

УДК 621.039.56; 681.3.015

Р.П. Абрамович¹, **А.О. Бальва**², канд. техн. наук,
В.Д. Самойлов², д-р техн. наук

¹ Науково-виробниче підприємство «АСОТ»
(Україна, 79034, Львів, вул. Навроцького, 33,
тел. +380509454370, e-mail: asot@asot.com.ua)

² Ін-т проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України
(Україна, 03164, Київ, вул. Генерала Наумова, 15,
тел. (044) 4249173, alla@balva.com; samoylov.vd@gmail.com)

Інтегрована технологія проектування комп'ютерних засобів сценарного типу підготовки фахівців для енергопідприємств

Представлено інтегровану технологію розробки комп'ютерних засобів сценарного типу для підготовки фахівців енергопідприємств. Технологія базована на сценарно-педагогічному методі проектування з використанням графічних специфікацій і реалізована в адаптованому мультимедійному пакеті Flash в якості конструктора засобів підготовки з метою залучення до процесу проектування спеціалістів галузі. Наведено приклади реалізації складових технологій для побудови систем сценарного типу підготовки персоналу енергопідприємств рівня розподільчих мереж.

К л ю ч о в і с л о в а: засоби підготовки персоналу, сценарій, ситуаційні тренажери, графічна специфікація, інтегрована технологія, енергопідприємство.

Для підвищення безпеки і надійності роботи енергопідприємств важливим фактором є забезпечення якості підготовки персоналу і підтримки її на високому професійному рівні. Важливість цього завдання зумовлена тим, що аварійні ситуації на об'єктах енергетики у 40% випадків (від загальної кількості аварій) виникають через низьку кваліфікацію працівників. Підвищення якості підготовки персоналу дозволить зменшити кількість аварій та порушень в роботі обладнання.

На даному етапі розвитку засобів комп'ютерної техніки домінує створення комп'ютерних систем підготовки персоналу з застосуванням інформаційних технологій для їх проектування. Питанню розробки комп'ютерних технологій для проектування систем підготовки персоналу присвячено багато досліджень [1—8].

© Р.П. Абрамович, А.О. Бальва, В.Д. Самойлов, 2018

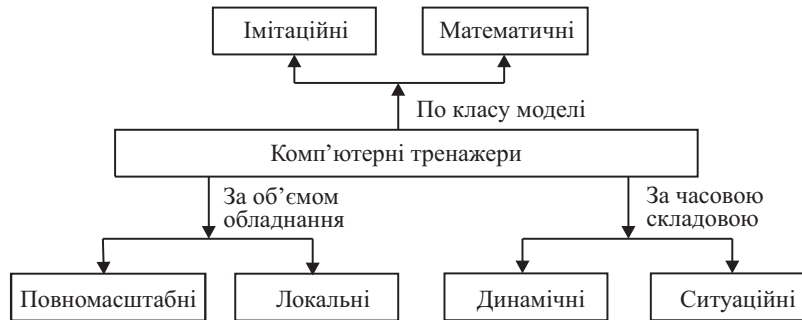


Рис. 1. Загальна класифікація ТС

Структури сценарного типу — це структури, які складаються з вузлів сценарію і переходів між ними. Вузол сценарію — це стан діалогу користувач—додаток з фіксованим фоновим малюнком сцени, набором на сцені елементів введення для взаємодії користувача з програмою і елементів виведення, які в загальному випадку керуються імітаційною або алгоритмічною моделлю функціонування вузла.

Для забезпечення якісної підготовки персоналу — диспетчерського, оперативного, допоміжного (ремонтний та обслуговуючий персонал, слюсарі та ін.) необхідно мати належний рівень теоретичних знань, вмінь та доведених до автоматизму навичок користування обладнанням. Вузівська підготовка, мультимедійні курси (МК), системи навчання і контролю знань (СНКЗ) забезпечують отримання теоретичних знань, тренажерні системи (ТС) — вмінь та навичок персоналу. Особливість розробки цих систем підготовки персоналу полягає в тому, що сценарії в СНКЗ розробляються з врахуванням рекомендацій психологів та педагогів, а до розробки ТС активно залучаються технологі, які є головною ланкою при проектуванні.

Системи навчання і контролю знань — це структури сценарного типу. Тип ТС, прийнятих до розгляду, визначаємо за класифікацією, наведеною на рис. 1. Моделі процесів і ситуацій на енергооб'єктах класифікуються за декількома ознаками, а саме: за об'ємом обладнання, що моделюється, за наявністю часової складової і реальністю відображення в часі.

Ситуаційний тренажер відтворює конкретні ситуації та переходи між ними. За об'ємом обладнання, що моделюється в основному в ситуаційному тренажері моделюється окрема закінчена ділянка технологічної системи. Сценарні тренажерні системи окрім сценарної складової містять модель об'єкта, яка забезпечує реакцію на дії персоналу, що тренується, і адекватність його дій реальній обстановці, а також надбудову до моделі для організації тренувального процесу і автоматичного оцінювання трена-

жерної діяльності. Ситуаційний тренажер може імітувати функціональне обладнання (імітаційні або логічні моделі), відображати роботу з інструментом і засобами індивідуального захисту.

