

Лаборатория синтеза параллельных программ



Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН
Лаборатория синтеза параллельных программ
Кафедра параллельных вычислений ФИТ НГУ
Кафедра параллельных вычислительных технологий НГТУ



N* Новосибирский
государственный
университет
*НАСТОЯЩАЯ НАУКА



Новосибирский государственный
технический университет
НЭТИ

Всероссийская летняя XXXVII молодёжная школа-конференция по параллельному программированию
Новосибирск, 5.07.2021 г.

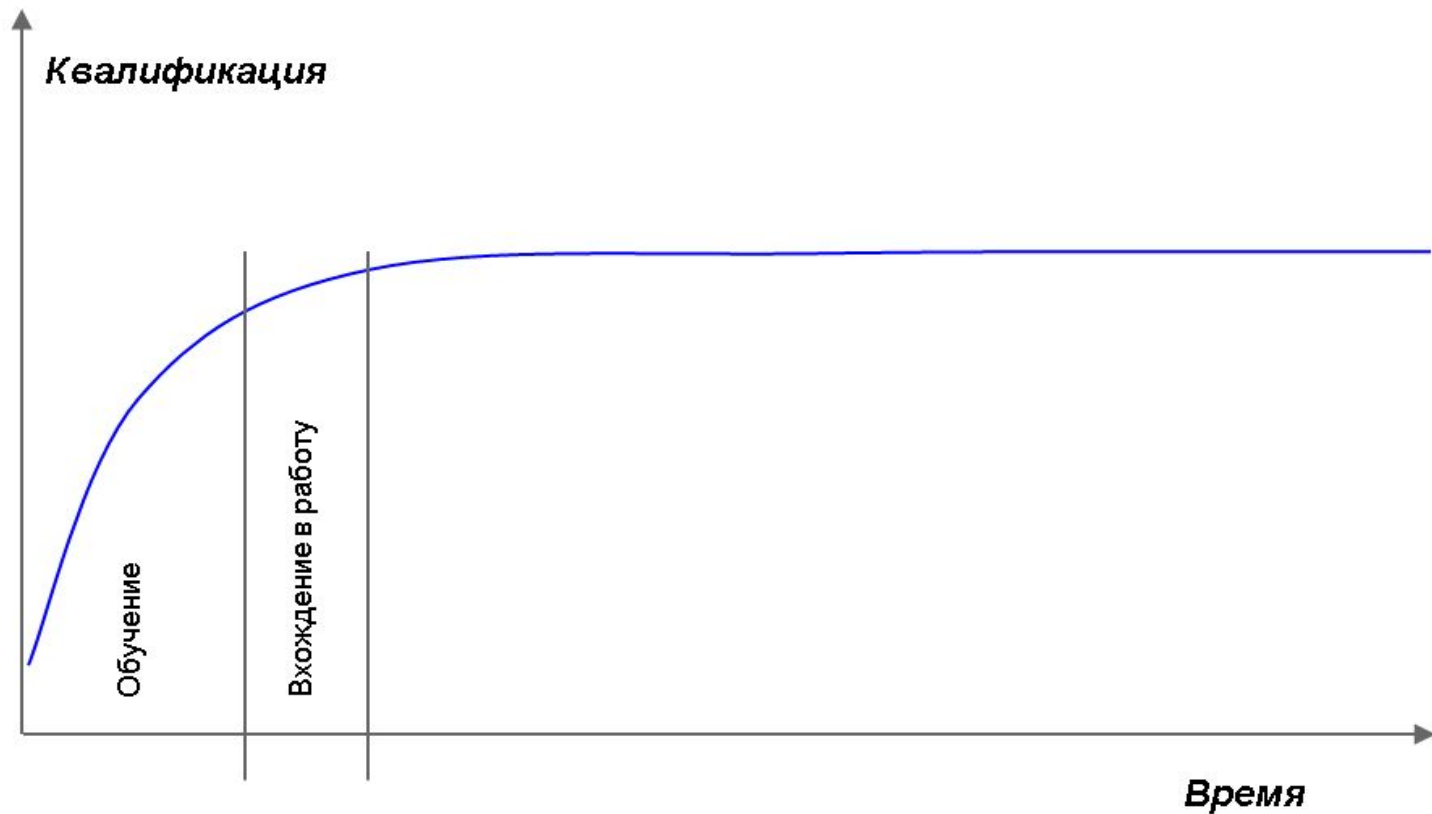
Летняя школа по параллельному программированию

Студенты :

- на каникулах получают дополнительное углубленное образование в профильной сфере;
- знакомятся с коллективом и темами проектов лаборатории с прицелом на ВКР бакалавра, магистра и научную карьеру
- создают задел для своих будущих ВКР

График роста вашей квалификации

Завтра сегодняшние технологии станут вчерашними!



