

УДК 621-501.72

О.А.Стенін, проф., д-р техн. наук, О.М.Польшакова, ст. викл.
*Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ, Україна,
E-mail: polshakova.o@yandex.ru*

С.О.Стенін

Спеціалізована лабораторія з питань експертизи та досліджень Міністерства доходів і зборів України, м. Київ, Україна

Системний принцип побудови автоматизованих навчальних систем

Запропонований системний принцип побудови автоматизованих навчальних систем (АНС), який передбачає реалізацію взаємопов'язаних етапів побудови АНС з єдиних системних позицій за допомогою різних математичних методів

автоматизована навчальна система, системний принцип

А.А.Стенін, проф., д-р техн. наук, О.М.Польшакова, ст. преп.
Національний технічний університет України «КПІ», г. Киев, Украина

С.А.Стенін, зам.начальника управління

Спеціалізована лабораторія по вопросам експертизи и исследований Министерства доходов и сборов Украины, г. Киев, Украина

Системний принцип побудови автоматизованих навчальних систем

Предложен системный принцип построения автоматизированных обучающих систем (АОС), предполагающий реализацию взаимосвязанных этапов построения АОС с единых системных позиций с помощью различных математических методов

автоматизированная обучающая система, системный принцип

Введение. В настоящее время совершенствование операторской деятельности приобрело особую остроту в современных системах управления сложными техническими объектами (СТО). От решения этих проблем зависит дальнейшее повышение эффективности как уже эксплуатируемых, так и вновь разрабатываемых производственно-технологических комплексов и различных гибких автоматизированных производств на их основе. Эффективным средством совершенствования профессиональной подготовки операторов являются автоматизированные обучающие системы (АОС)[1,2,7].

В последние годы АОС помимо традиционных областей, таких как авиация, космонавтика, морской флот находят все более широкое применение в промышленности, энергетике и других отраслях народного хозяйства.

Совершенствование операторской деятельности является предметом рассмотрения целого ряда наук и, в частности, теории эргатических систем[3,4,6].

Постановка задачи. Человек-оператор принимает, как правило, наиболее сложные и ответственные решения по управлению СТО, причем от правильности его действий, умения своевременно найти и реализовать верное в сложной ситуации решение зависит не только эффективность выполнения задач, возлагаемых на управляемый СТО, но в ряде случаев целостность самого СТО и безопасность людей. Это, в свою очередь, остро ставит проблему совершенствования методических и технических средств при построении АОС.

Следует отметить, что большинство работ в этой области носит узкоспециализированный характер и ориентировано на специалистов определенного научного профиля[2]. Это связано с тем, что разработка прикладных методов и моделей, описывающих различные аспекты операторской деятельности, до последнего времени осуществлялась специалистами различных областей науки и техники. Однако отдельные аспекты операторской деятельности находятся в тесной взаимосвязи друг с другом и должны рассматриваться в рамках единого подхода.

Решение задачи. В качестве такого подхода предлагается реализация следующих взаимоувязанных этапов построения АОС с единых системных позиций с помощью различных математических методов.

На первом этапе формируются цели (глобальная, локальные) и задачи обучения оператора (операторов) конкретного СТО. Для реализации этого этапа необходимо иметь достаточно подробное описание деятельности оператора(операторов) конкретного СТО, описание функционирования самой СТО в целом и ее отдельных подсистем.

На втором этапе из комплекса обучающих задач, охватывающего все сферы деятельности оператора, формулируются текстовые задачи, каждая из которых должна быть функционально полной и законченной. При работе группы операторов для этих задач должна быть составлена структурно-логическая схема взаимодействия операторов. На основе этой схемы проводится оценка деятельности либо каждого из операторов группы при наличии комплексной оценки работы экипажа в целом (разделение оценок), либо экипажа в целом при наличии оценки работы каждого из операторов в автономных режимах (объединение оценок). При необходимости оценки работы операторов в нестандартных ситуациях необходимо произвести разделение функций операторов с приоритетом деятельности каждого из них при выходе из той или иной нестандартной ситуации.

