

УДК 519.81; 004.78

## АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРНОГО ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ НАВЧАННЯ БЕЗПЕЧНОМУ УПРАВЛІННЮ ОПЕРАТОРІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

**Ляшенко С.О., д.т.н., професор, Кісь-Коркіщенко Л.В., к.т.н., старший  
викладач, Фесенко А.М., інженер**  
(*Державний біотехнологічний університет*)

Сучасні автоматизовані системи управління технологічними процесами являють собою складний програмно-апаратний комплекс, де потрібні кваліфіковані фахівці, які несуть відповідальність щодо безпеки та управління навчальним процесом. Відповідно, задача навчання та підготовки операторів транспортних засобів в наш час стає актуальною.

Ефект навчання можна отримати не тільки відображенням ідентичністю, а і відображенням на тренажері форми його діяльності, що відповідає рішенням практичних задач в дійсності. Традиційні тренажери мали вигляд аналогічний реальним панелям управління. Їх експлуатація показала їх низьку ефективність, тому виходячи з необхідності навчання безпечному та ефективному управлінню транспортними засобами, основною задачею навчання є розвиток та застосування інтелектуальних навиків водіння, що досягаються розробкою та втіленням в учбовий процес комп'ютерних тренажерів [1,2].

Особливістю комп'ютерного тренажера є можливість ефективного використання для визначення кваліфікації операторів різних рівнів та спеціальностей, а також для навчання з заново виникаючими задачами, при змінах технологічних процесів. Технологічний процес та пристрої, які там задіяні, відображені на терміналі оператора у вигляді множини символів, які можна поділити на основні класи. Кожен символ несе у собі певне поняття та має набір функцій, що пов'язаний з ним. Є інтерфейс з набором символів, що мають місце в системі управління, і з яким треба працювати оператору [3].

Метою роботи є розробка архітектури тренажерного комплексу для навчання безпечному управлінню транспортними засобами, який повинен мати розподілену структуру, і який дає можливість легко змінювати існуючі компоненти системи та встановлювати нові, в залежності від змін технологічного процесу та обставин.

У якості прикладу розглянуто досвід використання різних видів тренажерів для операторів і запропоновано систему управління metsoDNA фірми MetsoAutomation. Технологічний процес надано у вигляді інтерфейсних одиниць, які дають можливість отримувати дані від пристроїв технологічного процесу, або передавати туди керуючі сигнали. Така архітектура системи metsoDNA дає можливість розробляти інтерфейс, який дозволяє замінити реальні устрої вхід/вихід, що у свою чергу дозволить підключати різні моделі технологічних процесів, реалізовані поза системи управління, що використовує існуючі програмні засоби математичного моделювання, а також свої засоби реалізації математичних моделей та різні мови програмування. На рис.1

відображено архітектуру тренажерного комплексу на базі реальної системи управління metsoDNA, і програмну конфігурацію якої можна використовувати для даного об'єкту в якості системи управління. Існуючі методи, що базуються на теорії штучних нейронних мереж, дають можливість переносити цю програмну конфігурацію на тренажер без модифікації її внутрішньої структури, і дає можливість зберегти зовнішній вигляд, якості та логіку управління з точки зору оператора. Структурно-модульна тренажерна система (рис. 1) складається з 3-х основних частин: робочого місця оператора, імітатора та автоматичної системи навчання.

