

Інформаційні технології

УДК 004.94:622.691.4.052

СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ І ТРЕНАЖУ ОПЕРАТОРІВ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ АГРЕГАТИВ

Л.М.Заміховський, Р.М.Матвієнко

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;
76019, Україна, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;
e-mail: ktsu@au.nung.if.ua*

Обґрунтовано необхідність створення комп'ютерних тренажерів для операторів газоперекачувальних станцій, описано призначення та структуру промислових тренажерів, подано типи і напрямки розвитку моделей складних технічних об'єктів, розроблено структуру багатофункціональної системи навчання та тренажу операторів.

Ключові слова: *промисловий тренажер, газоперекачувальна станція, оператор, інформаційна модель.*

Вступ

Стрімкий розвиток можливостей комп'ютерної техніки та її впровадження в автоматизовані системи управління загострює одну з ключових інженерно-психологічних проблем – розподіл функцій між людиною і автоматикою. Не зважаючи на те, що автоматика призначена для полегшення і спрощення трудової діяльності людини, зменшення помилок, що допускаються ним, зниження чисельності персоналу, підвищення ефективності і безпеки процесів управління, саме автоматизація є причиною багатьох аварій і катастроф.

У ході розроблення нових технічних об'єктів існує тенденція до повної автоматизації, жорсткого контролю за діями операторів, що об'єктивно призводить до витіснення людини з процесів управління.

Проте, з розвитком автоматизації роль людини в управлінні змінюється і набуває рис диспетчера, планувальника автоматки. Оператор вводить в комп'ютер загальні цілі, отримуючи інформацію про виконання поставлених завдань на дисплеях, а комп'ютер реалізує безпосереднє управління. Тому, виключення з діяльності операторів відносно простих виконавчих операцій, призводить до необхідності виконання нових, складніших дій, пов'язаних з програмуванням засобів автоматки. Відповідно, виникає і новий вигляд помилок.

Високий рівень автоматизації виробничих процесів породжує низку специфічних психологічних проблем у сфері людино-машинної взаємодії, пов'язаних з пасивністю і зниженням провідної ролі операторів в управлінні.

По-перше, навіть новітні автоматизовані системи не застраховані від помилкових спрацьовувань сигналізації попередження про небезпеку. Це збільшує напруженість в діяльності операторів і призводить до зниження безпеки.

По-друге, зриви автоматичного обладнання викликають недовіру до нього операторів. Якщо користувач має свободу вибору, він, зазвичай, не вибирає те, чому він не довіряє. Оператори можуть не довіряти автоматичній навіть у випадку її нормального функціонування і прагнути до виконання управлінських дій в ручному режимі.

По-третє, у зв'язку з автоматизацією зростають вимоги до кваліфікації операторів. Вони повинні уміти працювати з обладнанням як в ручному, так і в автоматичному режимі. Крім того, автоматичний режим позбавляє оператора практики ручного управління. Ця втрата професіоналізму може стати причиною труднощів в ситуації, коли необхідно використовувати ручний спосіб управління системою.

По-четверте, проектувальникам не завжди вдається передбачити все нові проблеми, що створюються автоматизованими системами, і забезпечити належну якість їх роботи за певного поєднання негативних чинників. А оператор, що повністю довіряє автоматичній, може не виявити навіть, здавалося б, очевидну невідповідність її функціонування характеру ситуації, що склалася. Він повністю покладається на автоматику і не помічає відхилення в роботі системи.

По-п'яте, автоматизація перетворює операторів швидше в спостерігачів, ніж в управляючий персонал. Не всім операторам подобається ця роль. У ній оператор може виявитися психологічно невідповідним до того, щоб взяти на себе управління в аварійній ситуації, що виникла несподівано [1].

