

ВЕБ-ОРІЄНТОВАНІ МОДЕЛЮЮЧІ СЕРЕДОВИЩА:  
ДОСВІД ДонНТУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Анопрієнко О.Я, Святний В.А., Щербаков О.С.  
Донецький національний технічний університет, м. Донецьк  
Кафедра комп'ютерної інженерії  
anoprien@gmail.com

*Розглядаються особливості реалізації, наявний досвід та приклад експериментальної реалізації веб-орієнтованих моделюючих середовищ. Аналізуються також задачі та перспективи їх розвитку.*

Сучасні засоби моделювання, найбільш розвиненими серед яких є різноманітні моделюючі середовища (МС), розвиваються синхронно с загальним розвитком комп'ютерних технологій. При цьому крім розвитку функціональних можливостей та обчислювальних потужностей велике значення мають такі показники як підвищення дружності до користувача та незалежності від платформи чи певного середовища компіляції/виконання. Дружність до користувача можна характеризувати за легкістю створення, налагодження та підтримки програмних моделей за допомогою певного засобу. Найбільш перспективними у цьому сенсі є веб-орієнтовані моделюючі середовища (ВМС), дослідження яких в ДонНТУ ведуться фактично з початку 90-х років [1-25].

Веб-орієнтовані моделюючі середовища мають дві характерні риси:  
**по-перше**, робота користувача з середовищем моделювання здійснюється через веб-простір, зазвичай безпосередньо в браузері;  
**по-друге**, програмні, апаратні засоби моделювання та їх компоненти можуть бути розподіленими та об'єднуються через глобальну мережу Інтернет, вони складають ядро веб-орієнтованого моделюючого середовища.

До ядра надходять: програмні та апаратні компоненти спеціалізованих моделюючих систем, надпотужних обчислювальних систем (кластерів), ресурси хмарних провайдерів (Cloud Computing), ресурси інших мережевих сервісів, спеціалізовані керуючі вузли веб-орієнтованого моделюючого середовища. До веб-орієнтованого моделюючого середовища також надходять компоненти клієнтської частини – як окремі клієнтські додатки, так і складні веб-інтерфейси користувача. Останні виконуються переважно на окремих серверах, що входять до складу ядра моделюючого середовища, це дозволяє використовувати для доступу велику кількість пристроїв, в тому числі мобільні пристрої. На клієнт в такому випадку покладається лише задача відображення інтерфейсу користувача, підготовки даних та взаємодія з користувачем. Використання HTML для формування інтерфейсу дозволяє використовувати для клієнтського

доступу майже будь-які пристрої з браузером та доступом до мережі Інтернет.

Перенесення частини обчислень, наприклад, анімаційного відображення результатів моделювання, на клієнтське ПЗ дозволяє підвищити дружність інтерфейсу до користувача – в такому випадку легше реалізувати, скажімо, інтерактивну візуалізацію результатів – і водночас зменшити навантаження на ядро моделюючого середовища; проте такий підхід може зменшити платформонезалежність клієнтів через використання занадто специфічних технологій. Реалізація інтерфейсу користувача окремим додатком операційної системи чи плагіном браузера спрощує розробку, але зумовлює більшу залежність від певної платформи. Деякі моделюючі середовища ще і сьогодні орієнтовані на використання лише в режимі командного рядка.

В таблиці 1 наведено порівняння різних способів організації доступу до моделюючих середовищ.

Таблиця 1 — Порівняння можливих організації МС

	<b>МС з окремим додатком - клієнтом</b>	<b>МС як веб-сервіс</b>	<b>Традиційний SSH доступ</b>
Зручність інтерфейсу користувача	Найвища. Найкраще підходить для тих, хто постійно працює з МС	Висока. Підійде для тих, хто час від часу виконує задачі на МС	<b>Низька. Потрібні спеціальні знання для роботи</b>
Використання обчислювальних ресурсів робочої станції	Можливе	Обмежене	Неможливе
Використання обчислювальних можливостей графічних робочих станцій	Можливе	Неможливе	Неможливе
Зручність інсталяції на машину користувача	Низька. Потрібна окрема процедура інсталяції	Висока. До складу сучасних ОС входить все необхідне ПЗ (браузер)	Середня. Деякі ОС вже містять необхідне ПЗ, для інших необхідна інсталяція
Складність підтримки, оновлення програмних кодів	Висока. Необхідно використовувати алгоритмічні та технічні підходи для оновлення програмних кодів	Низька. Достатньо оновити файли на сервері МС. Вже при наступному зверненні користувачі будуть працювати з оновленим ПЗ	Низька. Достатньо оновити файли на сервері МС. Вже при наступному зверненні користувачі будуть працювати з оновленим ПЗ
Трафік при роботі	Низький	Високий	Високий
Трафік при оновленні	Високий	Немає	Немає
Робота в різних ОС	Можлива. Залежить від розробки	Так	Так