Таким чином, локальні, імітаційні, ситуаційні тренажери сценарного типу можуть забезпечити високий рівень професіоналізму персоналу середньої ланки. На даний час розроблено якісні (в тій чи іншій мірі) сценарні засоби підготовки персоналу [1—3, 9]. Так, наприклад, для працівників середньої ланки енергопідприємств розроблено:

тренажерні системи «Тропа-1», «Каскад» та інші (обслуговування електроустановок) у вигляді мультимедійних ігор (АО «ГВЦ «Енергетика» (Росія)), але в них відсутні мережеві можливості, можливість гнучкого налаштування;

тренажер для відпрацювання порядку проведення комутаційних робіт на енергетичних об'єктах, побудований на новітньому програмному забезпеченні (розробник — компанія «Модус» [2]). Тренажер являє собою дворівневу структуру, перший рівень якої моделює порядок комутації, другий — послідовність операцій і дій. Для програмування застосовано вбудовану макромову. Компанія «Модус» розробила свою спеціалізовану об'єктно-орієнтовану графічну систему відображення електричних мереж;

комплекс «Дакар», призначений для розрахунку та аналізу усталених нормальних, граничних та післяаварійних режимів роботи електричних мереж напругою 0,4—1150 кВ; електромеханічних перехідних процесів (аналіз стійкості) електроенергетичних систем з врахуванням дії будь-яких пристроїв автоматики, реакції теплосилового обладнання електричних станцій;

комплекс ДС-ALPHA (розробник АО і ГВС «Енергетика») для підготовки оперативного персоналу енергосистеми на персональних комп'ютерах на базі локальних і регіональних розподільчих мереж та ін.

Застосування спеціалізованих пакетів для проектування передбачає конструювання засобів підготовки за допомогою власного програмного середовища, яке створюється безпосередньо розробниками (наприклад, МОДУС, КУРСОГРАФ, САПДИТ, УРОК та ін.), або адаптованих програмних середовищ (Authorware, Flash, Director, HyperMethod, ToolBook та ін.), які не є спеціалізованими засобами для створення тренажерів. Перевага використання мультимедійних пакетів — це приваблива можливість графічного відображення додатку. Використання графічних специфікацій моделей та зв'язків між окремими частинами моделей для різних категорій розробників дає змогу покращити взаємодію і узгодити описи на різних етапах проектування між ними та зацікавленими представниками різних рівнів управління енергетичним обладнанням.

Останнім часом в технологічних організаціях України, які займаються розробкою ТС (наприклад, ЛьвівОргрес), було приділено увагу створенню мультимедійних оболонок і зокрема використанню системи Authorware (AW). Система орієнтована на створення МК і СНКЗ (сценарні системи з текстовими і мультимедійними кадрами) [9]. Оболонка AW широко використовується завдяки ретельній проробці деталей та наявності функціональних можливостей (Web-курси, набір шаблонних рішень та ін.). Але в системі AW є суттєві недоліки, а саме:

AW не призначена для проектування ТС;

графічна специфікація AW не забезпечує в повному обсязі наочне і зрозуміле подання додатку, тому що вміст обчислюваних кадрів графічно не специфікується;

використання зовнішніх бібліотек у вигляді .dll файлів для реалізації додатку за допомогою AW потребує зовнішніх ресурсів програмістів;

відсутня технологія проектування на основі блочної і ієрархічної структуризації та ін.

На рис. 2 зображено загальну структуру розробленої системи підготовки персоналу сценарного типу, де вказано склад категорій розробників, споживачів системи, завдання, структури, методи і середовища реалізації. На даний час відсутня інтегрована технологія, яка б була зручним інструментом для розробки всіх категорій систем підготовки сценарного типу за участю спеціалістів галузі (наприклад, технологів, які добре обізнані у технологічних процесах) без залучення до цього процесу кваліфікованих програмістів, що є чинником зменшення витрат на проектування.

Рис. 3 свідчить про те, що для кожної із складових системи підготовки персоналу розроблені та використовуються свої технології проектування (наприклад, AW). Штриховими лініями означено пункти, які потребують розробки інтегрованої технології для всіх складових систем підготовки сценарного типу з використанням адаптованих сучасних мультимедійних пакетів.

Враховуючи наведені вище зауваження, детально розглянемо основні вимоги до інтегрованої технології проектування систем сценарного типу підготовки персоналу рівня Обленерго (зокрема тренажерних систем) і її складові. Перш за все технологія проектування повинна базуватися на єдиному підході для проектування сценарних структур, який можна розробити після детального аналізу процесу підготовки персоналу. Окрім того, необхідно створити можливості для залучення до процесу проектування широкого кола спеціалістів галузі без допомоги програмістів (що, в свою чергу, підвищить ефективність розробок). Такі можливості можна забезпечити, використовуючи графічні специфікації для складових техно-