Постановка проблеми

Проблема підвищення ефективності професійної підготовки операторів складних технологічних процесів, зокрема операторів газотранспортних підприємств, набуває великої актуальності в умовах зростання рівня технічної оснащеності виробництва. Від адекватної та оптимальної діяльності оператора-технолога, його вміння своєчасно знайти і прийняти в складній ситуації вірне рішення залежить ефективність виконання завдань з управління тим або іншим складним технічним об'єктом.

Найбільш ефективним засобом формування знань і професійних навичок, необхідних оператору-технологу в реальних умовах діяльності, є промислові тренажери.

Специфіка газотранспортного підприємства полягає, з одного боку, в значній віддаленості та закритості окремих об'єктів контролю, а, з іншого – в складності управління газоперекачувальними агрегатами

(ГПА), неможливості відпрацювання на реальному об'єкті всіх можливих штатних та нештатних ситуацій, що висуває на перший план проблему розробки такої тренажерної системи, яка б уможливила здійснення процесу навчання та підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Найбільш ефективними для формування професійних знань та навичок операторів компресорних станцій слід вважати комп'ютерні тренажерні комплекси, оскільки при цьому спрощуються зображення мнемосхем; регуляторів технологічних параметрів, агрегатів, пультів, що дає можливість швидше знаходити необхідну інформацію; використовуються різні кольори для виділення найважливішої інформації і розділення нормальних і сигнальних аварійних умов їх експлуатації; зберігаються звіти про хід процесу навчання та тренажу для подальшого аналізу; з'являється можливість введення різноманітних збурень і відмов обладнання для їх багаторазового відпрацювання; прискорюється процес заміни однієї навчальної програми іншою [2].

1. Актуальність розробки та призначення промислових тренажерів

Призначення будь-якого промислового тренажера полягає в забезпеченні формування і розвитку професійних навичок шляхом виконання вправ, що сприяє появі вірних уявлень і відображень у свідомості оператора про стан об'єктів управління і зовнішнього середовища та полегшує у подальшому прийняття управлінських рішень у нештатних та аварійних ситуаціях функціонування обладнання. При цьому повинні в комплексі виконуватися наступні завдання [3]:

- формування динамічних стереотипів. Високий ступінь навчання інформаційним та концептуальним моделям визначеної структури "людина-машина" досягається шляхом систематичного тренування та полягає у автоматичному реагуванні оператора на виникнення нештатних ситуацій і швидкому прийнятті правильних рішень, що закріплюються тренуванням і забезпечують виконання певних видів професійної діяльності із заданою якістю;

- можливість навчання оператора виконанню відповідальних завдань, які з тієї або іншої причини не можна детально відпрацювати на реальній системі. Тренування на реальному об'єкті (літаку, морському судні, атомній електростанції, компресорному або насосному агрегаті) найчастіше неможливе як за умовами безпеки, так і з міркувань економічного характеру – можуть бути потрібні дуже великі виробничі площі, велика витрата паливно-мастильних матеріалів, відсторонення виробничого обладнання від виконання ним основних функцій і його додатковий знос. Тренажери незамінні для відпрацювання дій в екстремальних умовах, вони дають змогу штучно відтворити таку аварійну ситуацію, яка зустрінеться, можливо, раз в житті, або не зустрінеться, взагалі проте, до виникнення якої потрібно бути постійно готовим;

- забезпечення вимог педагогічного характеру. В процесі навчання і підготовки оператор повинен набути не тільки необхідних знань, але і

спеціальних психофізіологічних навичок завдяки застосуванню:

- алгоритмів для формування необхідних навичок і аналізу дій суб'єктів навчання, шляхом зміни масштабу часу (представленням події в прискореному або сповільненому темпі);

- алгоритмів багаторазового відтворення на тренажері тих чи інших виробничих ситуацій;

- алгоритмів моделювання процесу “замороження”, тобто зупинки у будь-який момент часу з метою проведення інструктажу операторові або фіксації його уваги на помилкових діях;

- відпрацювання групової взаємодії діяльності операторів, які вирішують сумісне завдання і знаходяться в певних взаєминах (екіпаж літака, зміна авіадиспетчерів, оператори систем зв'язку, зміна операторів на компресорних станціях).