С формированием тестовых учебных задач тесно связана задача построения и использования полной математической модели функционирования реальной технической системы.

При создании моделей, в АОС важно обеспечить лишь ограниченный изоморфизм модели и объекта в смысле расхождения выделенных выходных переменных в допустимых пределах. Оценка степени сходства подобной модели с оригиналом может быть в соответствии с условием ограниченного изоморфизма произведена с помощью критерия первого рода [5]. Применение данного критерия не налагает ограничений на выбор внутренней структуры модели, а непосредственно влияет на выходные параметры модели, отображаемые на системе отображения информации (СОИ) пультов и обеспечивающие восприятие поведения модели оператором как реального объекта.

Данный критерий может быть представлен в виде:

$$\max|Y - Y_M| \leq \left[\Delta X_{\text{чел}} \cup \Delta Y_{\text{упр}} \right], \quad (1)$$

где $\Delta X_{\text{чел}}$ — вектор погрешности, обусловленный физическими возможностями человека по восприятию информации;

$\Delta Y_{\text{упр}}$ — вектор погрешностей приборов, отображающих выходные параметры

Следует подчеркнуть, что синтезируемые модели для обучения должны иметь переменную глубину моделирования и обладать универсальностью.

Под переменной глубиной подразумевается возможность трансформирования модели для отдельных частных режимов работы отдельного объекта.

Под универсальностью модели подразумевается степень ее применимости к анализу класса объектов. Чем шире класс объектов, к анализу которого применима данная модель, тем выше ее универсальность.

На третьем этапе производится формирование частных режимов работы одного или нескольких операторов в рамках каждой учебной задачи. Под частным режимом подразумевается совокупность отдельных операций (действий), имеющую определенную функциональную направленность и автономность при выполнении этих действий. В этом случае каждая учебная задача представляется совокупностью режимов, причем некоторые из них могут повторяться в различных учебных задачах. Стыковка режимов производится по входным и выходным переменным СТО.

Такое разбиение предполагает трансформирование полной математической модели на ряд частных моделей, то есть решение задачи декомпозиции и/или упрощения полной математической модели. Это позволяет, с одной стороны, существенно сократить затраты ресурсов ЭВМ на реализацию отдельной учебной задачи, с другой стороны, обеспечивает возможность синтеза эталонных реализаций каждого режима и возможность построения многоуровневых иерархических критериев контроля и оценки действий обучаемых.

На четвертом этапе решается задача синтеза эталонных динамических реализаций сформированных выше отдельных режимов обучения. При этом следует учесть то обстоятельство, что оператор должен воспринимать модель по ее проявлениям на средствах отображения информации как реальный объект. Другими словами, интересна только та часть вектора переменных, информация о которой доступна или может быть доступна оператору.

На пятом этапе формируется многоуровневая иерархическая система критериев контроля и оценки действий оператора. Этот этап является одним из основополагающих при построении АОС. При этом:

1. Система критериев должна обеспечивать контроль и оценку в реальном масштабе времени процесса обучения не только на заданном наборе учебных задач (верхний уровень), но и позволять оценивать и контролировать входящие в них как частные режимы (средний уровень), так и отдельные переменные этих режимов (нижний уровень).

2. Система критериев должна обеспечивать контроль и оценку в реальном масштабе времени процесса обучения не только на заданном наборе учебных задач (верхний уровень), но и позволять оценивать и контролировать входящие в них как частные режимы (средний уровень), так и отдельные переменные этих режимов (нижний уровень).

3. Система критериев должна обеспечивать объективность контроля и оценки за счет максимальной автоматизации процесса обучения и контроля и, соответственно, снижения субъективной роли инструктора.

4. Система критериев должна обладать гибкостью, то есть иметь возможность варьировать критерии оценки в зависимости от степени подготовленности обучаемого к решению конкретной задачи управления.

