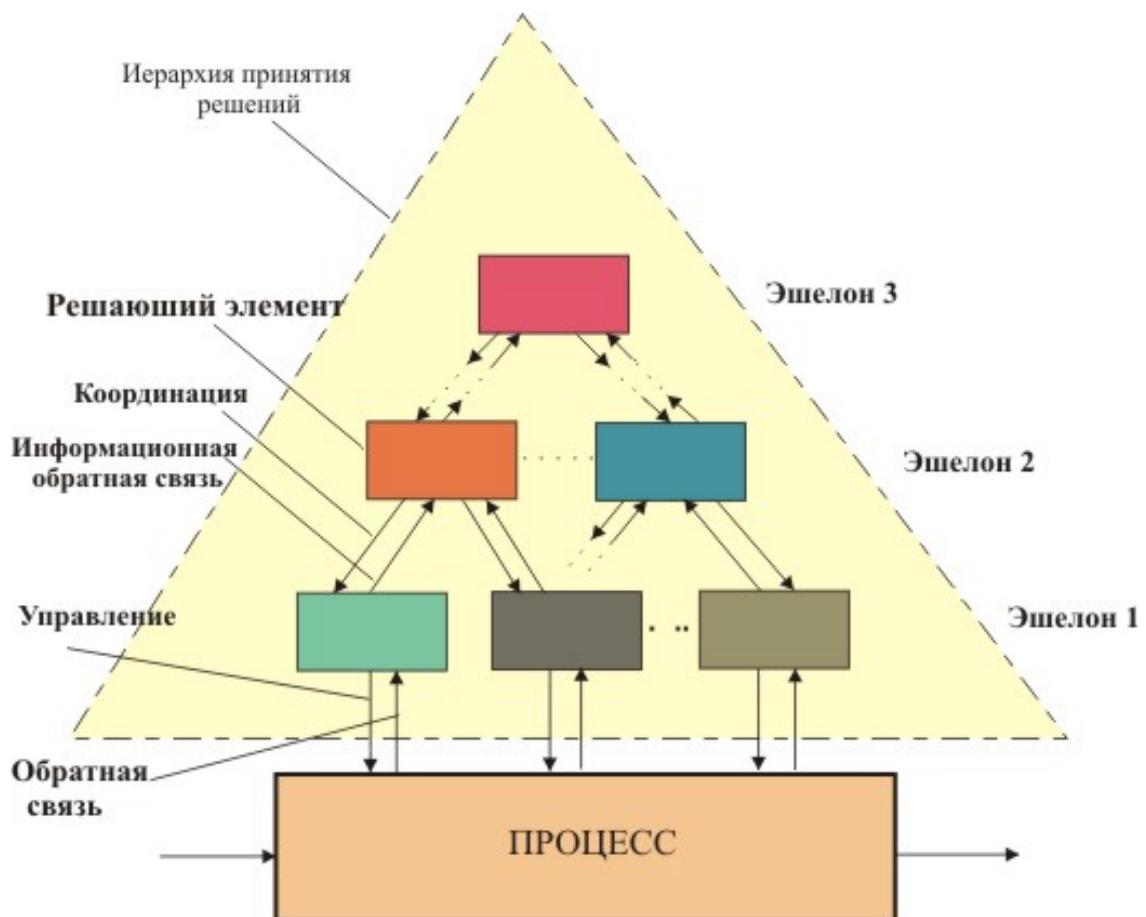
Например, многослойный подход к принятию решений при управлении в условиях неопределенности может быть представлен следующим образом. Формируются три слоя: 1.слой выбора; 2.слой адаптации и обучения; 3. слой самоорганизации.

Слой выбора. Принимающий решение элемент, получая внешние данные и применяя тот или иной алгоритм (определяемый на верхних слоях), находит нужный способ действия.

Слой адаптации. Задача слоя - конкретизация (сужение) множества неопределенностей.

Слой самоорганизации. Этот слой должен выбирать структуру, функции и стратегии, используемые в нижележащих слоях, таким образом, чтобы по возможности приблизиться к глобальной цели.

Эшелоны (организационная иерархия). Это понятие иерархии подразумевает, что: 1. система состоит из семейства четко выделенных взаимодействующих подсистем; 2. некоторые из подсистем являются принимающими решения элементами; 3. принимающие решения элементы располагаются иерархически.



Многоэшелонная система

Эти системы называются многоэшелонными или многоцелевыми в связи с тем, что различные входящие в систему элементы, обладающие правом

принятия решений, имеют обычно "конфликтные" цели. Пример: организационные структуры, биоценозы и т. д.

Для эффективного использования многоуровневой структуры существенно, чтобы элементам принятия решения была предоставлена некоторая свобода действий.

Изложенные соображения приводят к концептуально важной классификации систем принятия решений: а) одноуровневые одноцелевые системы; б) одноуровневые многоцелевые системы; в) многоуровневые многоцелевые системы.

Для систем класса а) разработана классическая теория управления. Системы класса б) рассматриваются в теории игр, теории малых групп. Для систем класса в) созданы основы теории многоуровневых иерархических систем.

Связь между различными понятиями уровня.

Каждый из введенных выше понятий уровня имеет свою область применения, а именно: концепция страт введена для целей моделирования, концепция слоев - для вертикальной декомпозиции решаемой проблемы, концепция эшелонов относится к взаимной связи между образующими систему элементами принятия решения.

