



КАФЕДРА суперкомпьютеров и квантовой информатики

КАФЕДРА СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ И КВАНТОВОЙ ИНФОРМАТИКИ ФАКУЛЬТЕТА ВМК МГУ <http://sqi.cs.msu.ru/>

Заведующий кафедрой СКИ – член-корреспондент РАН, профессор Воеводин Владимир Валентинович, ученый секретарь – к.ф.-м.н., ассистент Жуков Константин Андреевич. На кафедре работает 10 сотрудников: 4 доктора наук, 5 кандидатов наук. Ежегодно на кафедру поступает 15 новых студентов 2 курса. На кафедре обучается 25 магистров и 12 аспирантов.

Детали о кафедре можно прочитать чуть ниже, а сейчас коротко о важном: на нашем [сайте \(sqi.cs.msu.ru\)](http://sqi.cs.msu.ru/) вы можете более подробно познакомиться с нашей кафедрой.

- [общая информация о кафедре](#)
- информация по [спецкурсам](#) и [спецсеминарам](#) кафедры
- темы [выпускных кафедральных работ](#) прошлых лет
- [межфакультетские курсы кафедры](#)

Кафедра является одним из организаторов международного научного конгресса ["Суперкомпьютерные дни в России"](#) составной частью которого является ежегодно проводимая на факультете [Суперкомпьютерная академия](#). А также поддерживает партнерство с ведущими научными центрами университета, в том числе:

- [Центр хранения и анализа больших данных](#)
- [Центр квантовых технологий МГУ](#)
- [Суперкомпьютерный комплекс МГУ](#)

А теперь более подробно о кафедральных направлениях работы и делах.

Основные направления научных исследований, проводимых на кафедре: суперкомпьютерные и квантовые вычисления; теоретические и практические проблемы разработки системного и прикладного обеспечения высокопроизводительных вычислительных систем, в том числе, перспективных экзафлопсных систем; разработка компьютерных моделей сложных квантовых систем, элементов квантовых компьютеров и квантовых алгоритмов, решение

задач квантовой криптографии. Важнейшим фундаментальным направлением исследований является изучение структуры алгоритмов и создание методов их отображения на архитектуру суперкомпьютеров. На кафедре проводятся исследования и выполняются практические разработки суперкомпьютерных методов обработки данных большого объема на основе эволюционных вычислений и нейросетевых алгоритмов, методов прогнозирования и настройки эффективности параллельных программ для систем сверхвысокой производительности. Разрабатываются параллельные методы обработки многомерных сеток и сеточных данных, используемых при проведении вычислительных экспериментов. Разрабатываются и исследуются методы управления потоками задач на суперкомпьютерных системах и комплексах.

Кафедра участвует в проведении междисциплинарных исследований по решению на суперкомпьютерах актуальных прикладных задач в различных научных областях. Проводятся исследования и разрабатываются принципы выполнения суперкомпьютерного кодизайна для больших, практически важных задач. Создаваемые параллельные алгоритмы и программы проходят верификацию и валидацию на высокопроизводительных вычислительных системах МГУ, в том числе, на суперкомпьютерах Ломоносов-2, Ломоносов, Blue Gene/P, высокопроизводительном кластере Полюс, построенном на базе процессоров IBM Power8 и графических процессоров NVIDIA P100.

Кафедра поддерживает тесные контакты с ключевыми институтами Российской академии наук, российскими университетами, ведущими отечественными и зарубежными IT-компаниями: Intel, IBM, NVIDIA, LG Electronics, Hewlett-Packard Enterprise, Т-Платформы, НИЦЭВТ, ОИЯИ, РСК, ТЕСИС, ИПМ РАН, ИВМ РАН, ИСП РАН, ФТИАН РАН, ННГУ, ЮУрГУ, ИТМО, САФУ и многими другими.

Обучение кафедральных студентов 3 и 4 курсов проводится на 2-ух потоках: первом и третьем, с закреплением студента за конкретным потоком при зачислении на кафедру. Студенты, выбравшие направление "Суперкомпьютеры", обучаются по программе 3-его потока. Студенты, выбравшие направление "Квантовая информатика", могут учиться либо по программе 3-его потока, либо по программе 1-ого потока. При заполнении анкеты для распределения на кафедру нужно указать выбранное направление: квантовая информатика - с указанием потока или суперкомпьютерные системы (по умолчанию 3-ий поток). Обучение проходит в двух подгруппах – первого и третьего потоков - в соответствии с выбранным направлением, с сохранением общих занятий по общекафедральным дисциплинам.

