

УДК 004.415

А.Э. Ермилов, П.В. Мисевич

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИТУАЦИОННОГО ПОДХОДА И НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ**

Нижегородский государственный технический университет им. П.Е. Алексеева

Рассматриваются тенденции в вопросах построения современных системах мониторинга и вопросы использования аппарата фреймов для создания программного обеспечения. Выявлены современные тенденции применения теории фреймов. Приводится описание программно-аппаратных систем, использующих фреймы с аппаратом нечёткой логики.

*Ключевые слова:* тенденции развития систем мониторинга, аппарат фреймов, нечёткая логика, типовые элементы архитектуры программного обеспечения.

Анализ устойчивых тенденций развития автоматизированных систем позволяет сформулировать их в форме принципов построения современных и перспективных систем мониторинга.

*Принцип интеллектуализации* прослеживается в работах [1-7]. Интеллектуализация, в узком смысле слов, подразумевает активное использование интеллектуальных датчиков, которые не только снимают информацию об объекте мониторинга, но и способны её обрабатывать, способны к анализу внешней/внутренней среды, подстраиваться к изменениям, использовать сложные процедуры самотестирования, юстировки и т.п.

Интеллектуализация, в широком смысле слова, подразумевает активное использование аппарата ИИ для составления моделей предметной области, обработки «поступающей» информации и анализа накопленной статистики: «переход от данных к знаниям» – выявление скрытых зависимостей, прогноз развития ситуации и т.д.

Интеллектуализация является не целью, а средством достижения цели – построения гибких систем мониторинга, которые «подстраиваются» под изменения во внешней-внутренней среде. Интеллектуализация позволяет не только учесть специфику предметной области построения систем мониторинга, но и создать инструментарию отображения ситуации в форме интерактивного образа и элементами эмоциональной окраски ситуации, облегчающими.

*Принцип интеграции.* Из определения систем мониторинга следует, что функции мониторинга могут быть: как возложены на одну из частей (подсистем) какой-либо АСУ, так и выделены в самостоятельную систему. Сегодня, очевидно, что система мониторинга может являться объектом как «горизонтальной», так и «вертикальной» интеграции.

В работах [8-10] отмечается, что функции мониторинга выполняют подсистемы в автоматизированных системах. Наблюдается тенденция разработки систем мониторинга, которые ориентированы на интеграцию с другими системами мониторинга и управления. Таким образом, при разработке систем мониторинга целесообразно ориентироваться на уже существующие стандарты ГОСТ-24, -34 взаимодействия между элементами АСУ.

Хорошей основой процесса интеграции является единая теоретическая основа объединения различных систем. Например, использование ситуационного подхода к вопросам построения систем мониторинга и систем управления в форме центров ситуационного управления. Видится перспективным создание технологии построения на базе ситуационного подхода программно-аппаратных комплексов мониторинга с использованием инструментариев в форме скелетной оболочки, которая «настраивается» на конкретную предметную область и снижает затраты на построение рассматриваемого класса систем.

### Теоретический анализ

Отметим, что системы мониторинга решают в каждой предметной области ряд типовых подзадач, которые регулярно воспроизводятся:

- проверка работоспособности системы, тестирование подсистем;
- параметрическая настройка (юстировка, калибровка и т.п.);
- мониторинг работы подсистем (проверка работоспособности в процессе мониторинга и др.);
- подстройка системы под изменения во внешней/внутренней среде системы мониторинга;
- выявление проблем и аварийных ситуаций.

Под ситуацией будем понимать объект или процесс, которые воспроизводятся в предметной области работы системы мониторинга. Ситуация описывается при помощи системы взаимосвязанных параметров. В классической теории фреймов М. Минский предложил использовать для описания системы взаимосвязанных ситуаций сети фреймов.

В [11] показано, что сеть фреймов, которая описывает последовательность событий сценариев работы интерактивной системы состоит из трёх классов фреймов:

- фреймы-директивное сообщение;
- фреймы-диалоговое ветвление;
- фреймы-преобразование информации по алгоритмам реализации вычислительных процедур.

Дальнейшее развитие этого направления привело к описанию процесса функционирования дистанционных систем мониторинга при помощи сети фреймов, в составе которой введены новые классы [12-13]. В данной работе был рассмотрен расширенный фреймовый аппарат, в классификацию которого вошёл мультимедийный фрейм как основа для построения этих сред мониторинга (рис. 1) [13].