5. Система критериев должна, основываясь на количественных оценках, определенным образом отражать качественную сторону процесса обучения.

6. Система критериев должна обеспечивать разделение (объединение) оценок при коллективной деятельности группы операторов.

7. Система критериев должна обеспечивать возможность оценки операторов при работе в нестандартных ситуациях.

Приведенные выше взаимоувязанные элементы поэтапной реализации системного принципа построения АОС представлены на рис. 1.

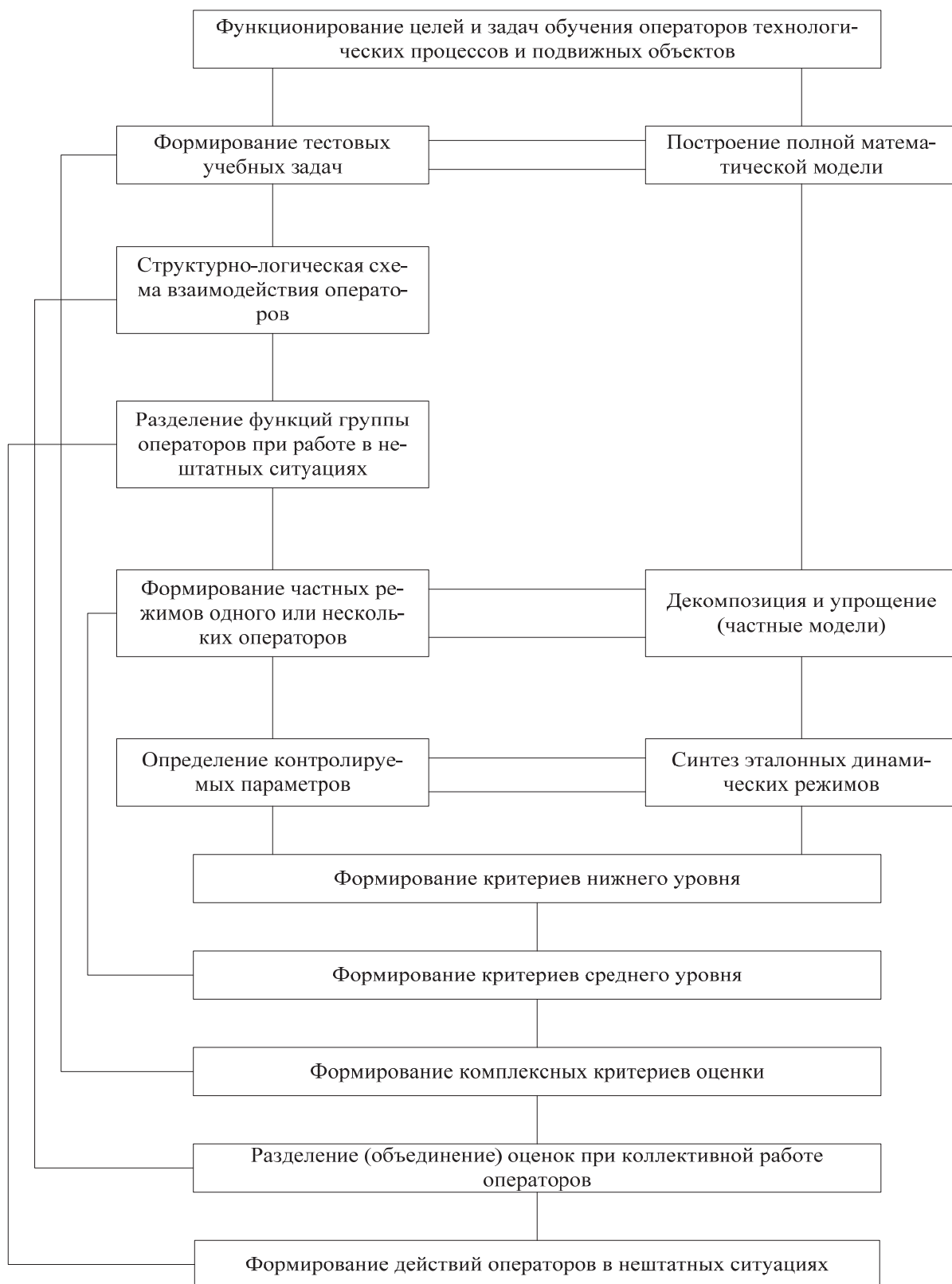


Рисунок 1 – Системный принцип построения автоматизированных обучающих систем

Реализация предложенного системного принципа построения АОС ориентирована на схему "учитель-ученик", приведенную на рис. 2.