Проблематика и история лаборатории

Проблематика:

- Автоматизация параллельного программирования в численном моделировании и обработке данных
- Создание инструментов эффективной высокоуровневой организации решения задач на суперкомпьютерах
- Создание методологической основы имитационного моделирования сложных нелинейных процессов в физике, химии, биологии с использованием мелкозернистого параллелизма и аппарата дискретной математики (клеточных автоматов).

История:

1980 — Статья В. А. Вальковского “О синтезе оптимальных программ на базе вычислительных моделей”

1980-е — оформилась исследовательская группа синтеза параллельных программ (В. Э. Малышкин)

1983 — Лаборатория системного программного обеспечения (Н. Н. Миренков)

01.04.1987 — создание отдела МО ВВС (Н. Н. Миренков). В состав отдела входило две лаборатории: Синтеза параллельных программ и Параллельных алгоритмов и структур.

1989 — создана параллельная вычислительная машина СИБИРЬ

1991 — начало серии конференций PaCT, в 2021 состоится уже 16-я конференция серии PaCT

1993 — В. Э. Малышкин — зав. отделом МО ВВС

1996 — открыта кафедра ПВТ НГТУ

2003 — открыта кафедра ПВ НГУ

2004 — проект NumGrid (объединение суперкомпьютеров)

2011 — проект LuNA (автоматизация разработки параллельных программ в численном моделировании)

2014 — проект HPC Community Cloud (высокоуровневые интерфейсы для суперкомпьютерных приложений)

2015 — проект Технология активных знаний (унифицированный подход к накоплению и переиспользованию алгоритмических знаний)

Место лаборатории в российской и мировой науке

Лаб. СПП — одна из нескольких лабораторий РАН, занимающихся автоматизацией параллельного программирования для суперЭВМ и развивающих собственный академический программный продукт

Организация	Люди	Продукт
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН	А.Н. Андрианов	Норма
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН	В.А. Крюков	DVMH / SAPFOR
ИСИ СО РАН	В.Н. Касьянов	Cloud SISAL / CPPS
ИПС им. А.К. Айламазяна РАН	С.М. Абрамов	T-Система
ИВМиМГ СО РАН	В.Э. Малышкин	LuNA

Основные зарубежные проекты, занимающиеся сходной проблематикой:

Организация	Люди	Продукт
University of Tennessee	J. Dongarra	PaRSEC / DPLASMA
University of Illinois	L. Kale	Charm++
Stanford University	A. Aiken	Legion / Regent
Louisiana State University	H. Kaiser	HPX

Лаборатория организует международную конференцию [PaCT](#) для обсуждения актуальных вопросов в области технологий параллельных вычислений

Образовательная деятельность (2 из 6 базовых кафедр в ИВМиМГ)

Кафедра параллельных вычислений ФИТ НГУ (с 2003 г.)

- зав.каф. В.Э. Малышкин
- 7 преподавателей – сотрудники лаборатории СПП
- Выпускники:
 - 2020 г.: 9 бакалавров
 - 2021 г.: 9 бакалавров, 1 магистрант
- Выпущено с 2015 года:
 - 36 бакалавров, 8 магистров

Выпускники-сотрудники ИВМиМГ:

- к.ф.-м.н. м.н.с. **Арыков С.Б.**,
- к.ф.-м.н. м.н.с. **Калгин К.В.**,
- н.с. **Перепёлкин В.А.**

Кафедра параллельных вычислительных технологий **ФПМИ НГТУ (с 1996 г.)**

- зав.каф. В.Э. Малышкин
- 5 преподавателей – сотрудники лаборатории СПП
- Выпускники:
 - 2020 г.: 1 бакалавр, 3 магистранта
 - 2021 г.: 4 бакалавра
- Всего: ~30 магистров, ~40 бакалавров

Выпускники-сотрудники ИВМиМГ:

- д.ф.-м.н. с.н.с. **Куликов И.М.**,
- д.ф.-м.н. с.н.с. **Терехов А.В.**,
- к.ф.-м.н. н.с. **Киреева А.Е.**,
- н.с. **Киреев С.Е.**,
- н.с. **Городничев М.А.**,
- н.с. **Щукин Г.А.**,
- аспирант **Беляев Н. А.**

Особенности наших кафедр

- Студенты участвуют в реальных научных проектах лаборатории:
 - Сильные выпускные работы
 - Участие в конференциях и публикации в журналах
 - Возможность научной карьеры
 - Опыт работы с суперкомпьютерами
- Качественное фундаментальное образование по востребованной специальности:
 - Перспектива хорошего трудоустройства
 - Адаптация к быстро меняющимся технологиям и инструментам в области информационных технологий
- Возможность получить максимальную квалификацию (магистр, кандидат и доктор наук)

9. Взаимодействие с зарубежными партнерами - проекты, гранты, совместные публикации в регулярных зарубежных журналах (не в сборниках трудов конференций)

Партнеры	Совместная работа
Казахский Национальный Университет им. Аль Фараби, г. Алма-ата	участие в грантах минобрнауки РК, 2013-2021 г., публикации WoS, Scopus
Университет международного бизнеса, г. Алма-Ата	организация PaCT-2019
Astana IT-University	участие в гранте минобрнауки РК, 2021г.
Chung Hua University, Taiwan	грант РФФИ, симпозиумы
Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia	инициативные проекты

Область профессиональных интересов нашего коллектива

- Математическое обеспечение высокопроизводительных вычислительных систем
- Системное параллельное программирование
- Автоматизация конструирования параллельных программ для суперкомпьютеров

Параллельные вычисления



Параллельные вычисления — настоящее и будущее компьютерного мира

То, что мы видим как вычислители:

- Многоядерные настольные компьютеры и мобильные устройства
- Массово-параллельные графические ускорители и FPGA
- Большие вычислительные кластера
- Гигантские грид-системы в Интернете

То, чем мы пользуемся:

- Сервисы в Интернете
- Прогноз погоды
- Геологическая разведка
- Компьютерное моделирование в науке и технике
- Компьютерная графика в играх и фильмах

И многое другое!



**В будущем вычислители будут
всё более параллельными!**



Наши проекты

Проект: создание **Ба**зы **Ак**тивных **З**наний (БАЗ)

Предметная область, для которой имеется много накопленных знаний (алгоритмов и программ), напр., моделирование астрофизических процессов методом частиц-в-ячейках

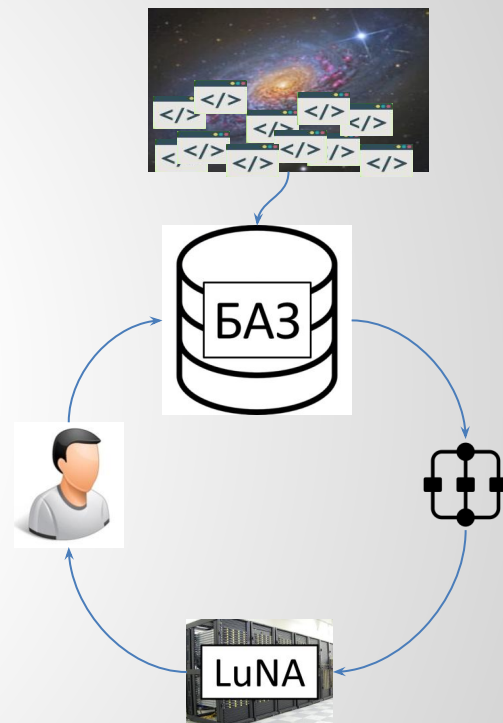
Эти знания включаются в БАЗу в виде модулей (подпрограмм) со спецификацией функциональных и нефункциональных свойств

Пользователь ставит задачу в терминах предметной области (что дано, и что требуется вычислить), и БАЗа синтезирует программу из модулей с учётом их свойств

Сгенерированная программа выполняется системой LuNA на мультимониторе

Направления работ:

- 1) Создание инфраструктуры
- 2) Разработка языка описания предметных областей
- 3) Накопление модулей
- 4) Автоматический синтез алгоритмов и программ с заданными свойствами для решения задач, поставленных на вычислительных моделях
- 5) Управление данными задач