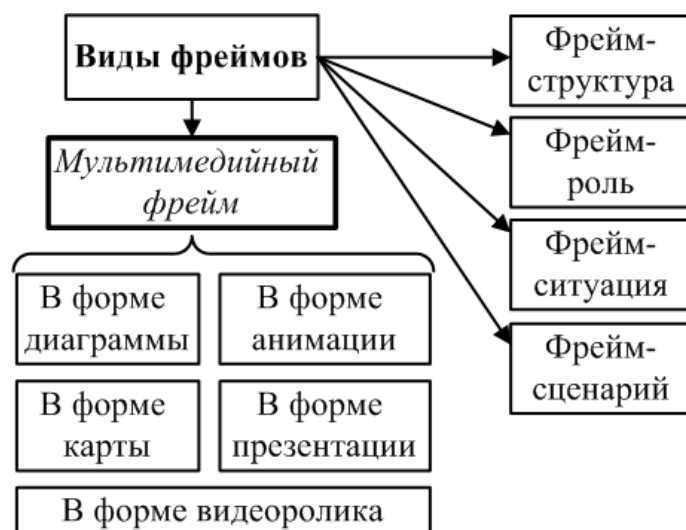


Рис. 1. Расширение классификации фреймов

В результате проведенных Д.А. Беловым исследований были выявлены перспективы развития фреймов в части создания дополнительных классов (фреймов, инструментариев их построения) в форме класса «Мультимедийный фрейм» (МФ). Подклассами являются: МФ – электронная карта, МФ – презентация, МФ – диаграмма с эмоциональной окраской ситуации, МФ – видеоролик, МФ – анимация.

Концептуальное представление предметной области функционирования систем мониторинга позволило автоматизировать создание программного обеспечения через создание для каждого типа фреймов инструментариев, которые автоматизируют их программную реализацию.

Инструментарии объединяются в форме базы шаблонов программного кода (или объектов-инструментариев технологии визуального построения программного обеспечения). Библиотеки оснащаются инструментариями, которые облегчают их сопровождение в течение ЖЦ, облегчают «трансформацию» шаблона в программную модель и т.д.

Таким образом, создаются инструментарии, которые позволяют получать «гарантированный результат» – работоспособный программный код программного обеспечения машинной обработки ситуации в предметной области построения системы мониторинга.

### Методика

В рамках описанной тенденции предлагается создание специализированных инструментариев, которые облегчают генерацию систем мониторинга с «мягкими» вычислениями.

Для решения этой задачи предлагается использовать в качестве процедур, прикрепленных к фрейму специализированные программные модули, позволяющие создавать различные сценарии, в которых события поддерживают обработку информации с участием процедур нечёткой логики [15] (рис. 2). Это позволяет дополнить известные классы фреймов отдельным классом концептуального описания предметной области работы систем мониторинга – фреймами с процедурами нечёткой логики.

Как было указано ранее, в качестве прикрепленных процедур демонов используются функции нечёткой логики, для определения численных выражений оценки ситуации – показателя приоритета ситуации.

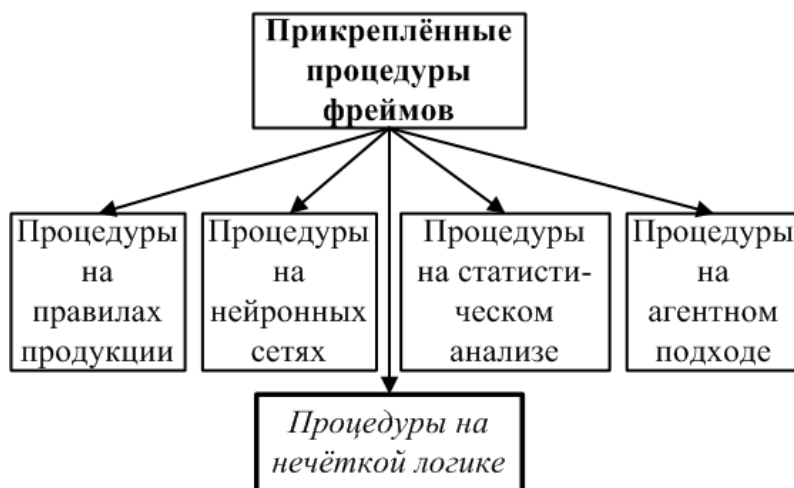


Рис. 2. Расширенная классификация прикрепленных процедур фреймов

Рассмотрим работу процедур нечёткой логики на примере алгоритма Мамдани [16] (рис. 3).