Специальные семинары (http://sqi.cs.msu.ru/learning/spec_sem/)

“Параллельные вычисления” – руководитель чл.-корр. РАН, проф. Воеводин Вл.В.

Направления работ спецсеминара:

- исследование архитектуры параллельных вычислительных систем, современных микропроцессоров и суперкомпьютеров,
- разработка методов суперкомпьютерного кодизайна,
- разработка методов анализа и увеличения эффективности суперкомпьютеров,
- технологии параллельного программирования,
- разработка компонент программного стека системного уровня для суперкомпьютерных систем,

- средства и инструменты разработки параллельных программ,
- широкий спектр исследований в области анализа структуры программ и алгоритмов.

«Квантовая информатика и квантовая криптография»

Руководители: проф. Ю.И.Ожигов, проф. С.Н.Молотков, асс. Н.А.Сковорода

Семинар посвящен многокубитной квантовой информатике. Основные темы:

- квантовая запутанность,
- компьютерные модели квантовых систем,
- элементы квантовых компьютеров,
- математические вопросы, связанные с криптографической стойкостью протоколов квантового распределения ключей, устройством современных систем квантовой криптографии, а также смежные с квантовой криптографией вопросы квантовой информатики.

«Суперкомпьютерная обработка данных с использованием нейросетей и эволюционных вычислений»

Руководители: доц. Н.Н.Попова, снс Н.М.Ершов, Д.Ю.Буряк

Научные направления :

- Изучение и разработка методов и моделей для исследования поведения параллельных программ для высокопроизводительных систем. Акцент делается на системах с рекордным числом процессорных узлов с неоднородной архитектурой, т.е. с использованием многоядерных процессоров и графических ускорителей.
- Разработка, исследование и применение параллельных эволюционных алгоритмов (разработка подходов к автоматическому выбору эволюционных алгоритмов для решения оптимизационных задач на суперкомпьютерах).
- Разработка и исследование параллельных методов нейросетевой обработки данных (построение параллельных нейросетевых моделей, настройка гиперпараметров нейросетевых моделей, разработка параллельных методов обучения нейросетей, различные аспекты параллельного глубинного обучения)

«Сеточные методы суперкомпьютерного моделирования»

Руководители: чл.-корр. РАН, проф. М.В. Якобовский, асс. И.М.Никольский, н.с. К.А.Жуков

Семинар посвящен параллельным методам обработки многомерных сеток и сеточных данных, используемых при проведении вычислительных экспериментов, в том числе:

- 3-d моделирование;
- физические симуляции на сетках;
- параллельные алгоритмы;
- генерации, адаптивному измельчению и декомпозиции сеток;
- визуализации, компрессии и вводу/выводу сеток и сеточных данных;
- технологиям и средствам обработки расчетных сеток большого размера;
- динамической балансировке загрузки процессоров при решении сеточных уравнений.

Курсы лекций, читаемых для студентов кафедры.

«Квантовые вычисления» – проф. Ожигов Ю.И.

«Основы квантовой информатики» – проф. Молотков С.Н.

«Средства и системы параллельного программирования» – доц. Попова Н.Н.

«Естественные модели параллельных вычислений» – с.н.с. Ершов Н.М.

«Параллельные высокопроизводительные вычисления» – проф. Якововский М.В.

«Параллельная обработка больших графов» – к.ф.-м.н. Семенов А.С.

«Администрирование суперкомпьютерных систем» – с.н.с. Жуматий С.А.

«Суперкомпьютерные системы и приложения (на английском языке)» – чл.-корр. РАН Воеводин Вл.В., доц. Попова Н.Н.

«Высокопроизводительная и распределенная обработка данных» – доц. Никольский И.М.

«Технологии распределенного хранения и обработки данных» - доц. Никольский И.М.

Специальные курсы кафедры

«Квантовая информатика» – проф. Ожигов Ю.И.

«Введение в квантовую теорию» – проф. Ожигов Ю.И.

