

**Гучук В.В.**

## **Методологические вопросы разработки каузальных мнемосхем для сложных систем управления динамическими объектами**

**Аннотация:** В интерактивных сложных системах управления динамическими объектами человек-оператор должен иметь полное представление о состоянии управляемых объектов. В то же время надо обеспечить возможность адекватного восприятия человеком представленной информации для принятия осознанных и эффективных управляющих действий. В работе описываются особенности технологии разработки нового класса представлений – каузальных мнемосхем.

**Ключевые слова:** система управления, человек-оператор, визуализация, каузальная мнемосхема, нештатная ситуация

При создании интерактивных систем мониторинга и управления сложными научно-техническими объектами одной из важнейших является задача разработки механизмов предотвращения нештатных и аварийных ситуаций [1]. Во многих таких объектах время между явным проявлением скатывания управляемого объекта в нештатный режим и началом неуправляемого развития аварии бывает настолько мало, что ситуацию уже невозможно выправить никаким образом. Одним из путей решения проблемы является своевременная перестройка системы управления, а именно упреждающая критериальная адаптация, предложенная автором в [2]. Для ее реализации помимо соответствующего конструирования алгоритмов управления, следует обеспечить полноценное участие человека-оператора в процессе управления. Одним из инструментов визуальной поддержки, который может способствовать оперативному оцениванию ситуации человеком-оператором, являются мнемосхемы [3]. Мнемосхемы помогают оператору, работающему в условиях большого количества поступающей информации, облегчить процесс информационного поиска, подчинив его определенной логике, порождаемой реальными связями параметров исследуемого объекта. В работе [4] предложен новый класс представлений – каузальные мнемосхемы, которые расширяют возможности обычных мнемосхем. Каузальные мнемосхемы

являются именно тем инструментарием, который дает возможность человеку-оператору получить развернутое и детальное представление о состоянии управляемого объекта, выявить первопричину возникновения нештатной ситуации, оценить масштаб происходящего события и определить возможность его локализации, предпринять осознанные действия по предотвращению развития нештатной или аварийной ситуации.

**Каузальные мнемосхемы** предназначены для отображения не столько элементов системы, сколько взаимосвязи процессов, протекающих в ней, причинно-следственной картины наблюдаемых событий, взаимоувязанных реакций подсистем на управляющие воздействия, отображения динамики распределения напряженности узлов и агрегатов и т.п. Каузальные мнемосхемы могут быть использованы как инструментарий для организации встречного логико-иерархического анализа ситуации, предложенного в [5], в котором параллельно осуществляются два иерархических процесса. На верхнем уровне (гипотетическом, огрубленном) анализируется связь макроявления (например, значение базового, определяющего показателя) с наиболее вероятными порождающими причинами. На нижнем уровне – выделение по измеряемым параметрам не совсем нормативно протекающих процессов в подсистемах, а на более высоком уровне проверка влияния этих процессов на смежные (непосредственно связанные) подсистемы и далее определение возможного участия всего предыдущего в наблюдаемом макроявлении. Рис. 1 иллюстрирует такого типа представление. На рисунке степень затемнения прямоугольника в каждом элементе схемы (который будем именовать пиктограммой) соответствует степени «неблагополучия» или отступления от нормы соответствующего элемента. Толщина связующих линий – степень актуальности этой связи. Номер перед точкой – номер уровня в иерархии, а после точки – порядковый номер на данном уровне (для человека-оператора вместо номеров отображаются наименования пиктограмм – процессов, узлов, явлений и т.д.). В реальности используется более широкий ассортимент средств, включая числовые данные, цветовые метки и т.п. При нисходящем анализе (II), т.е. при переходе от вышележащего уровня вниз, осуществляется «**поиск причин**». В противном случае (I) производится «**обнаружение последствий**». Анализируемая

иерархия может быть функциональной (например, по выполняемым функциям с подчиненными связями) или построенной на основе причинно-следственных связей разной степени интегрированности, или композиционно-декомпозиционной с упорядочиванием типа «система – подсистема – блок – субблок».