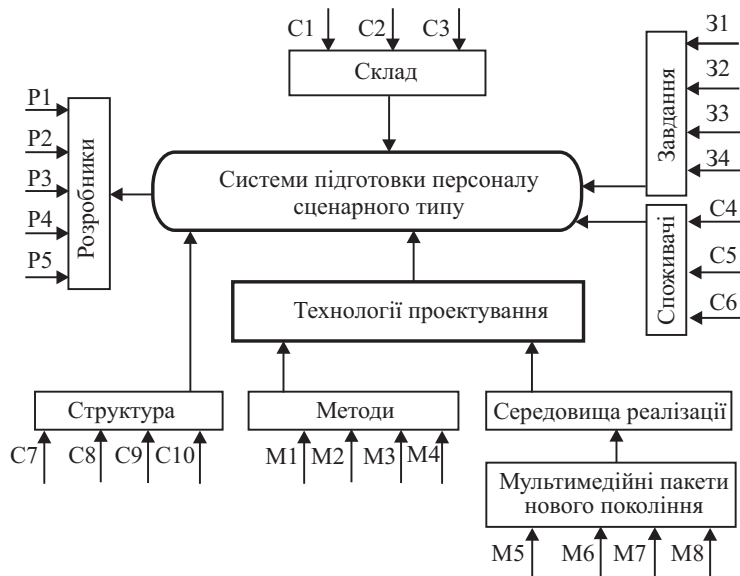


Рис. 2. Загальна структура систем сценарного типу для підготовки персоналу: P1 — технологи; P2 — персонал; P3 — програмісти; P4 — педагоги; P5 — психологи; C1 — МК; C2 — СНКЗ; C3 — ТС; C4 — оперативний персонал; C5 — обслуговуючий персонал; C6 — резерв; C7 — сцени; C8 — сценарії дій; C9 — база даних; C10 — система оцінки; 31 — навчання (знання, вміння, навички); 32 — контроль знань; 33 — контроль вмінь, навичок; 34 — підвищення кваліфікації; M1 — графічні специфікації; M2 — навігаційні моделі; M3 — моделі сцен; M4 — проблемно-орієнтовані блоки; M5 — мультимедійні вставки; M6 — інтернет-взаємодія; M7 — гафічні специфікації; M8 — стандартна реалізація

логії, а також інструмент проектування, а саме редактор зі зручним графічним інтерфейсом, який для освоювання і використання не потребує значних зусиль і витрат.

Існує два підходи: розробити новий редактор з новим інтерфейсом або використати і адаптувати до потреб розробника в якості редактора сучасний мультимедійний пакет. При застосуванні першого підходу труднощі полягають в тому, що створений новий інтерфейс зазвичай орієнтований тільки на його розробника, а не на широке коло споживачів, і потребує експертної оцінки і подальшого ітераційного доведення в процесі експлуатації. В умовах обмеженого фінансування другий підхід є більш доцільним та економічно обґрунтованим і відповідає сучасним вимогам до реалізації комп'ютерних технологій.

Аналіз структур. Як зазначено вище локальні ситуаційні тренажери є сценарно-моделюючими структурами, які мають сценарну складову та імітаційну, орієнтовану на моделювання об'єкту. Раніше при застосуванні імітаційно-технологічного або модельно-технологічного підходу до побу-

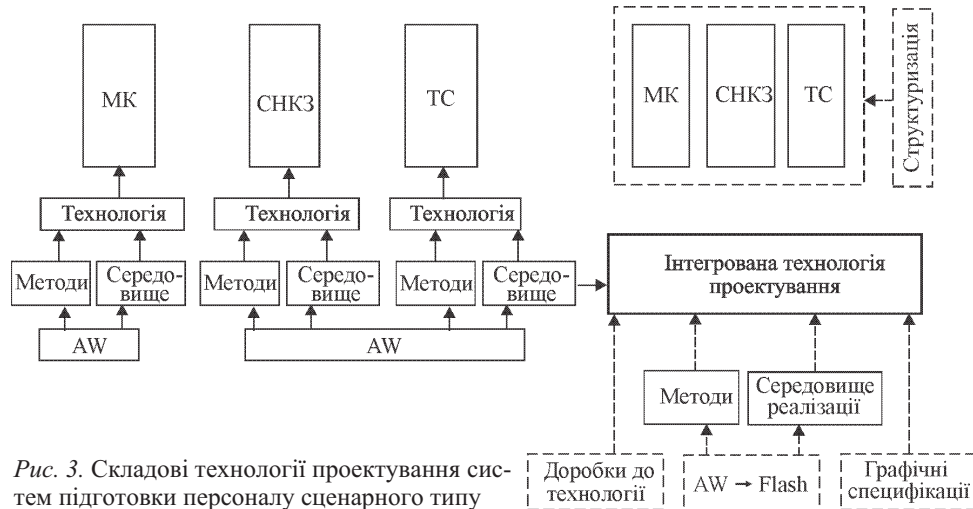


Рис. 3. Складові технології проектування систем підготовки персоналу сценарного типу

дови тренажер базувався на одній або майже одній загальній імітаційній моделі об'єкту. Імітаційно-технологічний метод має такі ознаки:

- наявність імітатора (моделі) об'єкту;
- функціонування сцен здійснюється по одній загальній моделі;
- супроводження оцінки тренувань проводиться інструктором;
- учбово-тренувальні заняття впроваджуються після створення імітатора.