2. Структура промислового тренажера

До структури промислового тренажера повинні входити такі функціональні елементи:

1) моделюючий пристрій або модуль, який є основною ланкою будь-якого промислового тренажера; за допомогою якого створюється учбова інформаційна модель технічного об'єкта, формуються необхідні дані і забезпечуються задані параметри навколишнього середовища на робочому місці суб'єкта навчання, характерні для нормальних, а за необхідності, і для нештатних аварійних режимів функціонування обладнання. Оператор, сприймаючи учбову модель технічного об'єкта, аналізує інформацію і приймає рішення відповідно до поставлених перед ним завдань;

2) апаратний або програмний засіб контролю і оцінки якості діяльності оператора, а за необхідності – і його функціонального стан, що є особливо важливою обставиною в тих випадках, коли тренажер створюється на стадії проектування або виробництва реального об'єкта управління. Інформація про функціональний стан операторів і успішність їх дій в імітованих ситуаціях дає змогу уточнити шлях вирішення задач щодо розподілу функцій між “людською” і “машинною” ланками системи, обґрунтувати програми підготовки фахівців з експлуатації реальних об'єктів;

3) імітаційні ефекти реального робочого місця. Залежно від поставленої мети навчання і тренажу робоче місце оператора може достатньо повно відтворювати реальне робоче місце оператора як за виконанням, так і за розташуванням засобів відображення інформації та органів управління.

У ряді випадків для створення повної ілюзії реального робочого середовища відтворюються і супутні ефекти – шум двигунів, компресорів, насосів, звукові, світлові та вібраційні ефекти, перешкоди в ефірі і т.п. Тренажери, які призначені для відпрацювання подібних завдань, можуть бути громіздкими і дорогими інженерними спорудами.

4) сучасні засоби відображення інформації і органи управління для забезпечення процесу навчання на інтелектуальному і психомоторному

рівні. Такі характеристики органів управління відіграють вирішальну роль в промисловому тренажері для їх пізнання за виглядом, місцеположенням, на дотик, при цьому певна сенсомоторна реакція є складовою частиною завдання, що відпрацьовується оператором.

Якщо метою навчання є відпрацювання окремої функції оператора, яка може бути виділена із загального процесу трудової діяльності, можливим стає використання для створення учбової інформаційної моделі і контролю якості навчання персональних комп'ютерів. Вся програма тренінгу може бути розміщена на компакт-диску або в локальній ЕОМ. Це значно знижує витрати на створення і обслуговування тренажерів і забезпечує їх високу мобільність та широку доступність [3].

3. Принципи побудови моделей складних технічних об'єктів

Розглянемо детальніше принципи побудови моделі для проведення віртуального експерименту. Суть моделювання об'єкта (або явища) полягає в проведенні на ЕОМ експерименту з моделлю, яка є деякою програмою, що описує поведінку елементів системи у процесі їх взаємодії один з одним і з зовнішнім середовищем.

Кожна модель будується за такими принципами:

1) повнота моделі. Модель повинна бути повною, щоб надавати експериментаторові різні набори характеристик;

2) змінність моделі. Модель повинна бути достатньо гнучкою, щоб існувала можливість відтворювання різних ситуацій;

3) модульність моделі. Модель повинна бути блоковою, тобто допускати можливість заміни, додавання і виключення деяких частин без переробки моделі;

4) адекватність моделі. Модель повинна допускати можливість вибору необхідної точності завдання її параметрів;

5) ефективність моделі. Модель повинна забезпечувати ефективно (за швидкодією) функціонування програми моделі, зручність роботи з нею.

