

5. Яцишин А.В., Куцан Ю.Г., Артемчук В.О., Каменева І.П., Попов О.О., Ковач В.О. Принципи та методи управління екологічною безпекою на основі інтелектуального аналізу даних мережі моніторингу атмосферного повітря // Електронне моделювання. – 2019. – Т.41, № 4 – С.85-101.
6. Кесова Л.О., Літовкін В.В., Кравчук Г.В., Симоненко М.П. Спосіб видалення золи з електрофільтрів на теплових електростанціях, патент UA № 109119 U МПК F23J 1/02 (2006.01) F23K(2006.01) B65G 53/04 (2006.01), Бюл. № 15 від 10.08.2016.
7. Літовкін В.В., Кесова Л.О., Гулієнко В.С. Аероживильник газового вугілля, патент UA № 93100 U МПК (2014.01) F23K 5/00, Бюл. № 18 від 25.09.2014.

<http://doi.org/10.5281/zenodo.3859663>

Поступила 10.10.2019р.

УДК 004.94; 004.4'2

Р.П.Абрамович, Київ
В.Д.Самойлов, Київ

ІМІТАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ МЕТОД КОНСТРУЮВАННЯ МОДЕЛЕЙ ТРЕНАЖЕРІВ

Abstract. The imitative-technological method of designing training simulators is presented, it is based on working processes specification of operational and dispatcher personal, which is formed on position instructions and other technical documentation.

Вступ

Згідно існуючих підходів [1] тренажер повинен складатися з моделюючого пристрою, робочих місць учня (-ів) та інструктора, допоміжних систем. Задача моделюючого пристрою відтворювати з необхідною точністю модель об'єкта із заданим масштабом часу. В більшості сучасних тренажерів це забезпечується математичною моделлю об'єкта і її комп'ютерною реалізацією. Будемо називати такий підхід **об'єктно-математичним**. Об'єктно-математичний метод розробки моделей тренажерів, при якому основною складовою є багаторежимна математична модель об'єкта, є традиційним.

Об'єктно-математичний метод конструювання має такі ознаки:

- наявність комп'ютерної моделі на основі математичного опису об'єкта;
- динамічна поведінка на різних сценах сценарію здійснюється від однієї загальної моделі;
- кожне тренажерне заняття(ТрЗ) створюється і виконується на основі однієї комп'ютерної моделі об'єктаель;

– модель об'єкта повинна забезпечити моделювання режиму для вибраного числа ТрЗ.

Моделі розробляються спеціалістами-програмістами разом з технологіями та математиками. Такі технології дуже дорогі і потребують великих зусиль всіх розробників для його реалізації зважаючи на наступне. Реалізація повномасштабної моделі зазвичай потребує після її створення подальшої корекції програмістами на основі висновків технологів, тому що складно реалізувати в одній моделі всі режими запланованих та нових ТрЗ з необхідною точністю. Для розробки моделей використовуються мови програмування, складні спеціалізовані редактори з комп'ютерною реалізацією блоків математичного опису, що унеможливило залучення до процесу проектування спеціалістів галузі без допомоги висококваліфікованих спеціалістів по ІТ та математичним методам.

Така технологія проектування потребує додаткової валідації та, дуже часто, корекції кваліфікованими спеціалістами галузі, математиками і програмістами комп'ютерної моделі, тому що, як показує досвід, практично неможливо на початкових стадіях розробки врахувати всі режими та параметри відповідно до кожного з списку тренажерних занять.

Імітаційно-технологічний метод

Для розробки систем підготовки та моделей тренажерів розроблений і пропонується для використання, імітаційно-технологічний метод, який дає змогу розробляти тренажерні засоби безпосередньо за участю фахівців галузі, так як орієнтований на технічні знання фахівців.

Даний метод базується на попередніх розробках описаних в [2, 3, 4]. Описаний в роботах підхід успішно застосовувався для розробки тренажерних систем при впровадженні Регіональної галузевої системи підготовки персоналу при міністерстві енергетики в 1980-1990 рр. В той же час, представлений метод враховує сучасні технічні можливості.