Така технологія проектування потребує додаткової корекції кваліфікованими програмістами імітаційної частини, тому що (як показує досвід) практично неможливо на початкових стадіях розробки врахувати всі варіанти і особливості роботи на реальному об'єкті в усіх ситуаціях. Але для розробки локальних ситуаційних тренажерів не потрібно створювати загальні імітаційні моделі всієї структури. Достатньо розробити менш складні імітаційні моделі для кожного з вузлів структури, які можуть бути створені спеціалістами-технологами в середовищі конструктора зі зручним для користувача інтерфейсом.

Сценарна складова ситуаційного тренажеру — це складова, яка визначає систему взаємодії користувача з тренажером, тобто структуру діалогу, котрий вміщує в собі групу окремих елементів введення і переходів між ними. Функціонування тренажера забезпечується як моделлю сценарної складової, так і моделями вузлів сценарію (наприклад, моделлю комутаційної структури підстанції). Засоби, які забезпечують комп'ютерну організацію учбового процесу, є сценаріями з інтерфейсом, вони визначаються з урахуванням психолого-педагогічних вимог.

Інтегрована технологія проектування програм сценарного типу, в тому числі засобів навчання, містить в собі:

- метод проектування;
- графічні специфікації окремих складових сценарної структури;
- моделювання навігаційного процесу по сценарію структури;
- імітаційні моделі вузлів;

адаптований мультимедійний пакет в якості конструктора з такими можливостями:

- мультимедіні вставкі;
- тиражування в мережі Internet;
- функціонування додатку в середовищі пакету;
- комфортний час відгуку на дії користувача.

Підсумовуючи викладене, візуальну технологію проектування засобів навчання сценарного типу можна визначити як реалізацію силами широкого кола спеціалістів галузі сценарно-педагогічного методу в візуальному середовищі конструктора на основі сучасного інтегрованого мультимедійного пакету з дружнім інтерфейсом, який забезпечує розробку і використання графічного опису всіх складових систем на основі уніфікованих графічних нотацій, проблемно-орієнтованих блоків, мультимедійних вставок і широкого тиражування в мережі Internet.

Сценарно-педагогічний метод проектування. Для систем підготовки сценарного типу розроблено і пропонується для використання в науково-технологічних організаціях метод (сценарно-педагогічний), який дасть змогу розробляти тренажерні засоби безпосередньо за участю фахівців галузі. Виходячи із затверджених регламентом загальних вимог до організації роботи на енергетичних об'єктах (згідно посадових інструкцій фахівців) сценарно-педагогічний метод можна визначити як спосіб розробки сценарно-моделюючої структури (СМС) додатку на основі планів дій користувача, визначених його посадовими інструкціями.

Таким чином, базові принципи запропонованого методу наступні: від посадових інструкцій через плани дій до СМС. Обов'язкові вимоги при використанні методу:

- моделі об'єктів розподілені між сценами;
- наявність графічних специфікацій складових (план дій, СМС).

Побудова сценарних засобів підготовки у вигляді СМС з використанням сценарно-педагогічного методу містить в собі:

- формування сцен і системи навігації по сценам;
- побудову моделі сцен з окремих готових компонентів;
- розробку графічних моделей;

створення і можливість корекції бібліотеки проблемно-орієнтованих компонентів.

Розробники одержують з об'єкту інформацію і списки тренувань на основі посадових інструкцій. Ця інформація є вхідною для створення систем. Розробки супроводжуються графічними специфікаціями як сценарної складової, так і імітаційної частини.

Комп'ютерна підтримка методу. При реалізації методу і створенні інтегрованої технології проектування тренажерних систем на його основі необхідно забезпечити наступне.

Для реалізації сценаріїв:

структуризацію навчального процесу, навчальних засобів, суб'єктів навчання, суб'єктів управління навчальним процесом;

поетапну специфікацію графічного представлення сценарію;

покрокове управління логікою сценарію від користувача;

комфортний час відгуку на дії користувача при комп'ютерній реалізації;

роботу з базою даних, яка враховує і підтримує структуризацію навчального середовища.

Для реалізації моделей:

специфікацію моделі у вигляді блокової структури з бібліотечних типових і проблемно-орієнтованих блоків, пов'язаних причинно-наслідковими зв'язками;

роботу динамічних моделей в реальному часі;

доступ користувача до моделі через сценарій організації навчального процесу;

виведення результатів моделювання на навчально інформаційну модель відображення навчально-робочої обстановки;

можливість доповнення моделі функціонування об'єкту моделлю оцінювання ситуації, моделлю інструктора та ін.

Для розробки графічних специфікацій необхідно обрати інструмент, який забезпечить:

повне документування програм для можливості, в разі потреби, змінювати їх розробника без значних зусиль і втрати якості програми;

єдину мову взаємодії між розробниками, замовниками, системними аналітиками та іншими учасниками розробки проекту;

широку стандартизацію, тобто максимальне використання загально-вживаних і загальновідомих мов специфікації.

Інструментом для розробки графічних моделей обрано Unified Modeling Language (UML), яка є мовою візуального моделювання, призначена для специфікації, візуалізації і документування систем і бізнес-процесів під час їх проектування і розробки. UML належить до CASE-концепції автоматизованої розробки програмного забезпечення [10]. В рамках мови

UML всі уявлення про модель складної системи фіксуються у вигляді спеціальних графічних конструкцій, що дістали назву діаграм [10]. Один з типів діаграм — діаграми поведінки (Behavior Diagram). Далі для побудови графічних моделей структур, що розглядаються, будемо використовувати уніфіковані і стандартизовані графічні нотації діаграм поведінки мови UML.