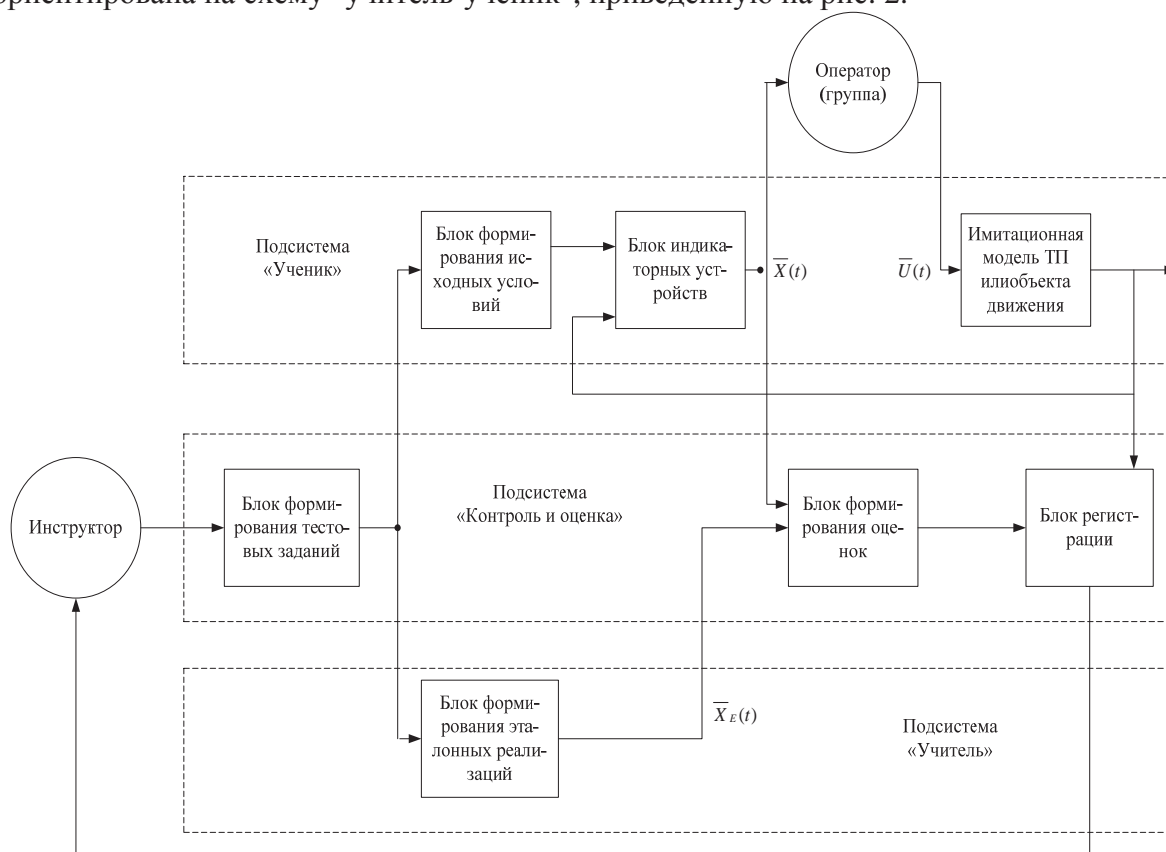


Рисунок 2 – Структурная схема АОС

Главными элементами приведенной схемы являются инструктор, человек-оператор (группа операторов), подсистемы "Ученик", "Контроль и оценка", "Учитель".