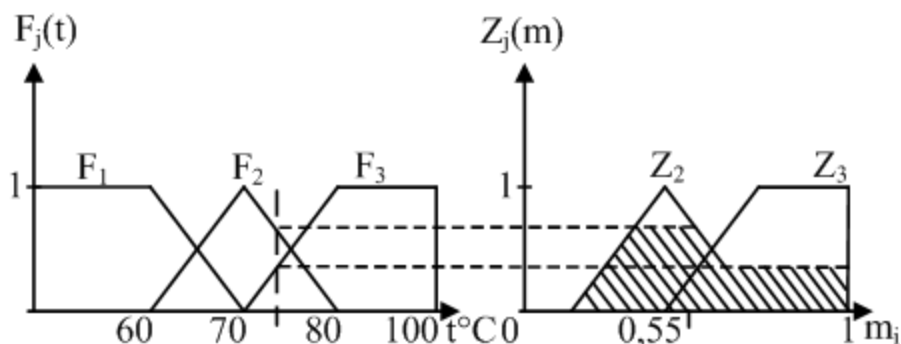


Рис. 3. Пример использования нечёткого вывода

Он состоит из следующих этапов – это:

- 1) формирование базы правил продукции;
- 2) фаззификация;
- 3) агрегирование подусловий;
- 4) активизация подзаключений;
- 5) аккумулялирование заключений;
- 6) дефаззификация.

Определяющим в работе нечёткого вывода Мамдани является способ вычисления центра массы для фигуры, получающейся в результате обработки правил продукции (1) для нечётких переменных (2). Сначала (3) вычисляется верхняя граница отсечения для правила  $Z_j(m)$ , значение функции  $F_j(t)$  при заданном значении горизонтальной оси  $t$  на левом графике (в данном случае множества температуры) [16].

Таким образом, из заключений (4)  $Z_j(m)$  получается фигура, относящаяся к данной нечёткой переменной с усечением по верхней границе (значению по оси  $F_j(t)$  в данной точке оси  $t$ ). После обработки всех правил (5), которых затронуло данное значение температуры, полученные фигуры объединяются по правилу максимума, и образуется суммарная фигура  $Z_s$  (заштрихована). Процесс дефаззификации (6) происходит по формуле центра тяжести.

### Экспериментальная часть

В качестве примера реализации этих идей в современных системах рассмотрим систему мониторинга ЭВМ-сервера, архитектура которой изображена на рис.4.

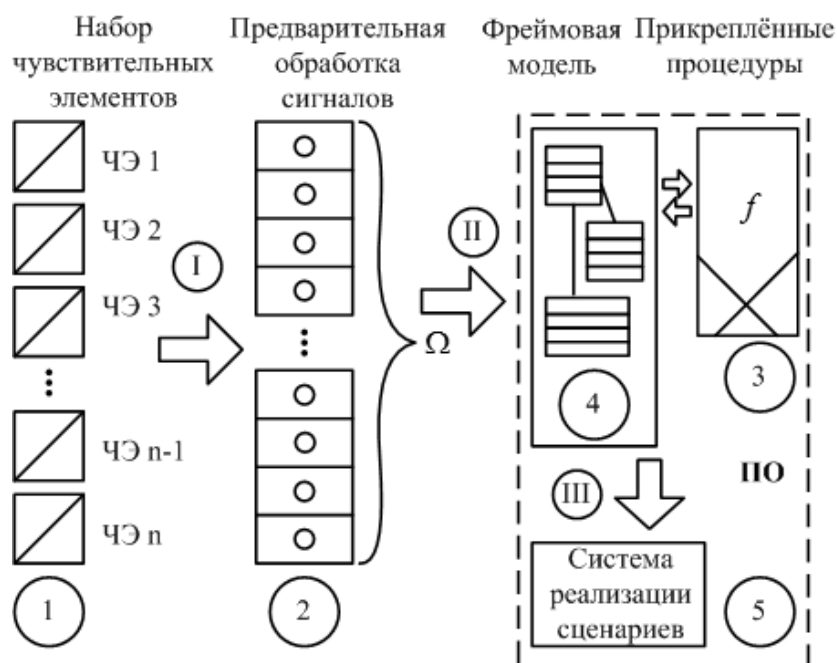


Рис. 4. Архитектура системы мониторинга на базе фреймовой модели и нечёткой логики