При цьому модель повинна задовольняти таким вимогам:

- модель повинна бути достатньо простою (для оптимізації часу її створення);

- повинна забезпечувати можливість роботи моделі з банком даних системи;

- повинна забезпечувати можливість проведення цілеспрямованих експериментів з використанням дослідних даних для оцінки адекватності моделі;

- повинна допускати зміни системи, якщо результати моделювання істотно відрізняються від результатів фізичного експерименту [4].

Аналіз існуючих засобів моделювання і вирішуваних з його допомогою завдань дає підстави зробити висновок, що комплексне вирішення проблем побудови імітаційних систем можливо лише на основі єдиної формальної математичної схеми. При математичному описі складний об'єкт (система) представляється кінцевим числом елементів (об'єктів), між якими зберігаються зв'язки.

4. Схема розвитку і використання моделей під час створення нових технологій і агрегатів, що їх реалізують

На рис.1 зображено типи моделей і напрям їх розвитку на вказаних стадіях. Дослідницька модель I рівня є найпростішим математичним описом процесу (фізичного ефекту), що дає змогу виконати прогноз параметрів процесу і лабораторної установки. На основі результатів експериментальної перевірки і вивчення явища на установці модель I рівня розвивається в модель II рівня, за допомогою якої встановлюються параметри технології і конструкції досвідчено-промислової установки. Далі в результаті експериментальних досліджень на цій установці за допомогою моделі III рівня, отриманої на основі моделі II рівня, визначаються параметри технології і конструкції промислового агрегату. На останній стадії створення системи управління технологічним процесом і агрегатом, а також розробки і уточнення технології обслуговування агрегату виникає необхідність в імітаційній моделі, автоматизованому робочому місці технолога (АРМ інженера) і комплексі моделей для навчання, атестації і тренінгу обслуговуючого персоналу. Імітаційні моделі відрізняються від дослідницьких тим, що вони доповнені алгоритмами управління основним фізичним процесом і дають змогу імітувати дію різних методів управління на цей процес [5].

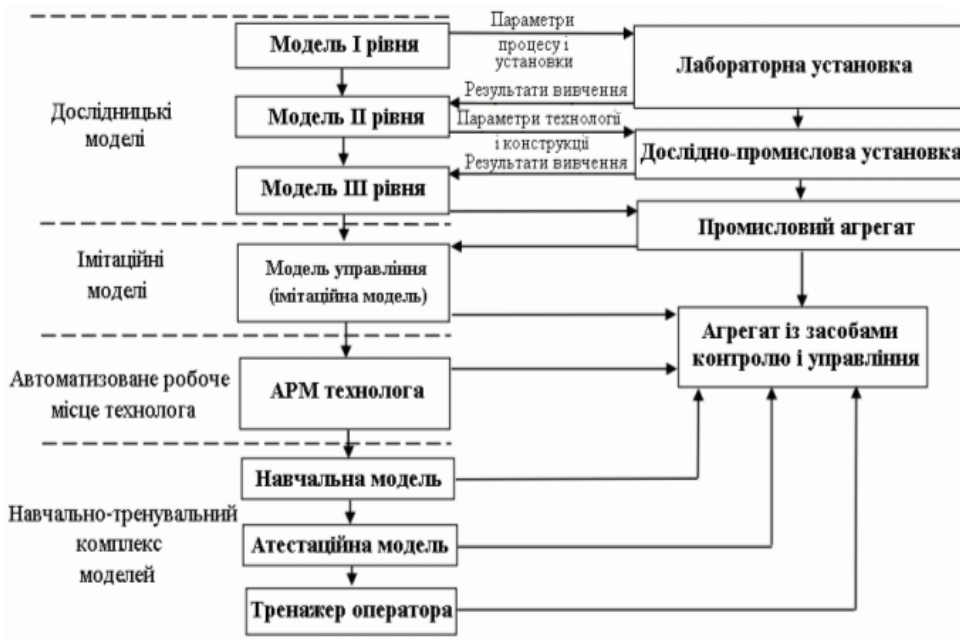


Рис. 1 – Типи і напрям розвитку моделей складних технічних об'єктів

5. Структура комп'ютеризованої системи контролю і тренажу (КСОТ)

В даний час авторами ведуться роботи зі створення навчально-тренувального комплексу моделей, а саме: навчальної, атестаційної моделей та тренажера оператора. Зв'язок між цими складовими можна

представити у вигляді комп'ютеризованої системи контролю і тренажу (рис.2).

