

## РОЗРОБКА МОДЕЛЮЮЧОГО ТА ІНФОРМАЦІЙНО-СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ (МСЦ) ДЛЯ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ

О.О. Чепцов, О.М. Беляєв  
Донецький національний технічний університет  
шахта „Південно-Донбаська №3”

*У статті, в якості засобу систематизованої цілеспрямованої модельної підтримки та супроводження задач проектування, автоматизації, а також оперативного керування та контролю елементів вугільних шахт, пропонується розробка проблемно-орієнтованого моделюючого та сервісного центру, розглядаються основні задачі та пропонується системна організація модельних компонентів.*

### **Введення**

Моделювання, як метод дослідження динамічних систем різноманітних предметних галузей, набуває в останній час нову функціональну якість – математичні моделі та алгоритми вирішення в усе зростаючій мірі використовуються як для забезпечення необхідної якості моделювання, так і для керування технологічними процесами, виробництвами та технологічними об'єктами, шляхом їх сумісного застосування з іншими засобами у формі симуляторів [1].

Базова предметна область моделюючого сервісного центру (вугільна промисловість) є суттєвою складовою вітчизняної економіки, основні технологічні напрямки якої (аерогазодинамічний контроль, керування поверхневим та підземним технічним комплексом, конвеєрний транспорт, енергетична система, провітрювання) гостро потребують нові методи і засоби аналізу, контролю та оперативного керування об'єктами, критичними за умовами безпеки, з метою забезпечення планової продуктивності та недопущення аварійних ситуацій. Задача цілеспрямованої розробки програмно-апаратних засобів модельної підтримки та супроводження технологічних та автоматизованих процесів і об'єктів базової предметної області, а також для інших предметних галузей, має велике наукове-технічне значення для забезпечення їх безперебійного функціонування та контролю.

## **Ідея розробки та вимоги до МСЦ**

Поняття динамічної системи та її властивостей дозволяє абстрагуватися від конкретних фізичних процесів, які протікають в предметних областях, що обумовлює розробку моделюючого сервісного центру з універсальних позицій, але орієнтовано на методи модельної підтримки та аналізу динамічних систем, що характеризують задану предметну область. У якості технології подолання складності аналізу та контролю динамічних систем шляхом організації засобів модельної підтримки та супроводження технологічних процесів та об'єктів, наявних у предметних областях, було запропоновано розробку проблемно-орієнтованого **моделюючого та сервісного центру (МСЦ)** з метою теоретичного обґрунтування та розробки методик, експериментальної апробації та тестування в умовах базової предметної області системної організації та алгоритмів функціонування засобів моделювання в формі розподіленого інформаційно-обчислювального та моделюючого середовища, що налаштовується на задану предметну область на рівні алгоритмів функціонування [2]. Таким чином, запропонований МСЦ є принципово новим інструментом методичної системної і алгоритмічної організації засобів і методів моделювання складних динамічних систем предметних областей.

Досвід створення систем модельної підтримки гірничотехнічних завдань і використання засобів інформаційно-технічної підтримки шахтних автоматизованих систем показує, що МСЦ, який пропонується, повинен задовольняти наступним вимогам: дружня до користувача інтерактивна підготовка чисельних і графічних даних; інтеграція з функціонуючими шахтними інформаційними системами шляхом декомпозиції й об'єднання модельних рішень для відповідних інженерних засобів; відповідність моделей та симуляторів специфікаціям предметної області з адекватним технологічному процесу, легко досліджуванім ходом процесу моделювання, та результатами, що мають практичну цінність для спеціалістів вуглевидобувної галузі; практична відповідність моделей та симуляторів реальним технологічним умовам, а також можливість їх розширення на різні виробничі рівні; забезпечення реалістичних прогнозів можливого стану технологічних процесів і систем; реалізація тренажерних симуляторів для навчання й тестування спеціалістів предметної області; здатність ресурсів МСЦ до адаптації до гірничотехнічних умов конкретних шахтних об'єктів на рівні

алгоритмів; можливість використання паралельних обчислювальних ресурсів для функціонально складних моделей; системотехнічна організація МСЦ у якості розподіленої обчислювальної системи з використанням сучасних інформаційних технологій.

