

А. **П. КУЗЬМЕНКО,**
кандидат фізико-математичних наук, доцент

В. **В. ВОЙТИШИН,**
*магістр з інформатики,
Міжнародний економіко-гуманітарний університет
імені академіка Степана Дем'янука*

РОЗРОБКА ОДНІЄЇ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПІДТРИМКИ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація

В статті викладені основні елементи структури та особливостей поведінки об'єктно-орієнтованої обчислювальної моделі «Задача - метод розв'язування - розв'язок», призначеної для програмної реалізації обчислювальних технологій моделювання фізичних полів.

Аннотация

В статье представлены основные элементы структуры и особенностей поведения объектно-ориентированной вычислительной модели «Задача - метод решения - решение», предназначенной для программной реализации вычислительных технологий моделирования физических полей.

Annotation

In article presents main parts of structure and particularity of behaviour object orientated computing model «Problem - method - solution», which intended for software support of computing technology for physical fields modelling.

Вступ. У сучасній практиці математичного моделювання доводиться проводити розрахунки за досить складними обчислювальними схемами, що базуються на поєднанні різнорідних постановок задач та алгоритмів їх розв'язування. Громіздкість та обчислювальна складність цих моделей ставить відповідні вимоги перед програмним забезпеченням, що призначене для їх реалізації.

В роботі пропонується один варіант комп'ютерної підтримки обчислювальної технології, яка базується на об'єктно-орієнтованій оболонці, що проектувалася як базова при програмній реалізації алгоритмів розв'язування чисельних задач, пов'язаних із моделюванням фізичних полів, зокрема, фільтраційних, у неоднорідних шаруватих середовищах. Запропонована нижче схема орієнтована на складні комплекси постановок крайових задач теорії фільтрації та методів їх розв'язування, зокрема, методу сумарних зображень, скінчених елементів, а також методик декомпозиції, що базуються на альтернуючому

методі Шварца та б-декомпозиції [1], [2]. Запропонований підхід до реалізації обчислювальної технології дозволяє на рівні програмного коду підтримати алгоритми, які за своєю природою передбачають розпаралелювання обчислень (такими, зокрема, є алгоритми декомпозиції), що актуально з огляду на проблеми оптимізації затратних обчислювальних схем.

Опис структури та поведінки основних компонентів запропонованої обчислювальної моделі здійснено з використанням методики об'єктно-орієнтованого аналізу та проектування [3]

Ідея моделі. В математиці чітко розрізняють постановку задачі, метод її розв'язування та розв'язок. При програмній реалізації алгоритмів для досить складних задач виникає потреба на рівні програмного коду наблизитися до форматів, прийнятих у математиці. Тому ми розрізняємо такі сутності як «Задача» («Problem»), «Метод розв'язування» («Method») та «Розв'язок» («Solution»)¹.

Зрозуміло, що довільна обчислювальна задача в загальному випадку може бути розв'язана одним і більше методами, а може й взагалі не існувати способу її розв'язання. Тобто між сутностями «Задача» та «Метод» визначається відношення типу «один до багатьох». В результаті успішного розв'язування задачі завдяки відповідному методу отримуємо розв'язок (лише один). В цьому сенсі «Метод» виступає в ролі асоціації між «Задачею» та її «Розв'язком». Відношення між визначеними сутностями представлені на рис. 1².

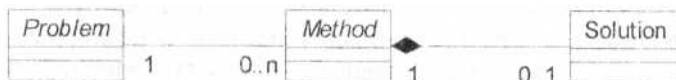


Рис. 1. Відношення між основними сутностями моделі ЗМР

Опираючись на таку логічну структуру запропонованої обчислювальної моделі, представимо деякі аналітичні викладки щодо її конкретизації.

Основні стани. Представлена модель може перебувати у трьох основних станах: «редагування постановки задачі», «розв'язування» та «використання результатів розв'язування». Модель поведінки системи ЗМР в термінах цих трьох станів зображена на рис. 2.

В першому з визначених вище станів проходить власне визначення постановки задачі. Можна вважати, що тут постановка задачі використовується деякими зовнішніми стосовно розглянутої системи сутностями.

В стані «розв'язування» завдяки алгоритмам, що реалізує відповідний метод, проходить формування розв'язку задачі. В цьому стані забороняється змі-

¹ Звідси назва моделі - «Задача - метод розв'язування - розв'язок» (ЗМР), або англійською «Problem - method - solution» (PMS)

² Опис моделі ЗМР проведено мовою U ML 3.0.

нювати постановку задачі (відбувається блокування постановки задачі). Блокування постановки задачі методом скасовується лише при повному завершенні процесу розв'язування. Слід також мати на увазі, що під час розв'язування заборонено знищувати відповідні постановку задачі чи метод.