Основні принципи технології побудови графічних моделей додатків сценарного типу:

графічна модель — це графічне подання сценарно-імітаційної структури (вузлів сценарію і переходів між ними);

ієрархічність подання графічної моделі сценарію;

побудова графічної структури на базі графічних нотацій стандартних елементів.

На етапі швидкого розвитку інформаційних технологій процес створення графічних моделей неможливо уявити без його автоматизації, тому дуже важливим є вибір найбільш ефективного і зручного для користувача автоматизованого пакету, адаптованого під вітчизняне мовне середовище. В процесі досліджень було розглянуто і проаналізовано сучасні пакети візуального проектування BPWin, EA (Enterprise Architector 7.5), Visio-2010, AW (Authorware 6.0), Flash (Adobe Flash CS5,5), в яких можливе використання графічних нотацій мови UML. Пакети дозволяють створювати графічні моделі всіх складових систем підготовки згідно сценарно-моделюючого методу — плани дій, загальних структур систем, сценаріїв тренувань та ін. Побудову графічних моделей складових систем навчання сценарного типу в пакетах BPWin, EA (Enterprise Architector 7.5), Visio-10, AW (Authorware 6.0), Flash (Adobe Flash CS5,5) детально розглянуто в [4—6].

На рис. 4 зображена діаграма варіантів використання тренажеру підстанції, а в табл. 1 наведено графічні елементи, використані в діаграмі, і відношення між ними.

В якості суб'єкту використання виступає Учень. Кожний варіант використання для Учня — це закінчений фрагмент поведінки системи (з точки зору Учня). На рис. 4 між Учнями і варіантами використання здійснюється відношення ненаправленої асоціації для позначення взаємодії між ними. Відношення використання визначає той факт, що деякий варіант використання вміщує в собі поведінку, визначену в іншому варіанті використання. Наприклад, на рис. 4 варіант використання «Виконати навчання» вміщує в собі варіант використання «Перевірити особу Учня».

Для зв'язку між суб'єктом «Тренажер підстанції» і зовнішніми суб'єктами, які надають інформацію про Учня, необхідно розробити відповідні інтерфейси. В пакетах BPWin, EA, Visio передбачено використання гра-

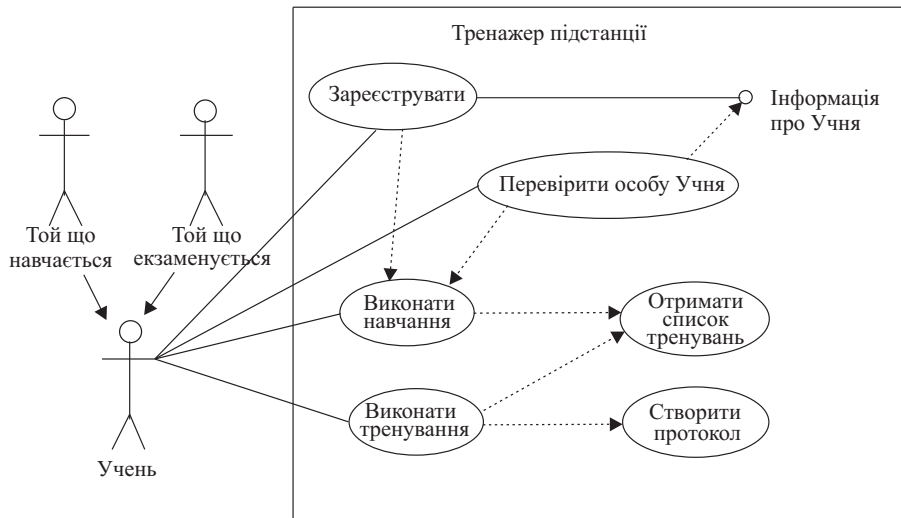


Рис. 4. Діаграма варіантів використання

фічних нотацій мови UML, але для реалізації додатків на базі створених графічних моделей необхідна розробка зовнішніх програм виконання у вигляді .dll файлів за допомогою кваліфікованих програмістів, що унеможливує без їх допомоги розробку систем фахівцями галузі.

До основних переваг пакету Flash в порівнянні з іншими (наприклад, пакетом AW) слід віднести:

- включення та використання графічного мультимедійного контенту з можливістю використання різних форматів;
- інтерактивний режим побудови додатку;
- реалізацію додатку в середовищі пакету без залучення зовнішніх бібліотек;

Таблиця 1

Тип графічного елементу	Нотація
Варіант використання	
Актор за умовчанням	
Використання	<uses>
Інтерфейс	
Асоціація ненаправлена	

можливість тиражування як в локальній мережі, так і в мережі Internet; підкачку інформації з мережі Internet для забезпечення її швидкої обробки і передачі;

поповнення бази проблемно-орієнтованих елементів;

дружній графічний інтерфейс реалізації Flash-платформи [11].