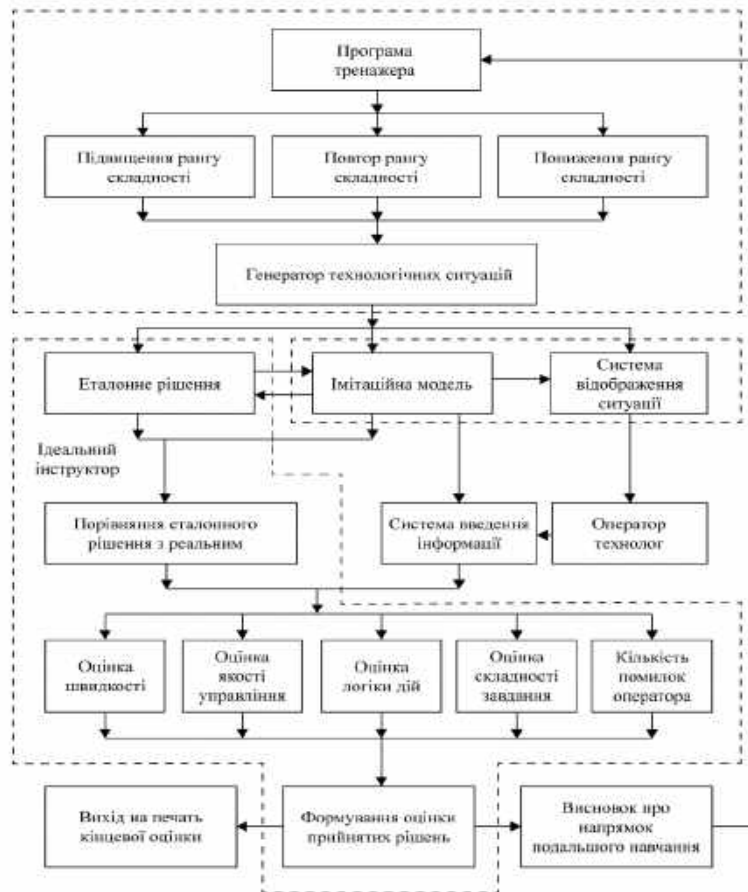


Рисунок 2 – Структура роботи елементів модульного тренажеру

Основними блоками тренажера є імітаційна модель технологічного процесу, модель «ідеального» інструктора та програма тренажера з генерацією технологічних ситуацій. Операційна система навчання, що включає програму тренажеру та генерацію ситуацій, необхідна для управління режимом навчання, формування завдання для оператора на основі показника рівня знань оператора, який надає підсистема оцінки дій блока «ідеального» інструктора. Основою інформаційно-моделюючої системи тренажеру є імітаційна модель процесу, що представляє собою змінний елемент математичного забезпечення тренажеру.

Аналіз структурних аспектів математичного забезпечення тренажерів показав, що основою інформаційно-моделюючої системи тренажера є підсистема імітації функціонування об'єкту в умовах дії оператора[4]. Найбільш складною задачею при створенні імітаційних моделей, є розробка та реалізація динамічних моделей [5]. При цьому, разом із створенням

універсальних конфігурантів моделей, існує напрямок об'єктно-орієнтованого моделювання, що реалізує бібліотеки базових та структурних технологічних елементів, програм розрахунку та інших компонентів моделей.

Сам спосіб включення моделі тренажера відрізняється тим, що сам об'єкт у схемі відсутній, і модель служить тільки для імітації його виходу. Розрахунок виходу моделі здійснюється поза контуру регулювання, а масштаб, що використовується при моделюванні, не залежить від темпу управління процесом. Основна особливість моделей, це робота у реальному часі, що дає можливість використовувати результати моделювання у різних технологіях реального часу (операторські та інженерні інтерфейси, системи діагностики та тестування і т.д.). Це приводить до принципіальної відмінності від ситуації в алгоритмах управління з прогнозованими моделями [6], де вихід об'єкту одночасно імітується на всьому інтервалі прогнозування для наперед заданої послідовності керуючих дій та збурень. Така жорстка умова реального часу різко підвищує вимоги до моделі, тому що вона повинна забезпечувати адекватну роботну поведінку по всьому діапазону впливу з урахуванням збурень улюбий момент.

Опис динаміки об'єкту за допомогою систем диференційних рівнянь часткових похідних в імітаторі тренажера це досить складний процес, відповідно, при імітації динамічних режимів більш раціонально розрахувати коефіцієнти підсилення по статичним моделям, а зміни параметрів по часу – здійснювати додатковими операторами у вигляді динамічних ланцюгів першого та другого порядку запізненням. Перевагою цього підходу є те, що здійснюється вихід на статичні режими, з незначним об'ємом розрахунків та необхідною точністю, в перехідні процеси відображають характер реальної зміни інформаційних змінних по часу.

### **Список використаних джерел**

1. Селезнёв В.Е. Современные компьютерные тренажеры в трубопроводном транспорте: математические методы моделирования и практическое применение / В.Е. Селезнёв, В.В. Алешин, С.Н. Прялов. – М.: МАКС Пресс, 2007. – 200с.
2. Стенин А.А. Автоматизированные обучающие системы (анализ и синтез) / А.А. Стенин. – Луганск: изд-во ВУНУ. – 2000. – 109 с.
3. Берман В.А. Зарубежные тренажерные системы подготовки персонала для управления химическими производствами / В.А. Берман, М.А. Ершов // Хим. промышленность за рубежом. – 1987. – Вып.8 (296). – С. 56-67.
4. Тимофеев В.А. Структура математического обучения компьютерного тренажера для обучения оператора на базе технологии экспертных систем / В.А. Тимофеев, В.В. Тулупов // Системи обробки інформації: Зб. наук. пр. Вип.3 (19). – Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2002. – С.94-98.
5. Дозорцев В.М. Динамическое моделирование в оптимальном управлении и автоматизированном обучении операторов технологических процессов. Часть 1. Задачи оптимального управления / В.М. Дозорцев // Приборы и системы управления. 1996. - №7. – С.46-51.
6. Перельман И.И. Оперативная идентификация объектов управления / И.И. Перельман. – М.: Энергоиздат, 1982. – 272 с.