Окремим компонентом до ядра веб-орієнтованого моделюючого середовища входить серверна частина, яка виконує також інтеграцію всіх інших компонентів. При цьому вирішуються наступні основні задачі:

- взаємодія з клієнтським ПЗ;
- обробка запитів від клієнтського ПЗ;
- авторизація користувачів як на самому сервері, так і на інших компонентах середовища;
- керування доступними програмними моделями;
- обробка, зберігання та використання (у тому числі для доступу клієнтських частин) результатів модельних експериментів;
- підтримка та проведення симуляції на різних компонентах середовища;
- підтримка роботи із мережевими та хмарними сервісами.

З метою дослідження існуючих можливостей та особливостей реалізації сучасних веб-орієнтованих моделюючих середовищ на факультеті комп'ютерних наук і технологій (ФКНТ) було розроблено демонстраційний прототип ВМС, орієнтований на використання суперкомп'ютерних ресурсів факультету та його наукових партнерів, в першу чергу Штутгартського центру надпотужних обчислень (HLRS) (рис. 1, 2). Розробка під керівництвом авторів була виконана групою магістрів факультету, яка отримала умовну назву "Team 13" (як групова розробка 2013-го року).

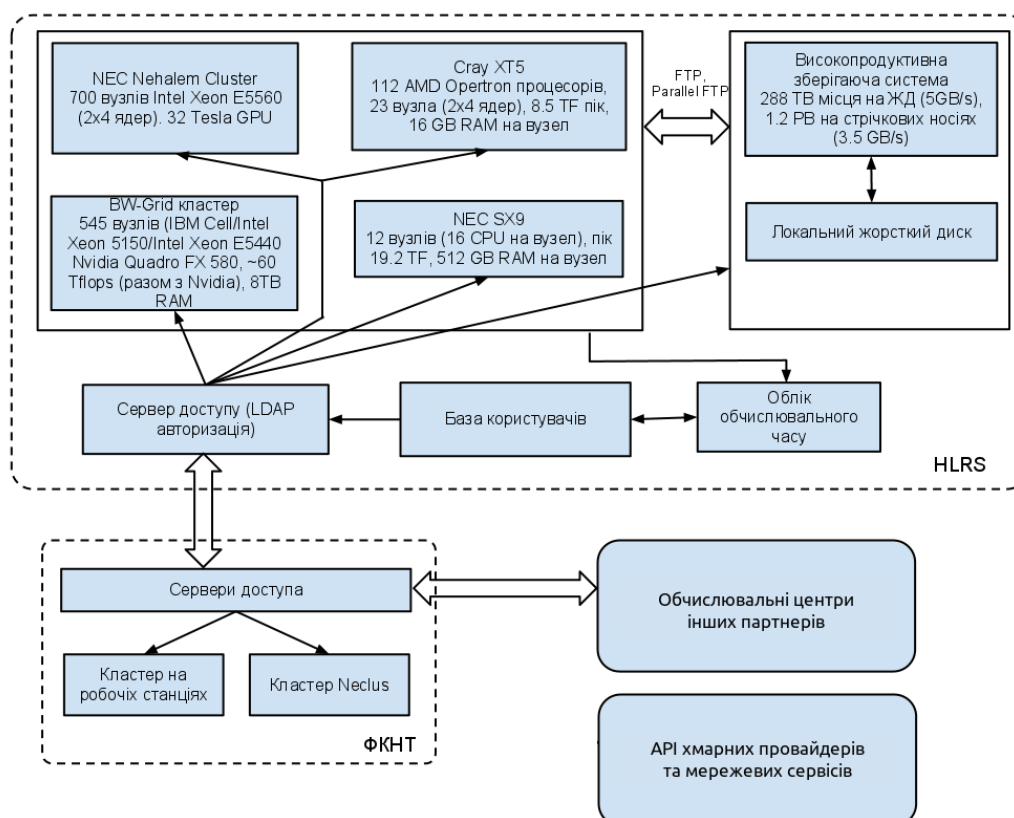


Рисунок 1 – Обчислювальні ресурси ДонНТУ та Центру надпотужних обчислень Штутгартського університету (HLRS)

Можливості розробленого прототипу:

- автентифікація та авторизація користувача;
- робота з каталогом готових програмних моделей;
- задавання параметрів обраної моделі;
- запуск симуляції на кластері NeClus ДонНТУ;
- отримання результатів та підготовка їх візуального представлення;
- зберігання результатів експериментів;
- представлення користувачу результатів експериментів.