Значения параметров мониторинга из чувствительных элементов – датчиков (1) после предварительной обработки (2) (оцифровка, проверка на валидность, фильтрация) программное обеспечение переносит последовательно в сеть фреймов (4). Фреймовая модель обрабатывает полученные значения при помощи (3) прикреплённых процедур (в т.ч. нечёткой логики).

Главным исполнительным алгоритмическим элементом является аналитическая машина (5), обрабатывающая дерево фреймов (иерархическую фреймовую сеть), и на основе выполненного анализа осуществляющая изменение своего поведения (генерация сценария соответствующего ситуации). Римскими цифрами обозначены этапы передачи информации (I) – между датчиками и системой оцифровки показаний (физический канал), (II) – считыва-

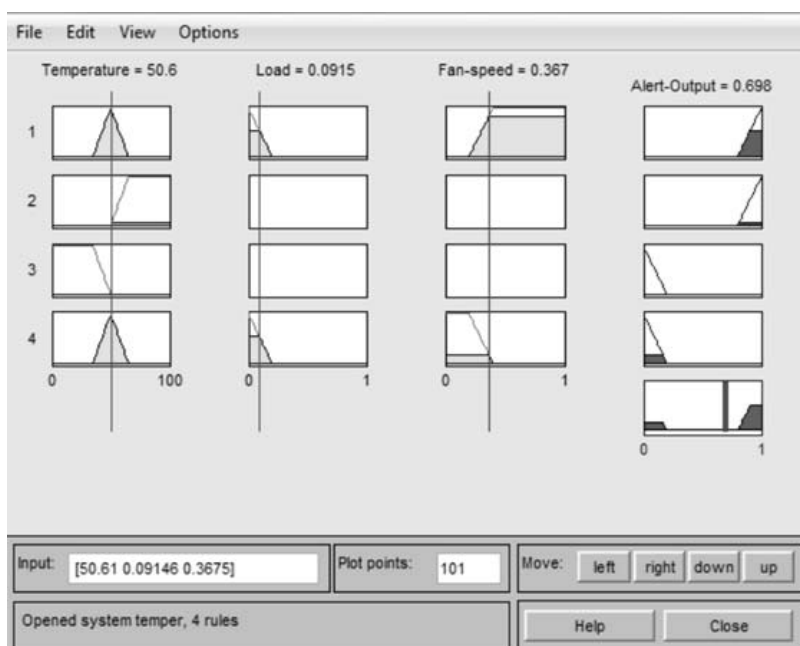
ние оцифрованных показаний программным обеспечением, (III) – обработка аппарата фреймов аналитической машиной.

Аппарат нечёткой логики использовался во фреймовой модели в качестве процедур – демонов, что позволило в данной конфигурации реализовать механизм генерации сценария из набора базовых, за счёт их отбора по условию (приоритету). За основу был выбран алгоритм Мамдани [16], как хорошо зарекомендовавший себя в области нечёткого управления.

Рассмотрим пример вычислений (рис. 5). В данном примере описана зависимость показателя уровня тревоги (показателя приоритета) для ЭВМ-сервера от температуры процессора, в совокупности с зависимостью от нагрузки на сервер и скорости вращения вентилятора охлаждения. В базе правил присутствуют следующие высказывания:

- если температура процессора «средняя», нагрузка на сервер «маленькая» и скорость вентилятора «высокая», то показатель уровня тревоги «высокий»;
- если температура процессора «высокая», то показатель уровня тревоги «высокий»;
- если температура процессора «низкая», то показатель уровня тревоги «низкий»;
- если температура процессора «средняя», нагрузка на сервер «маленькая» и скорость вентилятора «низкая», то показатель уровня тревоги «низкий».