Рис. 2. Основні стани моделі ЗМР

На одному із початкових етапів розв'язування проходить створення «поверхового» незавершеного розв'язку, в якому відображаються результати обчислень. Якщо розв'язування пройшло успішно, то створений розв'язок позначається як завершений, а в противному випадку, при виникненні помилки розв'язування, результати обчислень залишаються доступними у вигляді незавершеного розв'язку. Результати обчислень, або розв'язок, в контексті даної моделі розглядаються як константні дані, які доступні лише для читання і не можуть змінюватися жодним способом, окрім як «методом» в процесі розв'язування. Для зовнішніх потреб знайдений розв'язок (завершений чи незавершений) можна використовувати в стані «використання результатів розв'язування», що настає безпосередньо після стану «розв'язування».

Із стану «використання результатів розв'язування» можна повернутися до стану «редагування постановки задачі», змінивши задачу чи знищивши розв'язок. При ініціації нового процесу знаходження розв'язку система безпосередньо із стану «використання результатів розв'язування» повертається до стану «розв'язування».

Розширення моделі ЗМР. Аналіз структури та поведінки моделі ЗМР свідчить, що для зручності використання на практиці її необхідно певним чином розширити.

Так, досить часто постановку задачі зручно представляти у вигляді набору компонентів, кожен з яких може розглядатися як окрема сутність. Більше того,

такі складові, в свою чергу, також можуть бути повноцінними постановками задач. Тобто до розглянутої моделі ЗМР (рис. 1) необхідно додати ще одну сутність, яку ми назовемо «Підзадача» («SubProblem»). До складу підзадачі можуть входити й інші підзадачі, що веде до створення ланцюжка пов'язаних підзадач. В свою чергу, «Задачу» природно розглядати як розширення сутності «Підзадача».

Другим поштовхом до розширення моделі ЗМР є те, що часто розв'язок однієї задачі виступає складовою постановки іншої задачі і т.д. Для підтримки використання такого ланцюжка «Розв'язок» доцільно також вважати розширенням сутності «Підзадача». Сутності розширеної моделі ЗМР представлені на рис. 3.

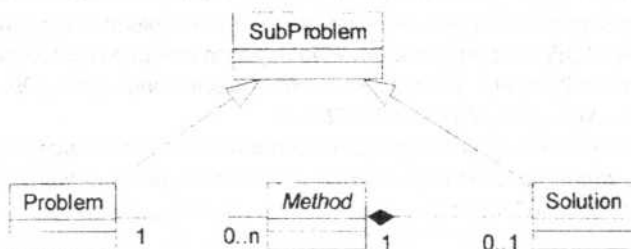


Рис. 3. Сутності розширеної моделі ЗМР

Так розширена модель ЗМР реалізована на основі деякої абстрактної моделі типу «клієнт-сервер». В нашому випадку сутність «Задача» виступає сервером для «Методу» та водночас клієнтом для своїх «Підзадач», «Метод» - клієнтом стосовно сутності «Задачі», а «Розв'язок» - сервером відносно зовнішніх сутностей, що його використовують

Висновки. В роботі викладено базові концепції, структура та алгоритмічні основи поведінки обчислювальної моделі ЗМР, що виступає одним із варіантів реалізації обчислювальних технологій, що розробляються в сфері сучасного математичного моделювання фізичних полів. Запропоновану її об'єктно-орієнтовану реалізацію можна розглядати як «місток» між формальними математичними задачами, алгоритмами та ресурсами сучасних обчислювальних систем.

Одним із призначень запропонованого підходу є й те, що завдяки так організованим базовим класам можна впорядковувати об'єктно-орієнтовані бібліотеки не лише реалізацій алгоритмів розв'язування задач зазначеного класу, а їх постановок та розв'язків, а це в свою чергу дозволяє певною мірою зменшити складність логічної структури відповідних програмних продуктів. Крім того, такий підхід при розв'язуванні задач, що передбачають розщеплення (декомпозицію) [2], надає можливості реалізації відповідних паралельних та розподі-

лених обчислень, опираючись на формати математичних постановок задач та алгоритмів.

В перспективі розвитку цього підходу вбачається введення можливостей використання (з врахування паралельного доступу) результатів розв'язування задач ще до завершення процесу обчислень. Передбачається, що таке рішення дозволить оптимізувати ряд паралельних обчислювальних схем, а також надасть розробнику можливості відображення динаміки отримання розв'язку.

Література:

1. Кузьменко А.П., Бомба А.Я. Про розв'язок крайових задач у шаруватих середовищах . - // Волинський математичний вісник.-1994.-Вип. 1,- С. 36-43.
 2. Кузьменко А.П., Войтишин В.В. Один метод декомпозиції області розв'язування крайової задачі для диференціальних рівнянь із розривними коефіцієнтами // Одинадцята міжнародна наукова конференція імені академіка М. Кравчука, 18-20 трав , 2006 р., Київ: Матеріали конф. - К: ТОВ «За друга», 2006 - 992 - Укр., рос., англ. - О. 478.
- Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на С++: Пер. с англ. - 2-е изд. - М.: Бином, СПб.: Невский диалект, 1998. - 560 с.: ил.