

Московский университет и суперкомпьютерные технологии

Ректор МГУ имени М. В. Ломоносова, академик В. А. Садовничий

26 сентября 2022 года

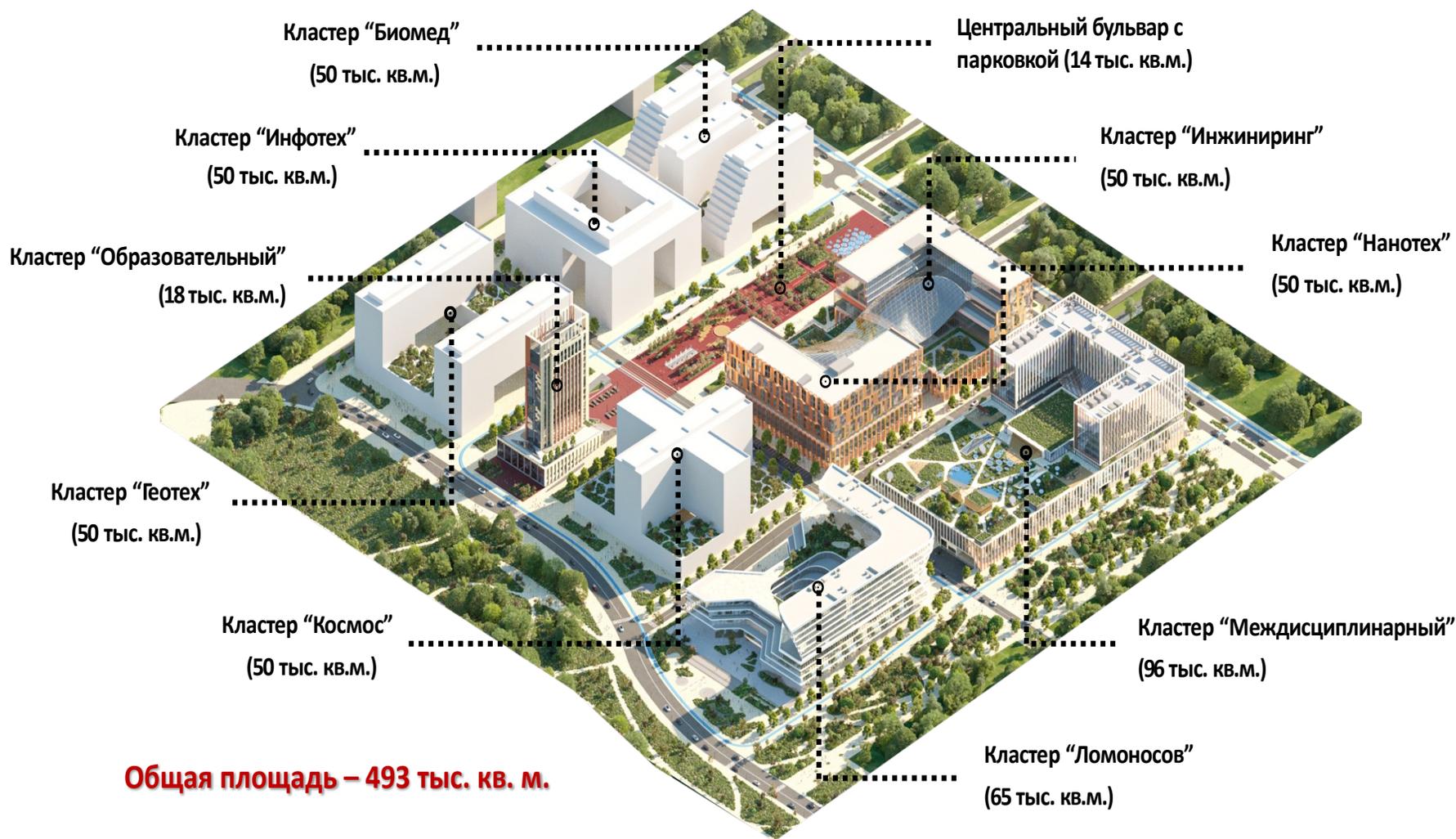


Развитие вычислительной техники в МГУ (с 1956 года до наших дней)





ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы»



– новая площадка с передовой инфраструктурой, которая объединяет компании научно-технологической направленности и обеспечивает условия для эффективной разработки и коммерциализации инновационных продуктов с помощью экосистемы.