С помощью нечётких продукционных правил по алгоритму Мамдани вычислялось значение показателя приоритета для конечных субфреймов в дереве фреймовой модели, по которому определяется порядок вывода информации с данных субфреймов, а также выбор-выполнения связанных с этими субфреймами сценариев по условию (например рассылка оповещений). Динамическое формирование сценариев более подробно проиллюстрировано на рис. 6.



**Рис. 5. Пример использования нечёткого вывода в среде MATLAB (инструмент FuzzyLogicToolbox)**

В данной схеме предложено в сети фреймов прикрепление к слотам субфреймов дескрипторов тех или иных сценариев, которые заносятся в стек сценариев  $S_F$  по условию – значению показателя приоритета. Итоговый сценарий  $S_F$  формируется и выполняется каждую итерацию при обходе дерева фреймовой модели. Аппарат нечёткой логики позволяет формировать показатель приоритета (как конечного значения вычислений для слота) в зависимости от нескольких факторов (совокупности параметров мониторинга). Например, при подсчёте температуры процессора принимается во внимание ещё и нагрузка на сервер, ско-

рость вращения вентилятора. Это позволяет строить информационную модель АС принимающей решения динамически по приоритетам и согласно текущей ситуации с тонкой настройкой каждого параметра в отдельности. При этом используется человеко-ориентированный интерфейс – вербальные правила-высказывания для формирования условий срабатывания сценариев.

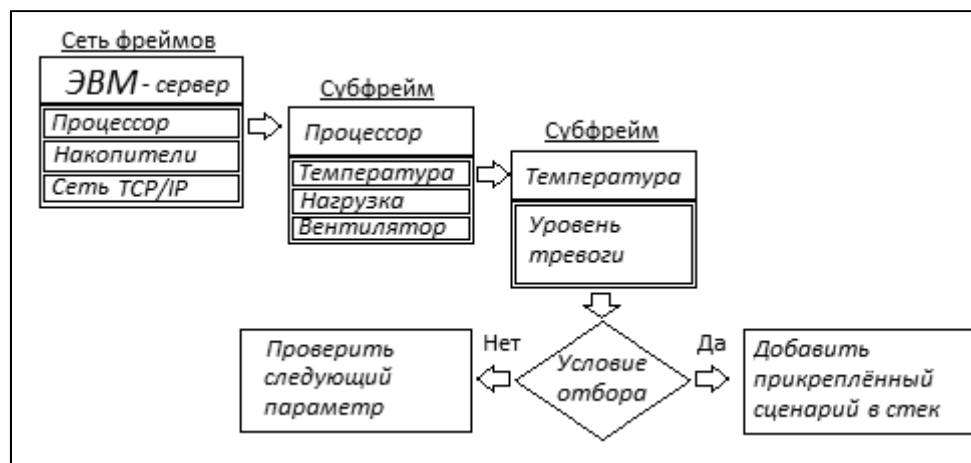


Рис. 6. Схема формирования сценария на каждой итерации обхода дерева фреймов

### Выводы

В статье описаны инструментарии реализации ситуационного подхода к вопросам построения систем мониторинга. Представлен процесс описания предметной области функционирования систем мониторинга при помощи модифицированной фреймовой модели. Выполнено позиционирование предлагаемого подхода относительно современных тенденций развития систем мониторинга. Описаны элементы типовых архитектурных решений систем мониторинга, построенных на базе ситуационного подхода, что создаёт предпосылки реализации инструментального комплекса автоматизации построения систем данного класса.

