

УДК 681.5.015

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ СКИФ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

О. П. ЧИЖ, С. В. МЕДВЕДЕВ

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси
Минск, Беларусь

UDC 681.5.015

SCIENTIFIC AND PRACTICAL RESULTS OF SKIF SUPERCOMPUTER PROGRAMS OF THE UNION STATE FOR THE TECHNICAL PREPARATION OF ASSEMBLY AND WELDING INDUSTRIES

O. P. TCHIJ, S. V. MEDVEDEV

Аннотация. Отмечена роль высокопроизводительных вычислений в обеспечении конкурентоспособности выпускаемой продукции, созданы и апробированы образцы кластерных вычислительных систем, объединенные в грид-сети; на полученных программно-методических и технических средствах возможно эффективное решение основных задач технической подготовки сборочно-сварочных производств и подготовки инженерных кадров нового поколения.

Ключевые слова: Союзное государство, научно-технические программы СКИФ, высокопроизводительные суперкомпьютерные установки параллельной архитектуры, грид-сети, прикладное программное обеспечение конечно-элементного анализа, специфика сборочно-сварочных объектов и технологий.

Abstract. The role of high-performance computing in ensuring the competitiveness of manufactured products is noted, samples of cluster computing systems united in grid networks are created and tested; on the obtained software, methodological and technical means, it is possible to effectively solve the main tasks of the technical training of assembly and welding industries and the training of engineering personnel of a new generation.

Keywords: Union State, scientific and technical programs of SKIF, high-performance supercomputer installations of parallel architecture, grid networks, application software for finite element analysis, specifics of assembly and welding facilities and technologies.

Постоянно возрастающая конкуренция на мировых рынках заставляет их участников искать новые средства и методы конкурентной борьбы. Так, по мнению Деборы Винс-Смит, президента Совета по конкурентоспособности США, «технологии, таланты и деньги сейчас доступны многим странам по всему миру, США сталкивается с беспрецедентной иностранной экономической конкуренцией. Страна, желающая победить в конкуренции, должна победить в вычислениях» (With technology, talent and capital now available globally, the U.S is facing unprecedented economic competition from abroad. The country that wants to out complete must out-compute).

В связи с хроническим отставанием Союзного государства в технологиях высокопроизводительных вычислений в начале 2000-х гг. принято решение о разработке и реализации ряда научно-технических программ указанного направления:

- СКИФ – 2000–2004 гг.;
- СКИФ-ТРИАДА – 2005–2008 гг.;
- СКИФ-ГРИД – 2007–2010 гг.;
- СКИФ-НЕДРА – 2015–2018 гг. (рис. 1).

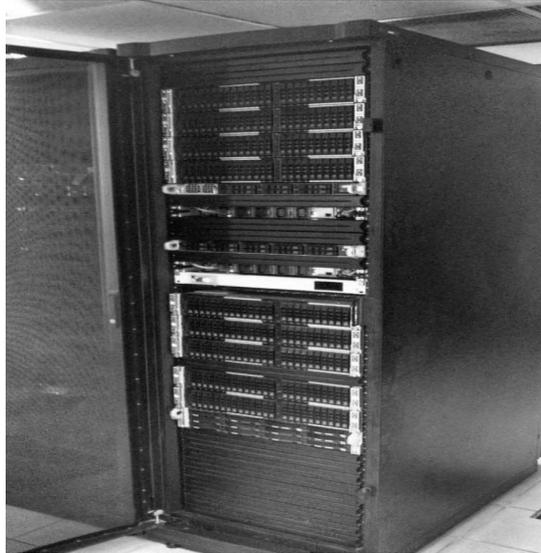


Рис. 1. Белорусский кластер СКИФ-ГЕО-ЦОД

Идеи и научно-технический задел программ СКИФ подхвачен и развит в рамках Межгосударственной программы инновационного сотрудничества государств-участников СНГ на период до 2020 года в рамках проекта «Развитие инфраструктуры суперкомпьютерных центров в интересах инновационного развития государств-участников СНГ» (рис. 2).



Рис. 2. Белорусский кластер СКИФ-ГРИД-СНГ-Офис

Главные результаты успешной реализации программ СКИФ – создание серии суперкомпьютерных высокопроизводительных конфигураций [1], которые входили в список top-500 самых производительных установок в мире, поставка персонального кластера в КНР и формирование предпосылок для эффективного применения супервычислителей для решения задач реального сектора экономики, в том числе и сборочно-сварочных производств [2–5].

