

УДК 681.3:37.007(045)

Н.Н. Гузий

НЕЧЕТКИЕ СИТУАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ ОПЕРАТОРОВ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Рассмотрены вопросы использования нечетких ситуационных моделей для обучения операторов эргатических систем управления. Предложена структура имитационного и ситуационного функционального тренажеров для отработки навыков принятия решений с использованием нечетких моделей оценки действий оператора.

Повышение надежности функционирования эргатической системы «Оператор - управляемый объект» существенно зависит от надежности управляющего звена - оператора. В своей деятельности оператор руководствуется принципом заблаговременного выявления потенциально опасных, конфликтных и особых, ситуаций, формирует пространственно-временной образ динамической обстановки и прогнозирует эволюцию процесса. Действи оператора сводятся к обнаружению события, диагностике причин возникновения и компенсации его последствий. Надежность эргатической системы в значительной степени определяется уровнем профессиональной подготовки оператора.

На начальном этапе с помощью системы тестов по оценке психофизических возможностей человека производят профессиональный отбор операторов сложных технически объектов (СТО) - операторов АЭС, диспетчеров управления воздушным движением (УВД). Дальнейшую теоретическую подготовку операторов целесообразно сочетать с обучением на функциональном тренажере (ФТ) для развития профессиональных мыслительных способностей и отработки навыков принятия решений.

Цели обучения определяют следующие требования к ФТ:

- выдача учебной информации в режимах обучения и контроля знаний;
- адаптация процесса обучения к уровню обучаемого;
- анализ ответов и действий обучаемого, оценка уровня знаний;
- моделирование динамических характеристик СТО;
- выработка навыков принятия решений;
- регистрация сенсорно-временных характеристик операторов.

Наиболее полно этим требованиям удовлетворяет ФТ, реализующий компьютерную технологию обучения. Основой ФТ является совокупность дидактических алгоритмов, имитационной модели управляемого объекта, обучающей системы с элементами экспертных оценок. Основная задача, решаемая на ФТ,- повышение уровня надежности деятельности оператора в условиях увеличения интенсивности информационных потоков или возникновения особых ситуаций, лимита времени на принятие решений. При этом возможно два подхода к обучению – моделирование управления объектом в реальном времени (имитационный ФТ) и ситуационная модель обучения (ситуационный ФТ).

Структурная схема имитационного ФТ показана на рис. 1.

Имитационный ФТ можно рассматривать как экспертно-обучающую систему, в которую включены динамическая модель объекта и модель оператора. Отличительные особенности динамического моделирования: выход модели трактуется как прогноз выходной переменной объекта, его расчет выполняется вне основного контура регулирования.