### Библиографический список

1. **Колосок, И.Н.** Прогнозирование параметров режима при мониторинге и управлении электроэнергетической системой / И.Н. Колосок, Л.А. Гурина // *Электричество*. – 2014. – № 1. – С. 21-27.
2. **Шерешевский, Л.А.** Методика контроля точности и достоверности расчетных данных в распределенных системах мониторинга и автоматизированного управления / Л.А. Шерешевский, А.А.Сидоров // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2002. – Т. 4. – № 1. – С. 169-177.
3. **Васютин, С.В.** Принятие обобщенных решений в системах обнаружения вторжений, использующих несколько методов анализа данных мониторинга / С.В.Васютин, В.В. Корнеев, В.В. Райх, И.Н. Сеница // *Информационное противодействие угрозам терроризма*. – 2005. – № 4. – С. 54-65.
4. **Плюснин, И.И.** Мобильная система диагностического обслуживания и мониторинга газопроводных систем. / И.И. Плюснин, К.И. Бушмелева, П.Е. Бушмелев // *Фундаментальные исследования*. – 2006. – № 1. – С. 65.
5. **Четырбоцкий А.И.** Мониторинг состояний многокомпонентных объектов в геоинформационных системах // *Тихоокеанская геология*. – 2006. – Т. 25. – № 5. – С. 81-87.
6. **Загвоздкин, В.К.** Информационные технологии подготовки управляющих решений в автоматизированных системах экологического мониторинга предприятий химической промышленности / В.К. Загвоздкин [и др.] // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. – 2008. – № 10. – С. 3-6.
7. **Мещерякова, Е.М.** Мониторинг социальной напряженности и реализация функций управления социальными системами // *Вестник Чувашского университета*. – 2007. – № 3. – С. 340-346.

8. **Сазонов, Д.Ю.** Система экологического мониторинга как подсистемы интеллектуальной транспортной системы / Д.Ю. Сазонов, В.В. Васильева // Организация дорожного движения и безопасность на дорогах европейских городов: мат. Международной молодежной научно-практической конференции. ФГБОУ ВПО «Госуниверситет - УНПК». – 2014. – С. 46-49.
9. **Рыжков, В.А.** Разработка универсальной системы мониторинга API функций программных систем на основе объектной модели компонентов// Информатика: проблемы, методология, технологии: мат. XV международной научно-методической конференции. – 2015. – С. 367-370.
10. **Митрофанов, Е.П.** Информатизация мониторинга изменений в региональных экономических системах // Вестник Чувашского университета. – 2007. – № 3. – С. 442-445.
11. **Семенов, В.В.** Принципы формирования и фрагменты базы знаний теории управления. Общее математическое обеспечение систем автоматизированного проектирования / В.В. Семенов. – М.: МАИ, 1981. – 158 с.
12. **Минский, М.** Фреймы для представления знаний / М. Минский. – М: Энергия, 1979. – 51 с.
13. **Белов, Д.А.** Проблемно-ориентированная автоматизированная система мониторинга движения железнодорожного состава / Д.А. Белов, П.В. Мисевич, В.П. Хранилов // Автоматизация в промышленности. – 2009. – №2. – С. 49-51.
14. **Леоненков, А.** Самоучитель UML /А. Леоненков. – 2-е изд. – СПб: БХВ-Петербург, 2004. – 432 с.
15. **Ермилов, А.Э.** Применение фреймовой модели и нечёткой логики в основе построения инструментариев автоматизированных систем мониторинга / А.Э. Ермилов, П.В. Мисевич // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2015. – №1(108). – Н.Новгород, – С. 71-76.
16. **Леоненков, А.В.** Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ Петербург, 2005. – 736 с.
17. **Мисевич, П.В.** Прогнозы развития центров ситуационного управления и научно-практические вопросы построения мобильной интеллектуальной среды управления организацией / П.В. Мисевич, Д.А. Белов // Управление персоналом. – 2008. – №22. – С. 46-50.

*Дата поступления  
в редакцию* 15.08.2017

**A.E. Ermilov, P.V. Misevich**

## **INTELLECTUALIZATION OF MONITORING SYSTEMS USING SITUATIONAL APPROACH AND FUZZY LOGIC**

Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alekseev

**Purpose:** The article describes trends of the designing modern monitoring systems: intellectualization and integration with other systems.

**Design/methodology/approach:** Monitoring systems is proposed based on scenario and contingent approaches. The authors propose to use the frame model to represent operation the systems. The frame model supports the using of fuzzy logic.

**Findings:** It is possible to design tooling system for programming and supporting during the life cycle the systems of monitoring.

**Research limitations/implications:** The present study provides a starting-point for further research the monitoring systems which are based on the scenario and contingent approaches.

**Originality/value:** The frame model supports the using of fuzzy logic for representing processes in the fields of operating the monitoring systems. The approach supports the new technology of configuration and supporting the monitoring systems.

*Key words:* frame machine, trends of using frame model, fuzzy logic, scenario and contingent approach.