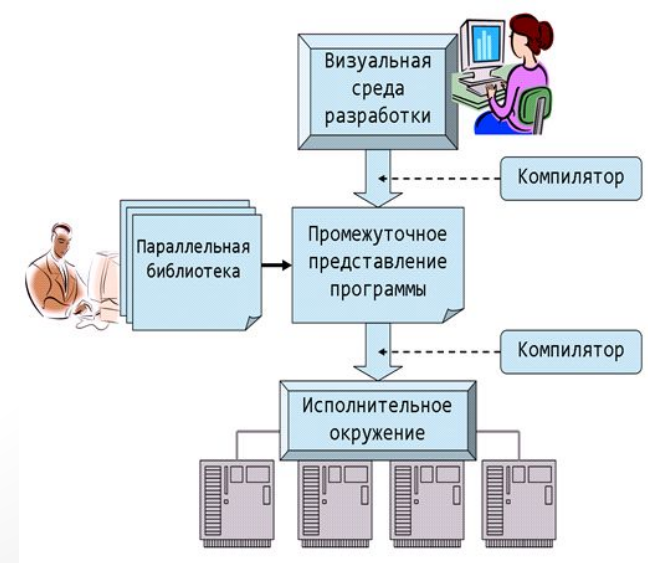
Технология фрагментированного программирования, язык и система программирования LuNA (Language for Numerical Algorithms)

Цель: создание системы программирования, автоматизирующей разработку больших численных моделей для суперкомпьютеров

Текущие результаты:

- Создан прототип системы
- Реализован ряд крупных приложений
- Защищен ряд выпускных квалификационных работ бакалавра и магистерских диссертаций
- Ведётся международное сотрудничество

<https://ssd.sccc.ru/luna>



HPC Community Cloud

Платформа для разработки и развертывания суперкомпьютерных приложений: “суперкомпьютер с человеческим лицом”

Разработка программного комплекса и методов для **организации высокоуровневой работы пользователей** с суперкомпьютерами.

Научная проблематика:

- **унификация интерфейса** взаимодействия программных систем и пользователей с разнородными высокопроизводительными системами,
- визуальный язык для **формального представления знаний об организации вычислительных экспериментов** в произвольных предметных областях, язык спецификации вычислительных задач,
- **генерация пользовательских интерфейсов** для суперкомпьютерных приложений (организации вычислительных экспериментов) на основе формальной спецификации задач,
- **управление задачами и данными вычислительных экспериментов** с целью организации **упорядоченной работы пользователя**, обеспечивающей эффективный поиск результатов расчетов, организацию вычислений на основе результатов ранее проведенных расчетов, автоматизации анализа расчетов, публикации результатов,
- **воспроизводимость вычислительных экспериментов.**

Разработка наукоемких прикладных параллельных программ

- **Разработка параллельных программ**, оптимизация программ в рамках сотрудничества с партнерами в области нефтяной геофизики, сейсмоки, химии и др.:
 - ИНГГ СО РАН, ИТ СО РАН, ИГД СО РАН, НИИНМ
- **Экспертное применение современных средств** к разработке программ (MPI, OpenMP, POSIX Threads, CUDA, OpenCL, Intel libraries and tools, ...)
- **Систематизация опыта разработки** приложений и применения существующих средств и использование его в разработке собственных технологий.

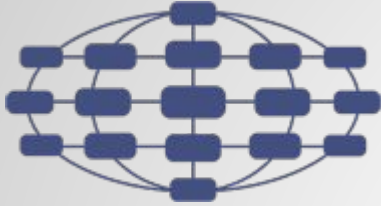
Напутствие

Интенсивная работа в сложном реальном проекте — это хорошая возможность повысить квалификацию

На летней школе созданы условия для такой интенсивной работы, но только от вас зависит, насколько эта возможность будет реализована

Спасибо за внимание!

Вопросы ?



Кафедра Параллельных вычислений ФИТ НГУ

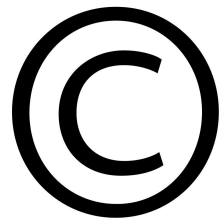
Контактная информация:

Адрес: 630090, пр-т Академика Лаврентьева, 6, г. Новосибирск, Россия

Телефон: 8(383)330-89-94

E-mail: chair@ssd.sccc.ru

Web: <http://ssd.sccc.ru>



Изображения, использованные в презентации, взяты из открытых источников в сети Интернет