«Моделирование квантовых систем» - проф. Ожигов Ю.И.

«Квантовая криптография» – проф. Молотков С.Н.

«Нейронные сети и их практическое применение» – к.ф.-м.н. Буряк Д.Ю.

«Высокопроизводительные вычисления на кластерах с использованием графических ускорителей NVIDIA» - А. Юлдашев, Nvidia, И. Афанасьев, НИВЦ МГУ

«Возможности открытых пакетов для решения задач МСС» - Стрижак С.В., к.т.н., ИСП РАН

«Применение платформы Python для высокопроизводительных вычислений» - Русол А.В., к.т.н., с.н.с. ГЕОХИ РАН

«Взаимная адаптация вычислительных алгоритмов и специализированных вычислительных ускорителей» - д.ф.-м.н. Лацис А.О.

«Ускорение вычислений по стандарту OpenCL на ПЛИС Altera FPGA» - Висторовский А.Е., АО «Алмаз-СП»

Магистерские программы

На кафедре проводится обучение по 2-ум магистерским программам интегрированной магистратуры и одной двухлетней магистерской программе:

"Суперкомпьютерные системы и приложения" (научные руководители: профессор, чл.-корр. РАН Вл.В.Воеводин, доц. Н.Н.Попова) и **"Квантовая информатика"** (научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. Ю.И.Ожигов).

2-ухлетняя магистерская программа **"Технологии параллельного программирования и высокопроизводительные вычисления"** (научные руководители: чл.-корр. РАН, профессор Вл.В. Воеводин, доц. Н.Н.Попова)

Суперкомпьютерная академия (<http://academy.hpc-russia.ru/>)

Ежегодно кафедра организует и проводит суперкомпьютерную Академию. Суперкомпьютерная Академия — крупнейшее образовательное мероприятие в России, предоставляющее уникальную возможность пройти обучение по широкому спектру специализаций в области суперкомпьютерных технологий и

параллельных вычислений с прохождением практики на суперкомпьютерах МГУ Ломоносов-2, Ломоносов, Полус, Blue Gene/P.

Учебная программа Академии состоит из лекций по актуальным проблемам суперкомпьютерных технологий и высокопроизводительных вычислений, углубленных учебных курсов (треков), мастер-классов и тренингов по конкретным темам применения суперкомпьютерных технологий и разработки параллельных алгоритмов и программ для высокопроизводительных вычислительных систем.

В программу Академии входит научная конференция, на которой слушатели Академии представляют свои научные работы. Во время работы Академии проводится множество смежных учебных мероприятий: тренинги и мастер-классы от ведущих компаний, экскурсии на суперкомпьютерный комплекс МГУ, научно-популярный лекторий и многое другое.





Международная научная конференция “Суперкомпьютерные дни в России”(<http://russianscdays.org/>)

Ежегодно в конце сентября кафедра организует и проводит центральную суперкомпьютерную конференцию в России “Суперкомпьютерные дни в России”. С 2020 года конференция будет проводиться как международный конгресс. Конференция собирает представителей науки, промышленности, бизнеса, образования, государственных органов, учащихся - всех тех, кто связан с разработкой или использованием суперкомпьютерных технологий, квантовых вычислений, технологий глубокого обучения, систем хранения данных, сетевых технологий, технологий работы с большими данными. В работе конференции активное участие принимают студенты и аспиранты кафедры.

Международное сотрудничество

Кафедра активно развивает международное сотрудничество с ведущими научными и учебными центрами мира для выполнения научных исследований и организации учебного процесса. Сотрудники кафедры входят в состав программных и организационных комитетов более чем 30 крупнейших международных конференций, форумов и семинаров, проводимых по тематике кафедральных работ, выступают с приглашенными и пленарными лекциями, участвуют в международных выставках. В чтении лекций и проведении семинарских занятий на кафедре участвовали такие ученые с мировым именем, как Jack Dongarra и Thomas Sterling. Вл.В.Воеводин является главным редактором международного научного журнала “Supercomputing Frontiers and Innovations”, редакционный совет которого объединил ведущих профессионалов в данной области.

Ожигов Ю.И. является членом редколлегии сборников Quantum Computers and Computing и Proceedings of SPIE. В 2018 году читал лекции в Жечженьском университете (Ханчжоу, Китай).