В функции инструктора входит выбор тестовой учебной задачи и контроль за общим процессом обучения. При необходимости инструктор может в процессе обучения создать ту или иную нестандартную ситуацию.

Подсистема "Учитель" по выбранной тестовой задаче формирует соответствующие динамические эталонные реализации, на основе которых происходит сравнение с реальной работой оператора (группы операторов) и формируется оценка его (их) деятельности.

Подсистема "Контроль и оценка" содержит:

- "Блок формирования тестовых задач", включающий комплекс обучающих задач, по которому в подсистеме "Учитель" формируются соответствующие динамические эталонные реализации;

- "Блок формирования оценок", реализующий работу многоуровневой иерархической системы критериев оценки;

- "Блок регистрации", обеспечивающий документирование процесса обучения. В случае необходимости он может выступать и в роли подсказчика.

Подсистема "Ученик" содержит:

- "Блок формирования исходных условий", который в соответствии с той или иной учебной задачей устанавливает соответствующие ей исходные значения на средствах отображения информации и в имитационной модели технологического процесса или объекта движения;

– "Блок индикаторных устройств", реализующий формирование исходных значений с предыдущего блока текущих значений изменения состояния объекта, поступающих с блока "Имитационная модель технологического процесса или объекта движения";

– "Блок имитационной модели технологического процесса или объекта движения", реализующий динамику изменения состояния объекта управления при воздействии на него обучаемого оператора (группы операторов).

Построенная таким образом АОС предусматривает автоматическую процедуру контроля и оценки деятельности оператора (группы операторов) с указанными выше ограниченными функциями инструктора.

Выводы. Разработанный в данной статье системный принцип построения АОС является эффективным практическим инструментарием построения АОС для широкого класса ЭС, в том числе, с элементами принятия решений.

Список литературы

1. Автоматизированные обучающие системы профессиональной подготовки операторов ЛА / под ред. Шукшунова В.Е. – М.: Машиностроение, 1986. – 240 с.
2. Стенін О.А., Михальов О.І., Мелкумян К.Ю. Автоматизоване навчання операторів ергатичних систем: Навчальний посібник. - :Київ. ВПК ВПІ видавництво «Політехніка», 2012. – 171с.
3. Технические эргатические системы: Синтез эргаматов. / Под ред. Павлова В.В. – К.: Вища школа, 1977. – 344с.
4. Губинский А.И. Надежность и качество функционирования эргатических систем – Л.: Наука, 1982. – 270 с.
5. Зайцев В.С. Системный анализ операторской деятельности. – М.: Радио и связь, 1990. – 120с.
6. Таран В. А. Эргатические системы управления. – М.: Машиностроение, 1976. – 188с.
7. Чачко А.Г. Тренажеры и учебно-тренировочные центры. – Киев: Знание, 1977. – 39с.

Alexander Stenin, Prof., DSc., Olga Polshakova, Senior lecturer

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kiev, Ukraine

Sergey Stenin

Specialized laboratory expertise and research Ministry of income and taxes of Ukraine, Kiev, Ukraine

System principle of the automated training systems

An effective means to improve the training of operators are automated trainingsystems (ATS). In recent years, ATS in addition to traditional areas, such as aviation, aerospace, marine fleet are finding increasingly wide application in industry, energy and other sectors of the economy. Improvement of operator performance is the subject of a number of sciences and, in particular, the theory of ergatic systems.

In this article the system principle of construction of ATS is proposed. This principle provides the implementation of interrelated stages of constructing ATS from single system point of view using variety of mathematical methods. It is an effective practical tools for constructing ATS for a wide class of ergatic objects with elements of decision making. In addition, this ATS significantly expands didactic opportunities for training operators of ergatic systems. The teacher (or instructor) in this ATS is an experienced specialist or his reference model.

automated training system, system principle

Одержано 28.12.15