Багатофункціональні КСОТ можна вважати найбільш перспективними системами, які містять гнучкі імітаційні моделі функціонування об'єкта, що вивчається, засновані на віртуальній реальності і такі, що володіють можливістю дії на них з боку оператора, мають «активний» довідковий матеріал, а також засоби контролю і формування професійних умінь і навичок, що сприяють підвищенню індивідуалізації та інтенсифікації процесу навчання [6].

Теоретичне і практичне навчання проводиться тут в єдиному середовищі із застосуванням одних і тих же засобів. Оператор, вивчаючи роботу системи автоматичного управління ГПА (САУ ГПА), звертається до довідкового матеріалу, представленого у вигляді алгоритмів функціонування ГПА. Після ознайомлення з відповідними матеріалами для кращого розуміння будови ГПА і режимів його роботи оператор запускає навчальну модель, що являє собою набір навчальних відео файлів, що в наочній формі зображають газоперекачувальний агрегат під час дії. Таким чином, оператор, навіть не бачивши раніше самого агрегату, будує в своїй уяві концептуальну модель даного об'єкта. Після перегляду навчальних відеоматеріалів працівник може звернутися до тренажера-оператора ГПА, що імітує панель управління САУ ГПА.

Навчальний тренажер являє собою мультимедійний анімаційний імітатор, призначений для імітації зміни станів фізичного обладнання (приладів, пристроїв) за різних умов, створюючи ілюзію дій з фізичною апаратурою. Основною їх особливістю є максимально повне відтворення зовнішнього вигляду фізичних пристроїв (передніх панелей, шкал, стрілок та інших елементів приладів відображення та реєстрації) і елементів управління ними (кнопок, тумблерів, перемикачів), а також рухи окремих елементів відповідно до дій користувача на основі створення анімаційних об'єктів і складних сцен.

Тут оператор може виконати деякі віртуальні дії (запустити агрегат, зупинити, перевести в режим холостого ходу і т.п), спостерігаючи при цьому значення основних параметрів і показників перекачування газу. Відтак оператор має можливість перейти до атестаційної моделі ГПА, що являє собою набір тестів для перевірки знань та навичок операторів САУ ГПА. У даній моделі створюються різні тренінгові сцени та ситуації, в яких оператор повинен швидко та правильно прийняти рішення. У випадку успішного проходження даного тестування видається відповідне повідомлення і результат тестування зберігається в базі даних. У цьому випадку оператор вважається готовим до роботи з реальним агрегатом.