### **Організаційна структура моделей та симуляторів МСЦ**

Основною метою розробки моделюючого та інформаційно-сервісного центру являється розробка на основі базового означення динамічної системи універсального алгоритму розробки та подальшого використання моделей та симуляторів, який є методологічно єдиним для різних предметних галузей, але ж у той же час орієнтований на специфіку кожної з них.

В залежності від рівня впровадження, моделі та симулятори, що належать розробці, було запропоновано [3] підпорядкувати наступним шести функціональним рівням (**HE**): рівень фізичних процесів (**HE<sub>1</sub>**), рівень виробничих ділянок (**HE<sub>2</sub>**), рівень обслуговування виробничих ділянок (**HE<sub>3</sub>**), виробничо-технологічний рівень (**HE<sub>4</sub>**), рівень систем керування та контролю підприємством (**HE<sub>5</sub>**), управлінський рівень (**HE<sub>6</sub>**).

Кожна з модельних компонентів може бути представлена в вигляді **IJ(K)**об'єкта (де **I**-функціональний рівень, **J**-технологічний рівень, до яких належить даний компонент, **K**-номер об'єкта чи процесу в рамках даного функціонального та технологічного рівня), що володіє горизонтальними зв'язками (при **I=const**), які реалізуються з використанням функціонально-топологічних технологій, та вертикальними зв'язками (при **J=const**), які реалізуються шляхом агрегації, спадкування та повторного використання об'єктів.

В якості технології підтримки задач гірничотехнічної безпеки та вентиляції, які є предметом наукових досліджень ДонНТУ, даної структури повинні бути підпорядковані наступні аерогазодинамічні моделі: **11(1)**–модель лави, **11(2)**–модель штреку с розподіленими параметрами, **11(3)**–модель відпрацьованого простору, **11(4)**–модель стволів, **11(5)**–модель дегазації лави, **11(6)**–модель вентиляційних шлюзів, **21(1)**–модель схеми провітрювання ділянки вуглевидобутку, **21(2)**–модель автоматизованих систем схем провітрювання ділянок вуглевидобутку, **21(3)**–модель місцевого провітрювання, **21(4)**–прогнозна модель аерогазодинамічної ситуації, **31(1)**–модель системи багатомірних регуляторів, **31(2)**–модель групових регуляторів, **31(3)**–модель шлюзових регуляторів, **41(1)**–модель вентиляторів головного провітрювання, **41(2)**–модель шахтних

вентиляційних систем як об'єктів з розподіленими параметрами, **41(3)**–модель шахтних вентиляційних систем як об'єктів з зосередженими параметрами, **41(4)**–уніфікована модель автоматизації шахтних вентиляційних систем, **41(5)**–модель реверсування шахтних вентиляційних систем, **41(6)**–модельно-підтримуваний план ліквідації аварійних ситуацій.

Крім того, пропонується розробка тренувальних модельних симуляторів **51(1)** для служб шахтної безпеки, а також засобів модельної підтримки перевірки стану шахтної вентиляційної системи **51(2)**. Представлені моделі пропонується розробляти в двох варіантах – послідовному і паралельному. На основі запропонованих моделей та симуляторів було виділено основні задачі вугільної промисловості, які належать реалізації МСЦ, що проектується, із використанням специфікованих компонентів модельної ієрархії МСЦ.

### **Системна організація апаратних та програмних ресурсів МСЦ**

Виходячи зі сформульованих вимог у якості базової системної архітектури при розробці МСЦ пропонується використати *архітектуру розподілених систем*.