Возрождение суперкомпьютерной отрасли в Союзном государстве и эффективная реализация СКИФовских научно-технических программ заставила США снять эмбарго на поставку суперЭВМ в Россию в начале 2000-х гг.

В интересах машиностроительного комплекса Республики Беларусь создана и апробирована грид-сеть (рис. 3) с выделенными сегментами под управлением программного обеспечения промежуточного уровня UNICORE (рис. 4), которая может устанавливаться на пользовательские компьютеры для запуска расчетных задач на любом из суперкомпьютеров грид-сегмента (рис. 5).



Рис. 3. Структура грид-среды машиностроительной направленности

Общая структура грид-сегмента Unicore

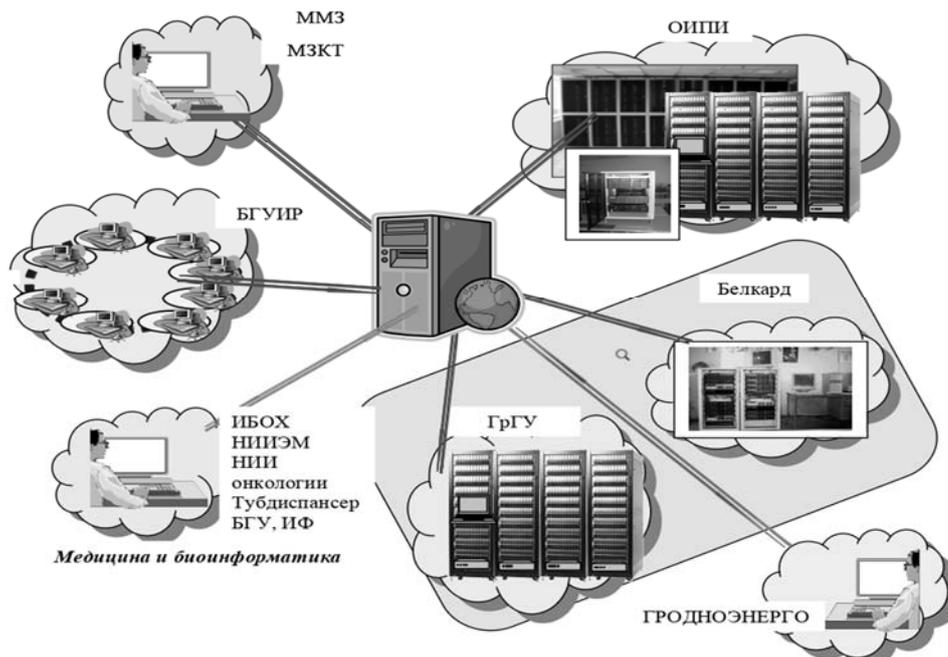


Рис. 4. Структура грид-сегмента UNICORE внутри машиностроительной грид-среды

The screenshot shows the UNICORE Grid Browser interface. The main window displays the details of a job submission for a script named "SKIF_GEO_OFFICE_TargetSystem". The job was submitted on 2019-10-08 at 14:41:29. The working directory is "/share/lodyna/16495". The job is currently in a "Ready" state.

The "Script" editor shows the following code:

```

Name: Script
Application: Bash shell
Arguments:
File Edit
### Name of your b-file ###
BTID=mlira_010_19_4
### Precision: single-"s", double-"d" ###
D=d
### Size of memory for decomposing processor ###
DM=200m
### Size of memory for all processors ###
PM=200m
### Path to lodyna ###
LODYNA=/share/anyra/v192/anyra/bin/lodyna192
cd $HOME/work/lodyna/results/ml1_2019/channel1/010_19
export LODYNA=/tmp/lodyna-4PBS_JOBID
awk "gsub('LOCIDR',ENVIRON['locidr'])" /share/lodyna/scripts/pfile4impl > pfile
HOSTLIST=$(cat /etc/hosts | awk '{ print $2*$3 }' | paste -s -d ' ')
if [ "$D" = "d" ]; then
D=d
else
D=d-D
fi
date
sbatch --dir -q=esoh --machines ${HOSTLIST} memory=${DM} memory2=${PM} pfile 1>BTID.E
#zip -j d3plot.zip ./d3plot*
#zip -j d3dmp.zip ./d3dmp*
File: D:/SKIF_PBS/run_pbs_lodyna_mpp
Run in debug mode Run with profiling
Run with timing Verbose execution
Script Input Files Variables Resources