Несмотря на имеющиеся различия, существуют общие для всех трех понятий черты.

1. Элемент верхнего уровня имеет дело с более крупными подсистемами или с более широкими аспектами поведения системы в целом.
2. Период принятия решения для элемента верхнего уровня больше, чем для элементов нижних уровней.
3. Элемент верхнего уровня имеет дело с более медленными аспектами поведения всей системы.
4. Описания и проблемы на верхних уровнях менее структурированы, содержат больше неопределенностей и более трудны для количественной формализации.

Таковы основные концептуальные положения теории многоуровневых иерархических систем дальнейшее ее развитие проходило по пути анализа механизма взаимодействия уровней с привлечением достаточно сложных математических методов. В настоящее время эта теория находится еще в стадии становления.

Таким образом, можно отметить, что при всем многообразии реальных систем в ОТС удалось сформулировать относительно небольшое число концептуальных моделей, позволяющих подходить к исследованию объектов любой природы и сложности с единых системных позиций.

4.2 Классификация систем

Важной задачей ОТС является разработка классификации систем. Введенные выше концептуальные модели могут служить основой для решения этой проблемы.

Приведем несколько возможных вариантов классификации систем.

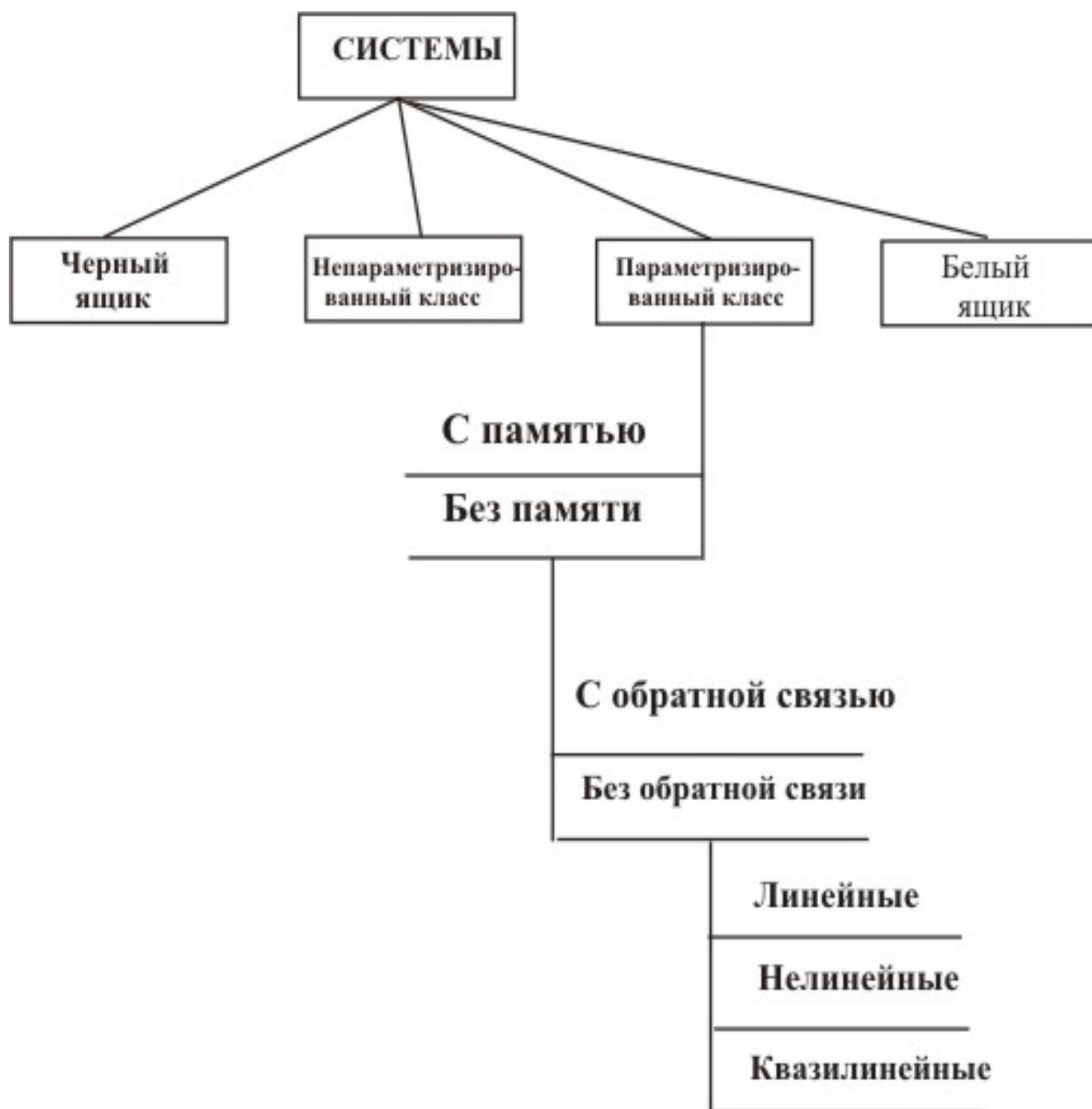
Классификация по типу переменных

Классификация по типу операторов

Классификация по типу управления



Классификация по описанию переменных



Классификация по типу операторов



Классификация систем по способу управления