Організаційну основу територіально-розподіленої системної архітектури для МСЦ становлять: локальні авторизовані користувачі, що використовують сервісні послуги, що надаються МСЦ; науково-дослідні інститути, що спеціалізуються в тій предметній області, у якій функціонує МСЦ; академічні партнери МСЦ, що приймають участь у розробці, а також при необхідності оперативно надають свої понадпродутивні обчислювальні ресурси в рамках попередньої домовленості; експертні установи, що спеціалізуються на заданій предметній області. Базовим вузлом у структурі апаратних засобів МСЦ є головний сервер, що зосереджує головну частину обчислювальних ресурсів та функціонує на базі обчислювальних ресурсів ДонНТУ. Він повинен забезпечувати авторизацію, інформаційну й технічну підтримку клієнтів, що підключаються до нього, надавати їм доступ до компонентів модельної ієрархії, а також забезпечувати своєчасне і якісне виконання завдань моделювання ієрархії моделей та симуляторів МСЦ й, при необхідності, обробку та аналіз отриманих в процесі моделювання результатів. Клієнти МСЦ одержують доступ до ресурсів МСЦ-сервера через об'єднання своїх ЛОМ, з використанням Internet-з'єднання. З метою досягнення максимальної продуктивності підчас модельного супроводження критичних за умовами

безпеки технологічних процесів та об'єктів у роботі було запропоновано використання понадпродуктивних обчислювальних ресурсів, до яких можна віднести обчислювальні потужності ДонНТУ (MIMD-кластери із сучасними технологічними комп'ютерами, MIMD-обчислювальний комплекс Paragon), а також академічних партнерів даного проекту (понадпродуктивний комп'ютерний обчислювальний центр NEC-SX8 - Штутгартський університет, 512-процесорний кластер з високошвидкісною комутаційною системою CLiC - Хемніцький технічний університет, а також набір кластерів, що функціонують в Магдебурзькому, Штутгартському та Ерлангенському університетах).

З урахуванням особливостей функціональної організації моделей у рамках модельної ієрархії базової предметної області, що підлягає реалізації в МСЦ, для розробки симуляторів у якості базової була використана *об'єктно-орієнтована компонентно-базована технологія Web-програмування*. В якості базової стратегії реалізації програмних компонентів пропонується підхід, оснований на комбінації RUP (Rational Unified Process) з моделлю водоспаду (Waterfall model), який є об'єктно-орієнтованою стратегією, характерною рисою якої є тісна інтеграція із широко розповсюдженою уніфікованою мовою моделювання UML, яка прийнята як стандартна мова моделювання й надає чітку нотацію, що дозволяє відображати моделі загальноприйнятими графічними елементами у вигляді певного набору структурованих діаграм [4].

## **Висновки**

Представлені в даній роботі теоретичні, модельні та програмні розробки, а також експериментальні дослідження підтверджують досягнення поставлених цілей – концептуальна розробка та реалізація методики системної і алгоритмічної організаційні засобів і методів моделювання складних динамічних систем, наявних у різних предметних областях, у формі проблемно-орієнтованого моделюючого сервісного центру. Перший прототип МСЦ для вугільної промисловості розробляється та впроваджується в тісному взаємозв'язку з шахтою „Південно-Донбаська №3” (м.Донецьк).

## **Література**

1. Святний В.А., Солонін О. М., Надеєв Д. В., Степанов І., Ротермель К., Цайтц М. Розподілене паралельне моделююче середовище. Наукові праці ДонНТУ, серія “Проблеми моделювання та автоматизації проектування динамічних систем”, вип. 29, 2001, с. 229 –233.

2. Cheptsov, O. "The system organization and basic algorithms of the Simulation- and Servicecentre for the coal industry", in: IEEE Proceedings International Conference "Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science TCSET'2006", pp. 205-207.
3. Zur Entwicklungsorganisation des Simulations- und Servicezentrums für die Kohleindustrie / O. Cheptsov, V. Svjatnyj, O. Beljaev, V. Lapko, O. Schkrebez/ Simulationstechnik 18. Symposium in Erlangen, September 2005.
4. Predit Stevens, Rob Pooley. UML. Softwareentwicklung mit Objekten und Komponenten. PearsonEducation Deutschland GmbH. ISBN: 3-8273-7003-5, 2.Auflage, 305 p.