Недоліком технології Flash є те, що вона не була розрахована на клас споживачів, технологів або експлуатаційного персоналу енергопідприємств, для створення систем підготовки персоналу (наявність розробок даної тематики, систем-прототипів відсутні), а також не використовувалась для побудови графічних моделей означеного класу об'єктів. Але цей недолік можна легко подолати, використовуючи графічні нотації мови UML в середовищі адаптованого пакету Flash як конструктора тренажерів, впроваджуючи розробки необхідних проблемно-орієнтованих компонентів та детальну технологію проектування і адаптації вже створених додатків силами спеціалістів галузі за допомогою меню користувача пакету.

Для побудови засобів підготовки обрано пакет Adobe Flash Professional фірми Adobe. Детальний опис пакету і його інтерфейсу є в роботі [11].

Реалізація складових інтегрованої технології проектування сценарних структур містить в собі графічну специфікацію всіх складових структури, реалізацію навігаційного процесу по структурі сценарію і реалізацію імітаційної моделі вузлів структури. Графічне відображення окремих елементів структури сценарію в пакеті Flash можна розробити за допомогою панелі Інструментів (табл. 2) або імпортуванням окремих елементів в Бібліотеку елементів.

Для графічної моделі навігаційного процесу графічна модель будь-якого підсценарію (Псц) складається з графічних моделей сцен, переходів і підсценаріїв. Сцену в графічній моделі може бути подано як стандартну нотацію елемента мови UML — діаграму «станів», а навігаційний перехід — як елемент «перехід» цього типу діаграм, які занесені у Бібліотеку елементів.

Таблиця 2

Стереотип	Стандартний символ	Опис стереотипу	Графічне зображення
Сцена	Стан	Визначає одну сцену, з якою взаємодіє користувач	
Підсцена	Складений стан	Визначає набір сцен, пов'язаний переходами	
Перехід	Перехід	Визначає перехід з однієї сцени на другу	
Точка входу	Початковий стан	Визначає точку входу в підсценарій	

тів [6]. Назву сцени (Сц) вказано на елементі, а ім'я навігаційної кнопки (Кн), при натисненні на яку відбувається перехід за заданим сценарієм, — на елементі «перехід».

В середовищі стандартного пакету Flash реалізовано елементи типу «кнопка». Але для реалізації процесу навігації по сценарію енергетичної структури розроблено авторські кнопки, які більше відповідають елементам керування на енергетичних об'єктах і звичні для користувача. Графічна модель авторської кнопки це піктограма пакету Flash, а обробник натискання кнопки, розроблений мовою Action Script, однаковий для всіх кнопок цього типу і не потребує корекції при зміні властивостей кнопки. Перехід від однієї сцени до іншої відповідно до дій користувача, тобто реалізація процесу навігації по сценарній структурі, здійснюється програвачем пакету за допомогою використання кадрів Часової шкали — одиниць стану на Часовій шкалі, сформованих за графічними моделями, і забезпечується наданням сценам і кнопкам певних унікальних імен [6].

Імітаційні моделі вузлів (наприклад, модель комутаційної структури (КС) підстанції) можуть бути розроблені і використовуватись в пакеті, як проблемно-орієнтовані блоки. При розробці моделей КС підстанцій важливим є досягнення комфортного часу відгуку на дії користувача при натисненні на елементи управління. Час відгуку залежить від часу обчислення моделі, тому для його скорочення модернізовано методи розрахунку напруг і токів у вузлах типової комутаційної структури. Методи детально описано і проаналізовано в роботах [7, 8].

Аналізуючи властивості пакету Flash, можна зробити такі зауваження. Враховуючи, що інтерфейс пакету Adobe Flash Professional CS5.5 відносно легкий для освоєння розробниками і зручний для використання, доцільно і економічно обґрунтовано його використання в якості конструктора тренажерів.

При створенні технології проектування для фахівців галузі без допомоги програмістів потрібно розробити невелику структуру з набором типових елементів і завантажувати її до початку проектування нового додатку або корекції існуючого. Ця структура вміщує в собі графічну специфікацію типового додатку сценарного типу, структурованого на Сц і Псц, з мінімальним набором графічних специфікацій елементів і програмою обробки додатково створених і введених проблемно-орієнтованих елементів (наприклад, навігаційних кнопок), і реалізується програвачем пакету Flash. Така організація дає змогу працівникам галузі розробляти додатки за допомогою простого копіювання і корегування елементів. При проектуванні нового додатку розробник, фахівець галузі, тільки змінює на Часовій шкалі пакету кількість елементів структури і їх властивості. Програвач пакету виконує управління процесом навігації по додатку та управління