```

The "Navigator" pane on the left shows the following details:

Key	Value
Installed Applications	Perl (Version 5.26.2) Bash shell (Version 4.4.23) C shell (Version 6.20) Python
Name	SKIF_GEO_OFFICE_TargetSystem
Number of nodes	9
State	Ready
Processor main memory	32000 Megabyte
CurrentTime	2019-10-08 10:06:50
Type	TargetSystemService
Processor architecture	x86_64
Processors per node	4

Рис. 5. Экран программной среды UNICORE на клиентской части грид-сети

СКИФ-кластеры (стационарные и офисные) входят в состав Национальной научно-образовательной грид-сети Республики Беларусь, внутри которой возможно построение проблемно ориентированных научно-образовательных и инженерных грид-сегментов, в том числе и сборочно-сварочной направленности [4].

Заинтересованные структуры и организации имеют возможность заказать в ОИПИ НАН Беларуси разработку, сборку и отладку СКИФ-кластера предварительно согласованной архитектуры и технических возможностей.

Технические характеристики СКИФ-ГЕО-ЦОД:

- 36 узлов;
- LinuxFedoraх86_64;
- два 18-ядерных процессора Intel Xeon Gold 6140 (2,30 GHz , MaxTURBO Frequency 3,70 GHz ;
- 192 GB ОЗУ;
- междузловая связь Infiniband EDR.

Технические характеристики СКИФ-ГРИД-СНГ-Офис:

- LinuxFedoraх86_64;
- процессоры Intel Core (i5,i7) CPU;
- видеоадаптер Intel Graphics;
- 32 GB ОЗУ;
- междузловая связь Gigabit Ethernet;
- возможность подключения внешних GPU.

В условиях санкционного давления на предприятия, учебные заведения и организации Союзного государства представляется целесообразным сосредоточиться в ближайшей перспективе на построении лицензионно независимых программно-технических средств технической подготовки и углубленного моделирования сборочно-сварочных объектов, использовании этих ресурсов для совершенствования существующих и разработки новых методов и способов соединения материалов, а также в учебном процессе профильных кафедр технических вузов.

Научно-методический и программно-технический задел, сформированный при выполнении СКИФ-программ, позволяет утверждать, что технологический прорыв в отдельно взятом регионе или предприятии возможен при масштабном использовании высокопроизводительных ресурсов, разработке новых методов конструктивно-технологического проектирования технических объектов и систем, а также подготовке студентов и специалистов нового поколения (рис. 6).



Рис. 6. Предполагаемая область существования условий для научно-технологического прорыва

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белорусские суперкомпьютеры семейства СКИФ / Н. Н. Парамонов [и др.]. – Гомель: Вечерний Гомель-Медиа, 2020. – 268 с. : ил.
2. **Медведев, С. В.** Методика компьютерных динамических испытаний сварных конструкций / С. В. Медведев, М. В. Петрушина, О. П. Чиж // Математическое моделирование и информационные технологии в сварке и родственных процессах: материалы 4 Междунар. конф. – Киев: ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, 2008. – С. 117–121.
3. Информационные технологии программы Союзного государства «Триада». Основные результаты и перспективы : сб. науч. тр. / Науч. ред. С. В. Медведев, Г. М. Левин, Б. М. Розин. – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2010. – 304 с.
4. **Медведев, С. В.** Конструктивно-технологическое проектирование и моделирование сварных конструкций в распределенных суперкомпьютерных средах / С. В. Медведев // Сварочное производство. – 2022. – № 5. – С. 24–29.
5. **Medvedev, S. V.** Influence of the Residual Welding Phenomena on the Dynamic Properties of a Two-Meter Long Tube with 64 Non-Symmetrical Brackets Welded on a Helical Path / S. V. Medvedev, M. V. Petrushina, O. P. Tchij // 10th International LS-DYNA Users Conference, June 8–10, Dearborn. – Michigan USA, Livermore Software Technology Corporation, 2008. – P. 8–25 – 8–37.

E-mail: otchij@newman.bas-net.by; medv@newman.bas-net.by.