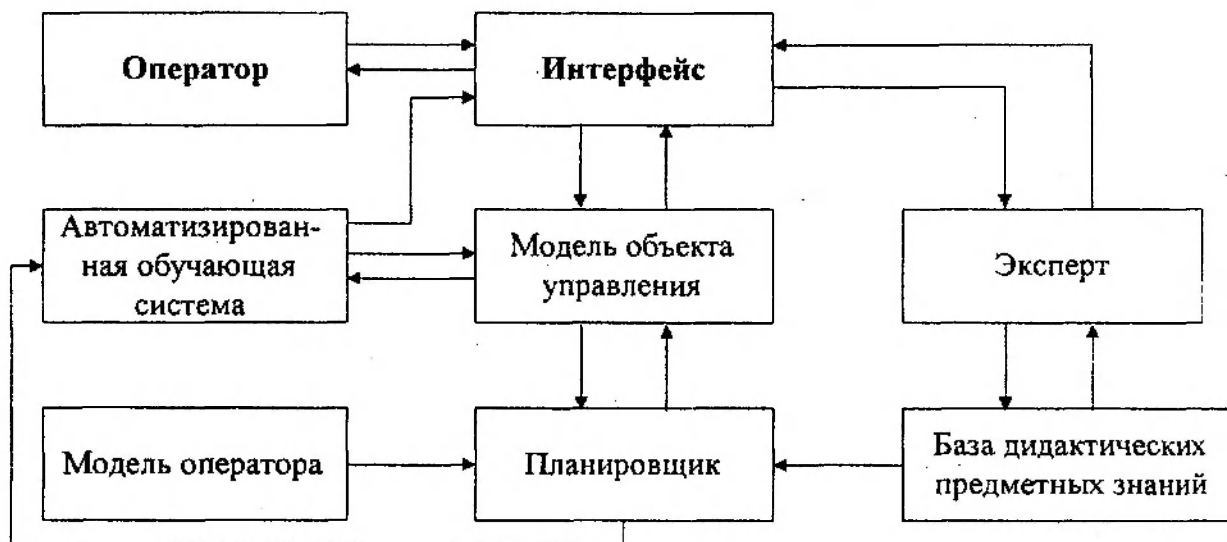


Рис. 1. Структура имитационного ФТ

Динамическая модель объекта описывается системой векторных дифференциальных уравнений

$$\dot{X} = F(X, Y, \delta, t),$$

где X – n -мерный вектор состояния объекта; Y – вектор управления; δ – вектор случайных воздействий.

Процесс функционирования эргатической системы "Оператор-управляемый объект" носит стохастический характер. Деятельность оператора можно описать в виде системы массового обслуживания, обладающей адаптивными свойствами [1].

Показателем качества может служить функционал J^d , значение которого зависит от дефицита времени d , времени переходного процесса, наличия отказов, напряженности работы оператора в контуре управления [2]:

$$J^d = f(d) + \mu_1 f_1(x) + \mu_2 f_2(x).$$

Функция $f(d)$ учитывает дефицит времени, а весовые коэффициенты μ_1 и μ_2 – минимальный временной ресурс системы. Оптимизация параметров системы выполняется по критерию максимального быстродействия с учетом всех ограничений.

Анализ действий обучаемого можно провести на основании экспертных оценок, заложенных в интеллектуальную обучающую систему или путем сопоставления действия обучаемого с имитационной моделью оператора на основе моделей нечеткой логики [3].

Обучение с использованием ситуационного ФТ базируется на дискретной подаче оператору последовательности учебных информационных модулей. Структурная схема ситуационного ФТ показана на рис.2.

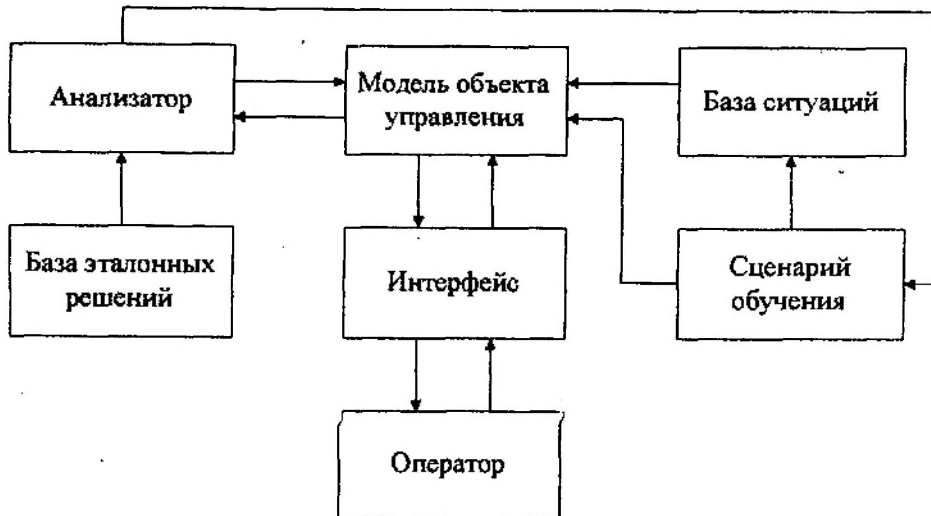


Рис.2. Структура ситуационного ФТ

Управление динамическим объектом можно рассматривать как задачу управления конечным состоянием объекта. Функциональный тренажер содержит базу эталонных решений (конечных состояний) по каждой предъявляемой оператору ситуации.