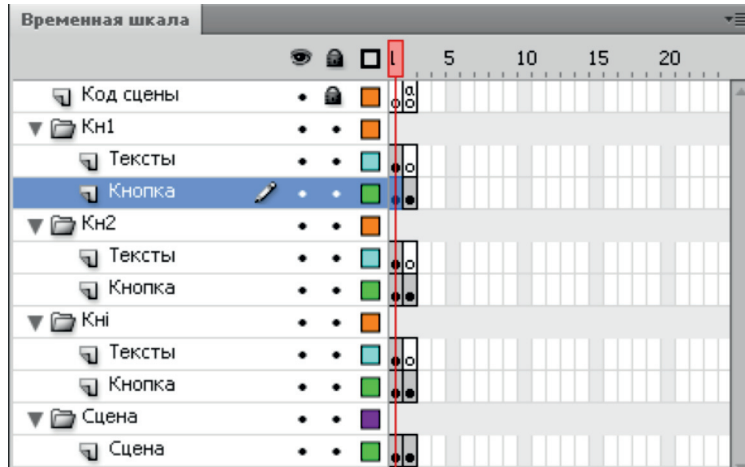


Рис. 5. Часова шкала символів сцени

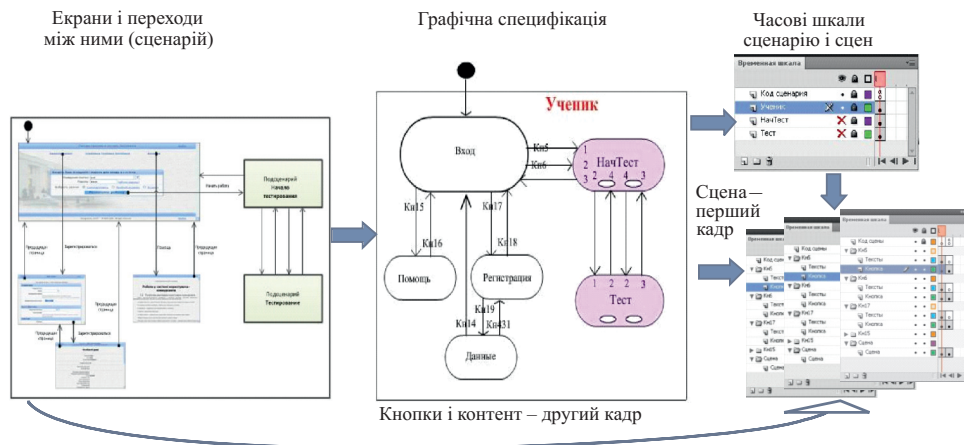


Рис. 6. Навігаційна структура сценарію

функціонуванням моделей вузлів. Таким чином, розробник при проектуванні чи адаптації додатку до нового об'єкту виступає тільки як наповнювач контенту та дизайнер і не потребує допомоги програмістів.

Розроблено детальну технологію побудови навігаційної структури в середовищі пакету Flash. На рис. 5 наведено Часову шкалу сцени, на якій розташовано три кнопки для переходів по структурі, а на рис. 6 — навігаційну структуру по сценарію підсистеми Учень системи навчання і контролю знань. На рис. 5 на перших кадрах Часової шкали (залежно від

обраного рівня) розміщено елементи символів сцени: власне сцени — рівень «Сцена», переходів — рівні «Кнопка» і рівні «Тексти», а на інших кадрах — реальні елементи сцен і навігаційних кнопок на сценах.

Результати проведених досліджень впроваджено і передано в галузеву технологічну організацію ЛьвівОргрес. На базі отриманих результатів розроблено тренажер оперативних переключень для енергопідприємств галузі, який успішно експлуатується на 15 підприємствах.

Висновки

Запропонована технологія дає змогу в адаптованому редакторі розробити і використати наочне графічне зображення складових додатків для створення і розповсюдження в корпоративних мережах комп'ютерних засобів сценарного типу підготовки фахівців, відмовитись від мов програмування і в кінцевому результаті забезпечує галузевого спеціаліста в умовах енергопідприємств інструментарієм масового проектування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Самойлов В.Д.* Модельное конструирование компьютерных приложений. Киев: Наук. думка, 2007. 198 с.
2. *Компания МОДУС* [Электронный ресурс]—Режим доступа: <http://www.swman.ru/>.
3. *Щебнев В.С., Ильченко А.Г., Токов А.Ю. и др.* Компьютерные технологии в системе подготовки оперативного персонала ТЭС и АЭС//Вест. ИГЭУ. 2007, Вып. 2, с. 10—14.
4. *Бальва А.А., Самойлов В.Д.* Формализация описания компьютерных приложений на базе графических нотаций //Электрон. моделирование. 2011, **33**, №5, с. 43—56.
5. *Бальва А.А., Самойлов В.Д., Максименко Е.А.* Структура и технология построения графической модели приложения сценарного типа // Зб. наук. праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. Вип.68. Київ, 2013, с. 3—11.
6. *Абрамович Р.П., Бальва А.А., В Самойлов В.Д.* Построение модели навигации для компьютерных тренажеров и приложений сценарного типа //Электрон. моделирование. 2014, **36**, № 1, с. 97—103.
7. *Винничук С.Д., Самойлов В.Д.* Определение токов в коммутационных структурах электроэнергетических сетей с древовидной структурой графа // Там же. 2015, **37**, № 5, с. 89—104.
8. *Самойлов В.Д., Винничук С.Д., Абрамович Р.П.* Метод подъема токов нагрузок к узлу ввода для расчета энергетических распределительных сетей // Там же. 2015, **37**, № 6, с. 83—97.
9. *Самойлов В.Д., Нетлюх О.П.* Построение ситуационных тренажеров средствами AUTHORWARE // Зб. наук. праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова. Вип. 62. Київ, 2012, с. 109—117.
10. *Леоненков А.* Самоучитель UML 2. СПб: БХВ-Петербург, 2007. 576 с.
11. *Adobe Flash CS5.* Официальный учебный курс. М.: Эксмо, 2011. 448 с.

