

Подходы к описанию иерархических систем

В.А. Зольников

Национальный университет пищевых технологий

В настоящее время во всех сферах человеческой деятельности, для обеспечения наилучших условий информационного обмена, принятия решений и реализации процессов мы имеем дело с многоуровневыми, иерархическими системами.

Основы математической теории иерархических систем заложены в книге М. Месаровича [1]. Свое развитие теория многоуровневых систем получила в работах [2,3], подходы к моделированию иерархических систем рассматриваются в работах [4,5], однако большинство из них предлагает в лучшем случае формальное описание процессов функционирования и анализ существующих практик, но стройной теории, объясняющей закономерности функционирования иерархических систем не создано.

В основе создания математических моделей многоуровневых систем лежит математический аппарат формализации основных иерархических понятий, базирующийся на представлении функциональной системы в виде отображения абстрактного множества входов X на абстрактное множество выходов Y ($S: X \rightarrow Y$), что позволяет на базе понятий теории множеств формально описать различные виды иерархий.

Применительно к системам автоматизации производства понятие "иерархия" применяется для качественного описания процессов, происходящих в производственной системе. Иерархический принцип управления в технике – это принцип построения многоступенчатых систем, при котором функции управления распределяются между соподчиненными частями системы.

Примером иерархической системы может служить система управления любого крупного автоматизированного промышленного комплекса, которая должна выполнять три основные функции: планирование производства; составление рабочих заданий и координацию работ; управление технологическими процессами.

Для классификации иерархий введены понятия уровней: уровень описания, или абстрагирования; уровень принимаемого решения и организационный уровень. Их обозначают соответствующими терминами – "страта", "слой" и "эшелон".

Модель автоматизированного промышленного комплекса может быть представлена на трех стратах: физические процессы обработки материалов и преобразования энергии; управление и обработка информации; экономика производства с точки зрения его производительности и прибыльности.

На каждой из страт мы имеем дело с физическим продуктом. При этом на первой страте он рассматривается в качестве физического объекта обработки, на второй – в качестве объекта управления, а на третьей – в качестве товара.

Другое понятие иерархии относится к процессам принятия решений. При

принятии решений в сложных ситуациях, сложная проблема разбивается на семейство последовательно расположенных более простых проблем, так что решение всех подпроблем позволяет решить и исходную проблему. Такая иерархия называется *иерархией слоев*, а вся система – *многослойной системой*.

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

Примером такой иерархии применительно к системам автоматизации является функциональная иерархия управления, состоящая из трех слоев: слоя выбора, предназначенного для выбора способа действия на основе внешних данных и управления вышестоящих слоев; слоя адаптации, конкретизирующего множество неопределенностей, с которыми имеет дело слой выбора; слоя самоорганизации, который выбирает структуру, функции и стратегии, используемые на нижестоящих слоях.

Третье понятие иерархии подразумевает, что:

- 1) система состоит из семейства четко выделенных взаимодействующих подсистем;
- 2) некоторые из подсистем являются элементами, принимающими решения (решающими);
- 3) решающие элементы располагаются иерархически (то есть некоторые из них находятся под влиянием или управляются другими решающими элементами).

В такой системе уровень называется *эшелон*. А сама система – *многоэшелонной или многоцелевой*.

Каждое из рассмотренных понятий имеют свою область применения: концепция страт введена для целей моделирования, концепция слоев – для вертикальной декомпозиции решаемой проблемы на подпроблемы, концепция эшелонов – для отражения взаимной связи между образующими систему элементами принятия решения. Однако при формальном (математическом) описании многоуровневых систем используются все три концепции.

Литература

1. Месарович М, Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такаха. – М: Мир, 1973.
2. Плотников В. Н. Задачи принятия решений и их применение в иерархических системах управления / В. Н. Плотников, В. Ю. Зверев. – М.: Изд-во МГТУ, 1990.
3. Угольницкий Г. А. Линейная теория иерархических систем / Г. А. Угольницкий. – М.: Препринт. Института системного анализа РАН, 1996.
4. Губко М. В. Математические модели оптимизации иерархических структур / М. В. Губко. – М.: ЛЕНАНД/URSS, 2006.
5. Развитие и динамика иерархических (многоуровневых) систем (Теоретические и прикладные аспекты): Научные труды и материалы Всероссийской научно-прикладной конференции (Казань, КГПУ 21–22 ноября 2003 г.), Казань: ООО «Волга Пресс», 2003.