Суперкомпьютерная модель речного стока (элемент модели Земной системы)

Проблема: Прогноз речного стока в рамках систем прогноза погоды и моделей Земной системы

Решение: Модель термогидродинамики речной сети на основе уравнения диффузионной волны

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial([U_0 + U_*]S)}{\partial x} = E_r + \frac{\partial}{\partial x} k_S \frac{\partial S}{\partial x},$$

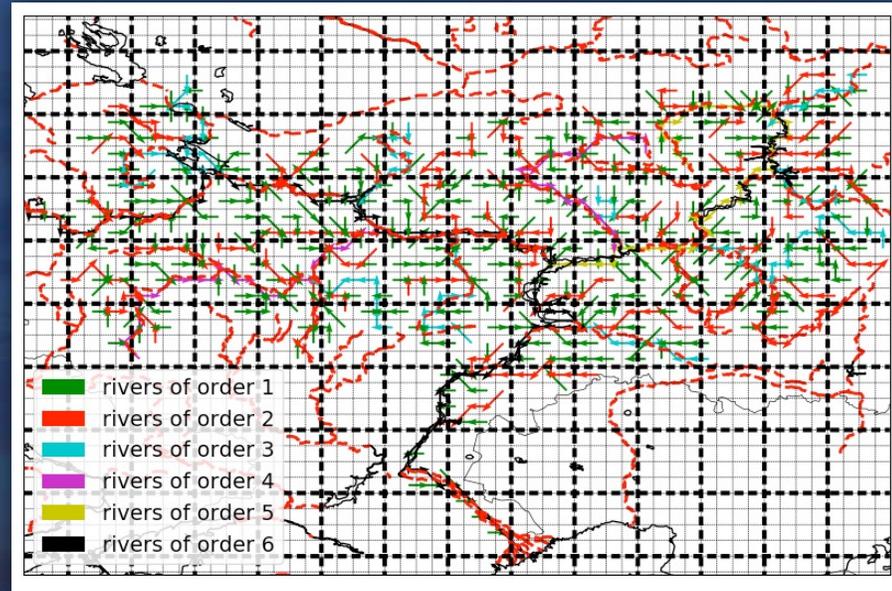
$$U_0 = \frac{1}{n} R^{2/3} s^{1/2},$$

$$R = f(S).$$

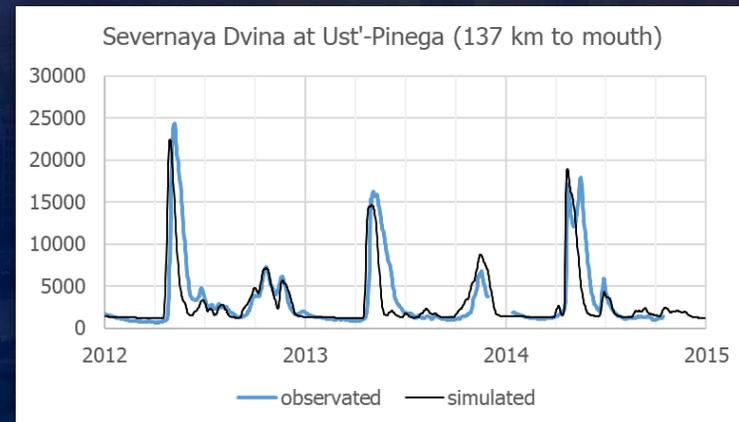
Параллельная реализация для гибридных суперкомпьютеров MPI+OpenMP

Перспектива: Внедрение модели в систему численного прогноза погоды ПЛАВ и национальную модель Земной системы ИВМ РАН