Рисунок 2 – 3 2010 року на факультеті на факультеті комп'ютерних наук і технологій ДонНТУ в навчальному процесі та наукових дослідженнях використовується суперкомп'ютер NEC Xeon Linux Cluster (NeClus: 100 вузлів, 2,5 Тфлопс), переданий Центром надпотужних обчислень Штуттгартського університету (HLRS) в рамках наукового співробітництва

В розробленому прототипі ВМС запланована підтримка якомога більшої кількості систем, які можуть належати до ядра моделюючого середовища, щонайменше ресурсів ДонНТУ та партнерів. Реалізована також можливість використання типових демонстраційних тестових моделей (рис. 3) та зручної візуалізації результатів моделювання (рис. 4).

Веб-орієнтовані моделюючі середовища на поточний період часу є найбільш ефективним напрямком розвитку засобів комп'ютерного моделювання. Проведені дослідження підтвердили можливість ефективного залучення для реалізації таких моделюючих середовищ усього спектру сучасних комп'ютерних технологій від мобільних пристроїв до суперкомп'ютерних систем. У подальшому планується реалізація ВМС з використанням також GRID-технологій [26-28] та хмарних ресурсів [29].

Выберите задачу

	Название	Описание	Параметры
<input type="radio"/>	Интеграл (демо)	Демонстрационный пример MPI-программа должна выполнить параллельное численное интегрирование по формуле Симпсона на разном количестве процессоров	Число подинтегралов, Нижняя граница, Верхняя граница
<input type="radio"/>	Integral (Demo)	Demo-example MPI-programm may be run with different nodes count.	Subintegrals count, Lower boundary, Upper boundary
<input type="radio"/>	Кольцевой тест	Здесь будет описание кольцевого теста	Частота, Амплитуда, Фаза, Погрешность (%), Время моделирования
<input type="radio"/>	Кольцевой тест (nofile)	отладочная версия	Частота, Амплитуда, Фаза, Погрешность (%), Время моделирования
<input type="radio"/>	Тестовая вентиляционная сеть	Пример вентиляционной сети (Молдованова О.В.)	Пока нет параметров

[±] | [-]