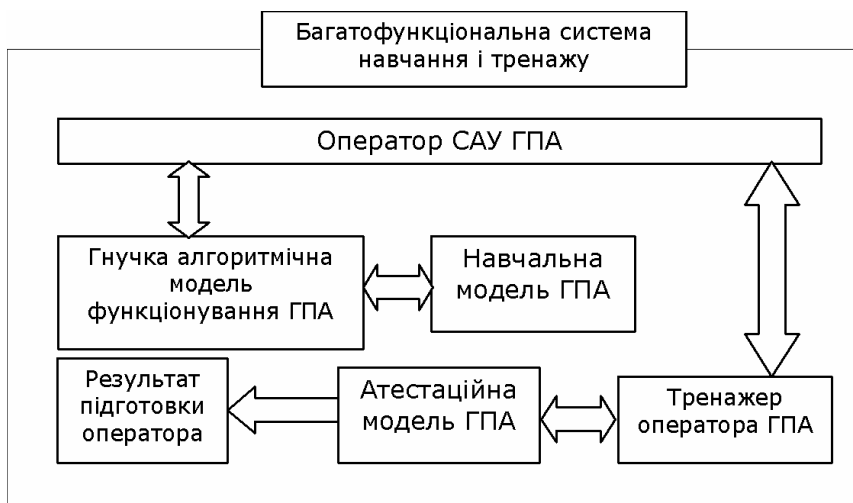


Рис. 2 – Структурна схема програмних засобів КСОТ

Висновки

Створення промислових тренажерів є дуже важливим завданням. Розвиток техніки, науки та інформаційних технологій уможливило створення віртуальних тренажерів складних технічних промислових об'єктів, максимально наближених до реальних об'єктів. Правильно побудована інформаційна модель забезпечує оператора вірогідною інформацією про об'єкт, що дає змогу в подальшому уникнути помилок під час експлуатації та управління складним технічним об'єктом.

У результаті досліджень алгоритмічних і технічних засобів складних технічних об'єктів створюються нові методи побудови тренажерних комплексів, засновані на системі структурного моделювання, що забезпечують віртуальне представлення необхідних ситуацій у вигляді, наближеному до природних форм.

На основі проведених досліджень, в процесі проектування буде створений пакет програмних засобів комп'ютерної системи навчання і тренажу операторів ГПА, що дасть змогу здійснити:

- ознайомлення з агрегатом, що вивчається;
- вивчення структури, принципів функціонування окремих систем і режимів роботи агрегата;
- відпрацювання управляючих дій режимами експлуатації агрегата і оцінки його технічного стану у випадку відхилення основних параметрів, від номінальних значень;
- автоматичний хронометраж, контроль результатів і протоколювання ходу відпрацювання завдань навчання, тренажу і атестації.

Література

1. Задачи инженерной психологи // http://www.sea-safety.ru/article/human_engineering/human_engineering21.htm.
2. Тимофеев В.А., Тулупов В.В. Система оценки деятельности оператора при дистанционном обучении на компьютерном тренажере. Сбо-

рник трудов 8-й Международной конференции “Образование и виртуальность-2004”. Харьков-Ялта: УАДО, 2004. – С.157-162.

3. Сав’юк Л.О., Матвієнко Р.М. Методологічні підходи до створення промислових тренажерів. Збірник праць Третьої Міжнародної конференції “Нові інформаційні технології в освіті для всіх: система електронної освіти”. – К., 2008. – С.218-230.

4. Яковенко В.П. Разработка математических моделей, комплексов программ и моделирующих стендов для систем обучения и тренировок операторов АСУ и ИУС. – Таганрог, 2006. – 178с.

5. Кабаков З.К., Кабаков П.З. Применение математического моделирования при освоении новых технологий и в образовании: Сборник трудов III общероссийской конференции “Новейшие технологические решения и оборудование”. – Кисловодськ, 2005. – С.85.

6. Нижегородов А.А., Романов О.В., Семенов В.В. Компьютерная система обучения и тренинга операторов сложных технических комплексов. Итоговый отчет НИР “Ковров-2002”. – Серпухов: ВИ РВ, 2003. – 72 с.

CREATION OF THE COMPUTERIZED CHECKING SYSTEM AND TRAINING OF OPERATORS OF GAS PUMPING-OVER AGGREGATES

L.M.Zamihovsky, R.M.Matvienco

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;

15, Karpatska Str., Ivano-Frankivsk, Ukraine, 76019

tel. +380 (3422) 4 21 23; e-mail: ktsu@au.nung.if.ua

The necessity creation of computer trainers is grounded for the pumping-over gas stations operators, industrial trainers’ setting and structure is described, types and direction of difficult technical objects models development are presented, the structure of the operators’ studies and training multi-function system is developed.

Keywords: *industrial trainer, operator, pumping-over gas stations informative model.*