База ситуаций ФТ содержит начальные условия для запуска моделей, информацию об объекте управления, алгоритмах его функционирования. Новая ситуация формируется на основе предыдущей и в совокупности они моделируют процесс функционирования объекта.

Управление объектом представляет собой процесс принятия и обработки обучаемым последовательных решений. Каждой ситуации соответствует своя область решения. Анализатор определяет степень принадлежности принятого обучаемым решения к эталонному решению и в соответствии с этим изменяет сценарий обучения, адаптируется к уровню подготовки обучаемого. Задача оценки действий обучаемого слабо формализуема, поэтому построение алгоритмов работы анализатора представляет значительный интерес.

Рассмотрим применение методов нечеткой логики к оценке действий обучаемого. Оператор при выработке решения реализует цепочку рассуждений «Ситуация–выбор стратегии управления–действие». Набор эталонных описаний состояния и текущего состояния объекта представляется в виде нечетких ситуаций S , которые являются нечеткими множествами второго уровня [4]:

$$S = \{ \langle \mu_s(y_i) / y_i \rangle, y_i \in Y \},$$

где $\mu_s(y_i) = \{ \langle \mu_{\mu_s}(y_i)(T_j^i) / T_j^i \rangle \}$, $Y = \{ y_1, y_2, \dots, y_p \}$ – множество признаков, описывающих состояние объекта. Каждый признак описывается лингвистической переменной $\langle Y_i, T_i, D_i \rangle$,

где $T_i = \{T'_1, T'_2, \dots, T'_m\}$ – терм-множество лингвистической переменной y_i ; μ_i – число значний признаков; D_i – базовое множество признака y_i .

Для определения состояния управляемого объекта необходимо сравнить входную нечеткую ситуацию $S_i = \{\langle \mu_{s_i}(y)/y \rangle\}$ с эталонной нечеткой ситуацией $S_j = \{\langle \mu_{s_j}(y)/y \rangle\}$. Степень включения ситуации S_i в ситуацию S_j согласно работе [4] обозначается $V(S_i, S_j)$ и определяется выражением

$$V(\tilde{S}_i, \tilde{S}_j) = \bigwedge_{y \in Y} V(\mu_{s_i}(y)/\mu_{s_j}(y)).$$

Оценка действий обучаемого производится с учетом полученной величины $V(\tilde{S}_i, \tilde{S}_j)$. Данный подход является перспективным для обучения решению слабоформализованных задач с неполной информацией.

Список литературы

1. Павлов В.В. Начала теории эргатических систем. – К.: Наук. думка, 1975. – 240 с.
2. Царьков А.С., Черепенников В.В. Агрегатный подход к моделированию взаимодействия компонент в авиационных эргатических системах // Эргономика и труд в гражданской авиации. – К.: КИИГА, 1984. – 104 с.
3. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика. – М.: Наука, 1986. – 288 с.
4. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы (нечеткой логикой). – М.: Наука, 1990. – 272 с.

Стаття надійшла до редакції 20 вересня 1998 року.



Микола Миколайович Гузій (1950) закінчив Київський інститут інженерів цивільної авіації у 1972 році. Кандидат технічних наук доцент, завідувач кафедри програмного забезпечення обчислювальних систем Київського міжнародного університету цивільної авіації. Автор більше 50 наукових праць в області електрогазодинаміки, динаміки польоту та інформаційних технологій.

Mykola M. Guziy (b. 1950) graduated from Kyiv Institute of Civil Aviation Engineers (1972). PhD ass. professor, Head of Software Computer System Department. The author of more than 50 publications on electrogazdynamics, dynamics of flights and information technologies.