Моделирование

Просмотр результатов

Состояние РПМС

Задать параметры

Рисунок 3 – Приклад інтерфейс вибору моделі демонстраційного прототипу

Результаты эксперимента

Параметр	Значение
Пока нет параметров	---

Моделирование

Просмотр результатов

Состояние РПМС

time = 96.429688

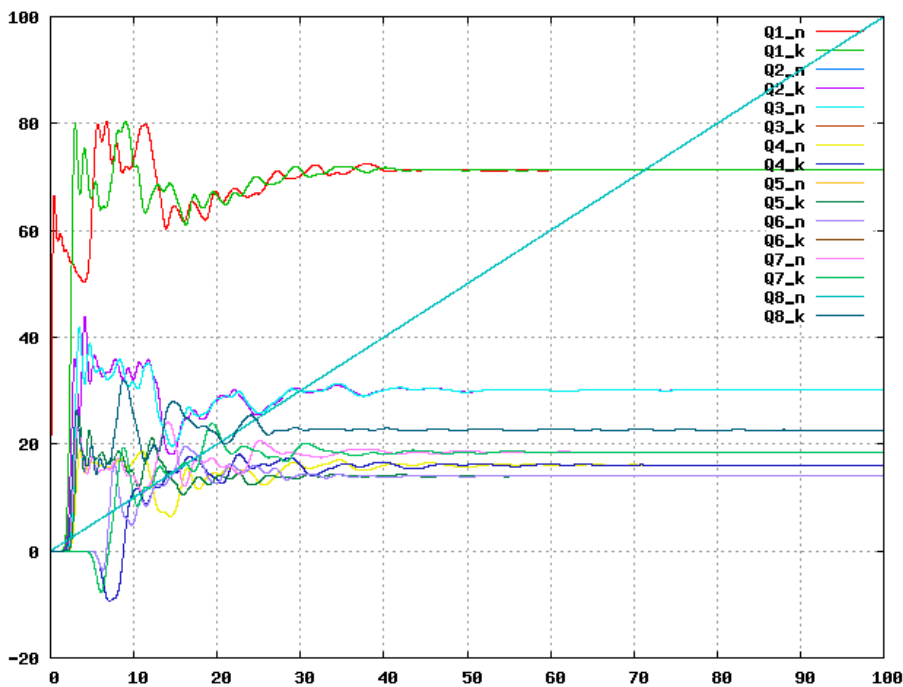


Рисунок 4 – Візуалізація результатів моделювання

## Список літератури

1. Святный В.А., Аноприенко А.Я. Опыт реализации системы моделирования динамических процессов на параллельной ЭВМ в среде сетевого графического интерфейса // Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции «Перспективы развития и применения средств вычислительной техники для моделирования и автоматизированного исследования». – Москва. – 1991. С. 190-191.
2. Святный В.А., Цайтц М., Аноприенко А.Я. Реализация системы моделирования динамических процессов на параллельной ЭВМ в среде сетевого графического интерфейса // Вопросы радиоэлектроники, серия «ЭВТ», вып. 2. – 1991. С. 85-94.
3. Anopriyenko A., Svjatnyi V., Braeunl T., Reuter A., Zeitz M. Massiv parallele Simulationsumgebung für dynamische Systeme mit konzentrierten und verteilten Parametern // 9. Symposium in Stuttgart “Simulationstechnik”, Oktober 1994. Vieweg. – 1994. – S. 183-188.
4. Аноприенко А.Я., Святный В.А. Универсальные моделирующие среды // Сборник трудов факультета вычислительной техники и информатики. Вып.1. – Донецк: ДонГТУ. – 1996. С. 8-23.
5. Svjatnyi V., Feldmann L., Lapko V., Anopriyenko A., Reuter A., Bräunl T., Zeitz M. Massive parallel simulation of dynamic systems // Zeszyty naukowe. – 1997. – №1. – P. 207-229.
6. Anopriyenko A., Bazhenov L., Bräunl T. The development of the interface subsystem for the massive parallel simulation environment // 11. Symposium in Dortmund “Simulationstechnik”. November 1997. – Braunschweig: Vieweg. – 1997. – S. 672-677.
7. Аноприенко А.Я., Забровский С.В., Каневский А.Д. Опыт реинжиниринга системы моделирования сложных технологических процессов // Научные труды Донецкого национального технического университета. Выпуск 20. Серия «Вычислительная техника и автоматизация». – Донецк, ДонГТУ, 2000. С. 139-148.
8. Аноприенко А.Я., Забровский С.В., Потапенко В.А. Современные тенденции развития тренажерных систем и их модельного обеспечения // «Прогрессивные технологии и системы машиностроения»: Международный сборник научных трудов. Вып. 10. – Донецк: ДонГТУ, 2000, с. 3-7.
9. Аноприенко А.Я. Инженерия в прошлом и будущем: необходимость новых парадигм // «Інженерна освіта на межі століть: традиції, проблеми, перспективи». Праці міжнародної науково-методичної конференції. 28-30 березня 2000 р. – Харків: ХДПУ, 2000, с. 18-19.
10. Аноприенко А.Я., Святный В.А. Современные тенденции развития моделирующих сред и их влияние на качество подготовки инженерных кадров // «Інженерна освіта на межі століть: традиції, проблеми, перспективи». Праці міжнародної науково-методичної конференції. 28-30 березня 2000 р. – Харків: ХДПУ, 2000, с. 22-23.
11. Аноприенко А.Я., Святный В.А. Высокопроизводительные информационно-моделирующие среды для исследования, разработки и сопровождения сложных динамических систем // Научные труды Донецкого государственного технического университета. Выпуск 29. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем» – Севастополь: «Вебер». – 2001. С. 346-367.
12. Gilles E.D., Kienle A., Waschler R., Sviatnyi V., Anopriyenko A., Potapenko V. Zur Entwicklung des Trainingssimulators einer großchemischen Anlage // Problems of Simulation and Computer Aided Design of Dynamic Systems (SCAD-2002). Scientific Papers of Donetsk National Technical University. Volume 52. Donetsk, 2002, pages 23-26.
13. Аноприенко А.Я., Забровский С.В., Потапенко В.А. Использование технологии CORBA в распределенном моделировании сложных технологических систем // Научные труды Донецкого национального технического университета. Выпуск 38. Серия «Вычислительная техника и автоматизация». – Донецк, ДонГТУ, 2002. С. 186-190.
14. Аноприенко А.Я., Святный В.А. Компьютерное моделирование: новые возможности и парадигмы // «Донбасс-2020: наука и техника производству»: Материалы первой научно-практической конференции. Донецк, 05-06 февраля 2002 г. – Донецк, ДонНТУ Министерства образования и науки, 2002. С. 649-652.