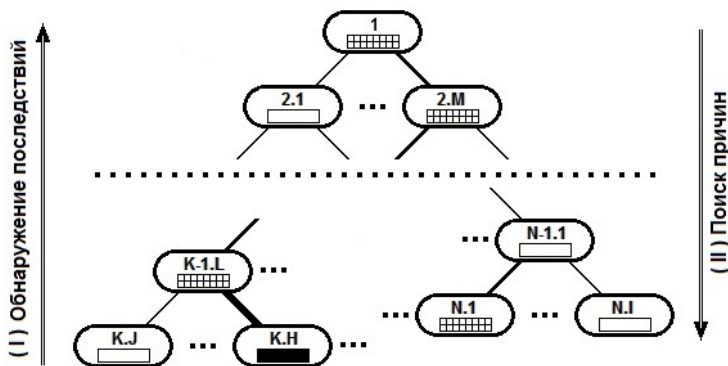


Рис. 1 – Обобщенная каузальная мнемосхема для визуальной поддержки встречного логико-иерархического анализа

При анализе «сверху» осуществляется поиск причины произошедшего системного события, а при анализе «снизу» производится попытка обнаружения последствий локальных нарушений. Использование одновременного двунаправленного иерархического построения анализа производится с целью обеспечить более успешную диагностику системы. Конкретная реализация может быть совершенно иной, причем, может быть и несколько визуализированных структур для разных типов описания системы [5].

При построении каузальных мнемосхем следует учитывать те принципы, которые положены в основу построения обычных мнемосхем, поскольку на каузальные мнемосхемы возлагаются весьма сходные задачи. Один из основных – принцип **лаконичности**, согласно которому мнемосхема должна быть простой, не должна содержать лишних, затемняющих элементов, а отображаемая информация должна быть четкой, конкретной и краткой, удобной для восприятия и дальнейшей переработки. Принцип **обобщения и унификации** предусматривает требование,

согласно которому надо выделять и использовать наиболее существенные особенности управляемых объектов, т.е. на мнемосхеме не следует применять элементы, обозначающие несущественные конструктивные особенности системы. Согласно принципу **акцента** к элементам контроля и управления на мнемосхемах в первую очередь необходимо выделять размерами, формой или цветом элементы, наиболее существенные для оценки состояния, принятия решения и воздействия на управляемый объект. Принцип **автономности** предусматривает необходимость обособления друг от друга участков мнемосхемы, соответствующих автономно контролируемым и управляемым объектам и агрегатам. Эти обособленные участки должны быть четко отграничены от других и согласно **принципу структурности** должны иметь завершенную, легко запоминающуюся и отличающуюся от других структуру. Принцип **использования привычных ассоциаций и стереотипов** предполагает применение на мнемосхемах таких условных обозначений параметров, которые ассоциируют с общепринятыми буквенными обозначениями этих параметров. Требования, предъявляемые к мнемосхемам, должны предъявляться и к каузальным мнемосхемам.

Каузальная мнемосхема должна содержать только те элементы, которые необходимы оператору для контроля и управления объектом. Отдельные элементы или группы элементов, наиболее существенные для контроля и управления объектом, на мнемосхеме должны выделяться размерами, формой, цветом или другими способами. Форма и размеры панелей мнемосхемы должны обеспечивать оператору однозначное зрительное восприятие всех необходимых ему информационных элементов. Как и при проектировании обычных мнемосхем, необходимо исследовать несколько вариантов структуры каузальных мнемосхем, видов используемых в них пиктограмм, типов визуализации проявления нештатной опасности и т.д. Оптимальный вариант выбирается экспериментальным путем (путем моделирования на компьютере деятельности оператора с различными вариантами каузальной мнемосхемы). Критериями оценки, как и в других подобных исследованиях, служат время решения задач и число допущенных ошибок.

В работе затронуто несколько определяющих аспектов организации пользовательского интерфейса для сложных систем управления динамическими объектами, включая вопросы разработки каузальных мнемосхем и основные принципы, которыми следует руководствоваться при их разработке. Отдельные предложенные решения были использованы при разработке конкретной системы [2].

#### Литература:

1. *Бигус Г.Ф., Даниев Ю.Ф., Быстрова Н.А., Галкин Д.И.* Т Диагностика технических устройств. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 615 с.
2. *Гучук В.В.* Интерфейсное обустройство принятия управленческих решений при испытании сложных научно-технических объектов / Proceeding of the 2nd International Conference «Information Technologies for Intelligent Decision Making Support». – Ufa: Ufa State Aviation Technical University, Russia, 2014. – Volume 1. – P. 118-124.
3. *Электронные средства сбора, обработки и отображения информации ТУСУР* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ie.tusur.ru/books/COI/index.htm>.
4. *Гучук В.В.* Особенности визуализации для технологии упреждающей критериальной адаптации // Приволжский научный вестник. – 2015. – № 3-1. – С. 36-38.
5. *Гучук В.В.* Эргономические аспекты визуализации информационных параметров в системах контроля и управления // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 2. – С. 81-84.