*Бассейн р. Волга
на сетке 0.5°x0.5°*



*Сравнение
рассчитанного
стока с данными
измерений
(р. Северная
Двина)*





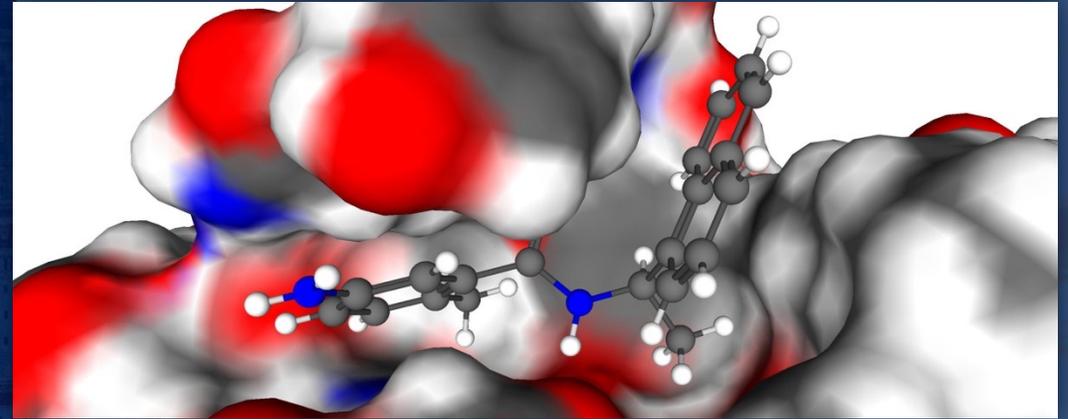
Суперкомпьютерный дизайн лекарств (разработка лекарств прямого действия на коронавирус SARS-CoV-2)

✓ Конвейер разработки ингибиторов

Суперкомпьютерное моделирование (докинг и квантовая химия), скрининг больших баз данных органических соединений, экспериментальное тестирование *in vitro* на рекомбинантных белках, *in vivo* на живом вирусе в культуре клеток, *in vivo* на сирийских хомячках

✓ Консорциум

НИВЦ МГУ, Воронежский ГУ, ГНЦ ВБ «Вектор», Институт молекулярной медицины Сеченовского ГУ, Китайский фармацевтический университет (Нанкин) и др.



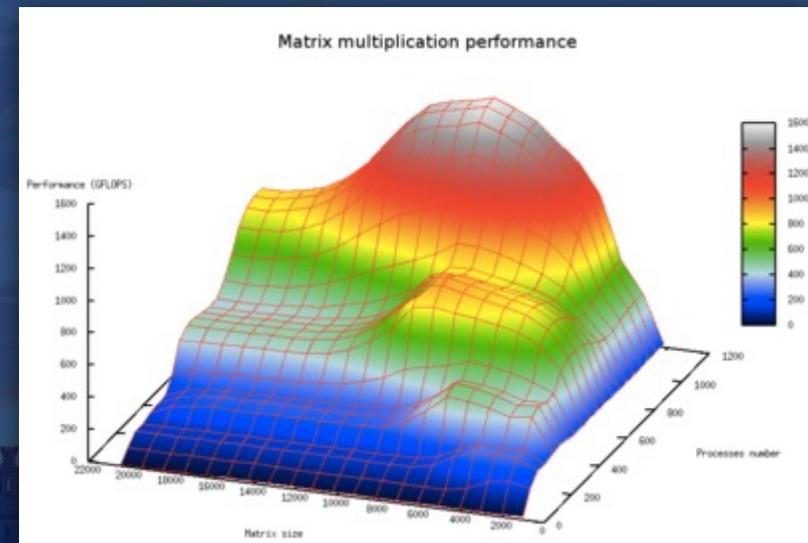
✓ Новые ингибиторы SARS-CoV-2

- Запатентованы новые вещества, подавляющие репликацию коронавируса в культуре клеток ($EC_{50} = 0.5 \mu M$) и в животных
- Открыты новые соединения, ингибирующие 2'О-метилтрансферазу ($K_d = 2 \mu M$)
- Среди известных лекарств найдено вещество, ингибирующее главную протеазу ($IC_{50} = 9 \mu M$)



Энциклопедия свойств алгоритмов AlgoWiki (описание параллельных свойств алгоритмов)

✓ AlgoWiki – это **открытая энциклопедия по свойствам алгоритмов и особенностям их реализации** на различных программно-аппаратных платформах от мобильных платформ до экзафлопсных суперкомпьютерных систем с возможностью коллективной работы всего мирового вычислительного сообщества.