На відміну від об'єктно-математичного методу конструювання в основі імітаційно-технологічного лежить побудова моделей тренажерів виходячи із робочої діяльності персоналу для кожного робочого місця у відповідності із галузевою нормативно-технічною документацією (НТД).

Відштовхуючись від затверджених регламентом загальних вимог до організації роботи на енергетичних об'єктах, відповідно до посадових інструкцій фахівців, імітаційно-технологічний метод може бути визначений як шлях розробки сценарно-моделюючої структури (СМС) програмного додатку на основі робочої діяльності, яка визначена у документах з посадових інструкцій (ІІ).

На першому етапі визначається перелік персоналу (посад), які будуть проходити навчання на тренажері та формується перелік тренажерних занять, які повинні бути реалізовані.

Розробка моделей тренажерів, згідно запропонованого методу, в тому числі формування переліку тренажерних занять, базується на основі галузевої

документації і технічної документації підприємства. До неї відносяться: посадові (ПІ) та робочі (РІ) інструкції, інструкції з експлуатації, типові бланки та програми перемикачів, інша нормативно-технічна документація. Під час формування переліку також береться до уваги досвід проведення операцій для конкретних посад, типові помилки персоналу, аварії та нещасні випадки, які мали місце, описи діяльності при аваріях, планових ремонтах, введені та виведені обладнання в ремонт. Формування набору тренажерних занять проводиться технологами, інструкторами.

Розробник (один або декілька галузевих спеціалістів) має пакет вихідної документації, регламентуючих документів, які притаманні енергетичній галузі, описаний вище, який регламентує діяльність спеціалістів по управлінню об'єктом, режими роботи обладнання та переліки та значення параметрів. Дана інформація є вихідною для створення навчальної системи чи тренажера.

Для кожного ТрЗ на основі цих документів визначаються початкові умови тренування, мета тренажерного завдання і порядок керування об'єктом для досягнення мети.

Для кожного спеціаліста, залученого до тренажерного заняття, з урахуванням вимог ПІ та інших НТД, розробляється опис робочого процесу з управління об'єктом в тій чи іншій ситуації, а на основі РП – детальний сценарій ТрЗ.

Для виконання РП здійснюється перехід до створення сценарно-модельючої структури для кожного ТрЗ, тобто імітаційної моделі відображення реакції об'єкта на управляючі дії персоналу при робочій діяльності.

Для кожного тренажерного завдання проектується локальна модель або набір моделей відображення діяльності з управління об'єктом в ситуаціях, які визначаються сценарієм ТрЗ, який включає навчально-педагогічне супроводження процесу навчання.

Базові принципи імітаційно-технологічного методу конструювання тренажерів та навчальних систем:

- шлях розробки:
 - від посадових та експлуатаційних інструкцій (ПІ/ЕІ);
 - через графічні моделі робочої діяльності (ГМРД);
 - до сценарно-модельючих структур (СМС).
- замість математичної моделі об'єкта застосовується модель управління об'єктом у вигляді даних і формул;
- моделі управління об'єктом можуть бути розподілені між сценами;
- розробки супроводжуються графічними специфікаціями як сценарної складової, так і імітаційної частини;
- графічна специфікація типових бібліотечних блоків;
- наявність типових блоків реалізації автоматичного оцінювання навчальної діяльності.

При імітаційно-технологічному методі тренажер розглядається як набір тренажерних занять. Кожне тренажерне заняття повинно:

- мати мету і опис початкового стану;
- відповідати документам посадових інструкцій спеціалістів, які тренуються;
- забезпечувати відображення робочого місця персоналу, а саме:
 - загальну обстановку робочих зон діяльності спеціалістів;
 - подібність елементів управління і відображення інформації при виконанні діяльності;
- забезпечувати ефективну і допустиму діяльність, яка дозволяє досягнути мети ТрЗ;
- забезпечувати комфортний, або реальний час відгуку на дії спеціалістів по управлінню об'єктом;
- можливість оцінювати діяльність з врахуванням допустимого відхилення від ефективної діяльності;
- наявність педагогічного супроводження процесу тренування;
- можливість реагувати на критичні дії (помилки) учня.