15. Anopriyenko A., Potapenko V. Web-basierte Simulationsumgebung mit DIVA-Serverkomponente für komplexe verfahrenstechnische Produktionsanlagen // 17. Symposium "Simulationstechnik" ASIM 2003, Magdeburg, 16.09 bis 19.09.2003. – SCS-Europe, 2003. S. 205-208.
16. Аноприенко А.Я., Потапенко В.А. WEB-ориентированная среда для интеграции моделирующих, вычислительных и информационных сервисов // Научные труды Донецкого национального технического университета. Выпуск 70. Серия «Информатика, кибернетика и вычислительная техника» (ИКВТ-2003): – Донецк: ДонНТУ, 2003. С. 61-70.
17. Святный В.А., Аноприенко А.Я., Потапенко В.А. Модульные среды для сетевого распределенного моделирования сложных динамических систем // Труды международной конференции «Современные проблемы информатизации в технике и технологиях»: Выпуск 8. – Воронеж, 2003. С. 122-123.
18. Anopriyenko A., Potapenko V. Web-basierte Simulationsumgebung mit DIVA-Serverkomponente für komplexe verfahrenstechnische Produktionsanlagen // 17. Symposium "Simulationstechnik" ASIM 2003, Magdeburg, 16.09 bis 19.09.2003. – SCS-Europe, 2003. S. 205-208.
19. Svjatnyj V., Anoprijenko A., Potapenko V., Zabrovsky S. The universal WEB-based distributed environment for simulation services integration // EUROSIM 2004: 5th EUROSIM Congress on Modeling and Simulation. 06–10 September 2004. ESIEE Paris, Marne la Vallée, France. Book of abstracts. S. 63-64.
20. Святный В.А., Аноприенко А.Я., Забровский С.В. Средства повышения производительности при имитационном моделировании сложных технологических систем // Материалы международной конференции «Информационные технологии в управлении энергетическими системами» (ИТУЭС-2005), г. Киев, 18-19 октября 2005 г., Киев, 2005. С. 11-12.
21. Аноприенко А.Я., Кривошеев С.В. Тренажерный комплекс на базе интегрированной навигационной системы // Материалы международной конференции «Информационные технологии в управлении энергетическими системами» (ИТУЭС-2005), г. Киев, 18-19 октября 2005 г., Киев, 2005. С. 17-19.
22. Аноприенко А.Я., Башков Е.А., Самойлова Т.А. Портал компьютерного моделирования: цели, задачи и особенности организации // Материалы первой международной научно-технической конференции «Моделирование и компьютерная графика», г. Донецк, 04-07 октября 2005 г., Донецк, 2005. С. 16-20.
23. Аноприенко А.Я. Исследования и разработки на факультете компьютерных наук и технологий // Материалы I всеукраинской научно-технической конференции «Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг (ИУС и КМ 2010)» – 19-21 мая 2010 г., Донецк, ДонНТУ, 2010. Т.1. С. 7-22.
24. Аноприенко А.Я. Ноографика и ноомоделирование // Материалы четвертой международной научно-технической конференции «Моделирование и компьютерная графика» 5-8 октября 2011 года, Донецк, ДонНТУ, 2011. С. 321-324.
25. Svjatnyj V., Kushnarenko V., Shcherbakov O., Resch, M. Dekomposition der verteilten parallelen Simulationsumgebung // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Проблеми моделювання та автоматизації проектування» – Донецьк: ДонНТУ, 2012 - с 227-234.
26. Куссуль Н.Н., Шелестов А.Ю. Grid-системы для задач исследования Земли. Архитектура, модели и технологии. – Киев: Наукова думка, 2008. – 452 с.
27. Згуровський М.З., Петренко А.І. Grid-технології для е-науки і освіти // Наукові праці НТУУ «КПІ». 2009, №2. С. 10-17.
28. На шляху до європейського грід. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 392 с.
29. Buyya R, Chee Shin Yeo, Venugopal S., Broberg J., Brandic I. Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility // Future Generation Computer Systems, 25 (2009). P. 599–616.

**Як коректно посилатися на цю доповідь:**

Анопрієнко О.Я, Святний В.А., Щербаков О.С. Веб-орієнтовані моделюючі середовища: досвід ДонНТУ та перспективи розвитку // Матеріали п'ятої міжнародної науково-технічної конференції «Моделювання і комп'ютерна графіка» 24-27 вересня 2013 року, Донецьк, ДонНТУ, 2013. С. 230-238.