Отримано 05.12.17;
після доопрацювання 04.01.18

REFERENCES

1. Samoilov, V.D. (2007), *Modelnoye konstruirovaniye kompyuternykh prilozheniy* [Model design of computer applications], Naukova dumka, Kyiv, Ukraine.
2. MODUS company, available at: <http://www.swman.ru/>.
3. Shchebnev, V.S., Ilchenko, A.G., Tokov, A.Yu. et al. (2007), "Computer technologies in the system of training operational personnel of TPP and NPP", *Vestnik of Ivanovo Gosudarstvennogo energeticheskogo Universiteta*, Vol. 2, pp.10-14.
4. Balva, A.A. and Samoilov, V.D. (2011), "Formalization of the description of computer applications on the basis of graphic notations," *Elektronnoe modelirovanie*, Vol. 33, no. 5, pp. 43-56.
5. Balva, A.A., Samoilov, V.D. and Maksimenko, E.A. (2013), "The structure and technology of constructing a graphical model of a scenario-type application", *Zbirnyk naukovykh prats IPME NAN Ukrainy im. G.E. Pukhova*, Vol. 68, pp. 3-11.
6. Abramovych, R.P., Balva, A.A. and Samoilov, V.D. (2014), "Development of navigation model for computer simulators and scenario-type applications", *Elektronnoe modelirovanie*, Vol. 36, no. 1, pp. 97-103.
7. Vynnychuk, S.D. and Samoilov, V.D. (2015), "Determination of currents in commutative structure of the electricity networks with a tree structure graph", *Elektronnoe modelirovanie*, Vol. 37, no. 5, pp. 89-104.
8. Samoilov, V.D., Vynnychuk, S.D. and Abramovych, R.P. (2015), "The method of lifting the load currents to input node to calculate the energy distribution networks", *Elektronnoe modelirovanie*, Vol. 37, no. 6, pp. 83-97.
9. Samoilov, V.D. and Netlyukh, O.P. (2012), "Constructing situational simulators using AUTHORWARE", *Zbirnyk naukovykh prats IPME NAN Ukrainy im. G.E. Pukhova*, Vol. 62, pp. 109-117.
10. Leonenkov, A. (2007), *Samouchitel UML 2* [UML 2 Tutorial], BHV, St. Petersburg, Russia.
11. Adobe Flash CS5. (2011), *Ofitsialny uchebnyi kurs* [Official training course], Eksmo, Moscow, Russia.

Received 05.12.17;
after revision 04.01.18

Р.П. Абрамович, А.А. Бальва, В.Д. Самойлов

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
КОМПЬЮТЕРНЫХ СРЕДСТВ СЦЕНАРНОГО ТИПА
ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ЭНЕРГОПРЕДПРИЯТИЙ

Представлена интегрированная технология разработки компьютерных средств сценарного типа для подготовки специалистов энергопредприятий. Технология основана на сценарно-педагогическом методе проектирования с использованием графических спецификаций и реализована в адаптированном мультимедийном пакете Flash в качестве конструктора средств подготовки с целью привлечения к процессу проектирования специалистов отрасли. Приведены примеры реализации составляющих технологии для построения систем сценарного типа подготовки персонала энергопредприятий уровня распределительных сетей.

К л ю ч е в ы е с л о в а: средства подготовки персонала, сценарий, ситуационные тренажеры, графическая спецификация, интегрированная технология, энергопредприятие.

R.P. Abramovych, A.A. Balva, V.D. Samoilo

INTEGRATED TECHNOLOGY FOR DESIGNING
COMPUTER-AIDED SCENARIO TYPE SOFTWARE USED
FOR TRAINING PERSONNEL OF ENERGY INDUSTRY

An integrated technology for development of computer-aided software aimed at training energy industry personnel is presented. This technology, based on a scenario-pedagogical design method with the use of graphic specifications, is implemented in the adapted FLASH multimedia package as a construction set in order to involve industry specialists into the design process. Examples of technology components implementation in construction of training scenario type systems for personnel of distribution energy companies are presented.

Key words: computer-aided training software, scenario, situational training simulators, graphical specification, computer-integrated technology, energy company.

АБРАМОВИЧ Роман Петрович, директор ТОВ НВП «АСОТ». В 2007 р. закінчив Національний університет «Львівська політехніка». Область наукових досліджень — технологія моделювання при створенні тренажерів, підготовка персоналу в енергетиці.

БАЛЬВА Алла Олександрівна, канд. техн. наук, ст. наук. співроб. відділу імітаційного моделювання Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. В 1968 р. закінчила Київський політехнічний ін-т. Область наукових досліджень — комп'ютерні технології моделювання, тренажери, професіональна діагностика в енергетиці.

САМОЙЛОВ Віктор Дмитрович, д-р техн. наук, професор, гол. наук. співроб. Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. В 1960 р. закінчив Українську академію сільськогосподарських наук. Область наукових досліджень — комп'ютерні технології моделювання, тренажери, професіональна діагностика в енергетиці.