При переході від об'єктно-математичного підходу, використання якого потребує високопродуктивних засобів обчислювальної техніки, імітацію оперативних переговорів за допомогою інструктора, великих витрат для створення і використання моделі об'єкту та інше, до нового підходу з'являється можливість уникнути зазначених недоліків і реалізувати:

- використання звичайних, не спеціалізованих технічних засобів – офісних комп'ютерів;
- можливість автоматичного оцінювання виконання ТрЗ;
- сценарну імітацію оперативних переговорів;
- простоту додавання нових ТрЗ;
- можливість дистанційного використання тренажера.

В табл. 1 наведено порівняння Об'єктно-математичного та Імітаційно-технологічного методів конструювання тренажерів:

Таблиця 1

Порівняння Об'єктно-математичного та Імітаційно-технологічного методів

	Об'єктно-математичний	Імітаційно-технологічний
Використовувана модель	Математична модель об'єкта	Модель управління об'єктом
Модель будується по	Технічній документації	Експлуатаційним інструкціям
Розробники моделі	Програмісти, математики	Технологи
Складність розробки	Висока складність розробки і відповідно вартість	Набагато менша складність розробки
Складність підтримки	Складна адаптація та модернізація	Простіша адаптація та модернізація
Групові тренування	Підтримуються. Відсутність учня імітує інструктор	Підтримуються. Сценарна імітація відсутніх учнів
Імітація оперативних переговорів	Імітація оперативних переговорів через інструктора	Сценарна імітація оперативних переговорів

Модель оцінювання	Складно реалізувати. Часто експертна оцінка по протоколу	Можливість автоматичного оцінювання
Дистанційне використання	Обмежене через відсутність автоматичного оцінювання	Можливе
Технічні засоби (комп'ютери)	Високопродуктивні, часто спеціалізовані комп'ютери	Офісні комп'ютери

Висновки

Традиційно для конструювання комп'ютерних тренажерів використовується об'єктно-математичний метод, в основі якого лежить розробка комп'ютерної моделі об'єкту. Конструювання тренажерів таким методом потребує значних фінансових та часових затрат на розробку, до розробки залучається велика кількість висококваліфікованих спеціалістів: математиків, програмістів, технологів. Розроблені комп'ютерної моделі часто є надлишковими для цілей навчання.

Представлений імітаційно-технологічний метод конструювання тренажерних занять, в якому основою для побудови є опис процесу робочої діяльності оперативно-диспетчерського персоналу, що формується виходячи з посадових інструкцій та іншої нормативно-технічної документації. Для тренажерного заняття розробляється модель управління об'єктом, а не математична модель об'єкта.

Проведено порівняння об'єктно-математичного та імітаційно-технологічного методів конструювання тренажерних занять. Імітаційно-технологічний метод має такі основні переваги:

- менша складність та ресурсоемність розробки;
- доступність конструювання ТрЗ спеціалістами галузі без залучення програмістів;
- можливість використання в якості технічних засобів для проходження ТрЗ звичайних офісних, а не спеціалізованих комп'ютерів.

1. РД 34.12.302-86. Указания по построению комплекса обучающих и тренажерных систем для подготовки эксплуатационного персонала энергоблоков ТЭС, АЭС, предприятий электросетей, энергосистем и объединений.

2. *Переверзев И.П.* Противоаварийный тренажер для диспетчеров электрических сетей с автоматизированной адаптацией к электроэнергетическим объектам: дис. канд. техн. наук: 05.14.02 / Электричністанції, мережі і системи. – Київ, 1988. – 159 с.

3. *Сметана С.И.* Автоматизированная система построения тренажеров для диспетчеров электрических сетей: дис. канд. техн. наук: 05.14.02 / Электричністанції, мережі і системи. – Київ, 1985. – 198 с.

4. *Писаренко А.П., Самойлов В.Д., Стеценко О.Я.* Компьютерные технологии моделирования для динамических тренажеров – Київ, Наукова думка, 1992. – 165 с.

<http://doi.org/10.5281/zenodo.3859665>

Поступила 7.10.2019р.