Algorithm classification

Algorithm classification view - Edit classification - Moderation - Help

Filters: by keywords: matrix | vector | Fourier | FFT

Architectures: GPU | VEC | MPP | SMP | void | void | void | void

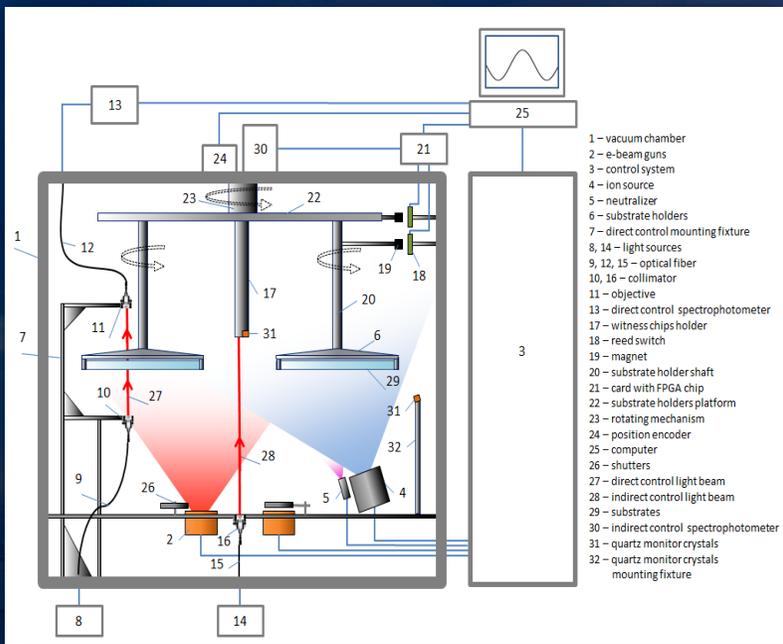
Subjects [hide]

Subject	GPU	VEC	MPP	SMP	Architectures
1. Linear algebra problems					
1.1. Matrix and vector operations					
1.1.1. Vector operations					
1.1.1.1. Uniform norm of a vector: Real version, serial-parallel variant					
1.1.1.2. Matrix-vector operations					
1.1.2. Matrix-vector operations					
1.1.2.1. Multiplying a nonsingular matrix by a vector					
1.1.2.2. Dense matrix-vector multiplication					
1.1.2.2.1. Multiplying a matrix of special form by a vector					
1.1.2.2.2. Fourier transform					
1.1.2.2.2.1. Fast Fourier transform for composite dimension					
1.1.2.2.2.1.1. Fast Fourier transform for powers-of-two					
1.1.2.2.2.1.2. Fast Fourier transform for even powers-of-two					
1.1.2.2.2.1.3. Fast Fourier transforms for NVIDIA GPUs (cuFFT)					
1.1.2.2.2.1.4. FFT customization for Vector Processor					
1.1.2.2.2.1.5. FFT compilation on SMP systems					
1.1.2.2.2.2. Fast Fourier transform for composite dimension with small prime divisors (2,3,5,7)					
1.1.2.2.2.2.1. Fast Fourier transform for prime dimension					
1.1.3. Matrix operations					
1.1.3.1. Dense matrix multiplication					
1.2. Matrix decompositions					
1.2.1. Matrix decomposition problem					
1.2.2. Triangular decompositions					

✓ Энциклопедия непрерывно развивается. В последнее время построена **модель поведения пользователей энциклопедии** AlgoWiki в рамках различных ролей, что делает использование Открытой энциклопедии алгоритмов AlgoWiki более удобным для пользователей.



Решение обратных задач оптики слоистых покрытий (вычислительные технологии для проектирования многослойных покрытий)



✓ Разработаны эффективные методы оптимизации многопараметрических задач проектирования покрытий

✓ Разработаны высокоточные методы решения обратных задач контроля напыления покрытий: сверху справа – покрытие для зеркала телескопа



✓ Остекление кабины пилота с уникальным многофункциональным защитным покрытием



Новые томографические технологии (ультразвуковые источники излучения)



- **Разработка ультразвукового томографа** для диагностики рака молочной железы на ранних стадиях заболевания
- Это **сложная нелинейная обратная задача**, число неизвестных которой составляет около **10^9** . Реконструкция скоростного разреза осуществляется по зарегистрированным данным волнового поля на детекторах. Объем данных составляет около **10 Гб**
- Для реконструкции структуры мягких тканей необходимо использовать суперЭВМ. В качестве суперкомпьютера в томографе можно использовать **компактный GPU-кластер**.
- Основные технические решения разрабатываемого УЗ томографа и алгоритмы реконструкции мягких тканей защищены **Евразийским патентом ЕП № 036092**



Центр «Сверхзвук» Московского университета

- В 2020 г. в рамках национального проекта «Наука» МГУ выиграл конкурс на создание центра мирового уровня по сверхзвуку
- **Консорциум:** Центральный аэрогидродинамический институт, Институт прикладной математики РАН, Институт авиационного моторостроения, МГУ, Московский авиационный институт и др.
- **Соруководитель:** Садовничий В.А.



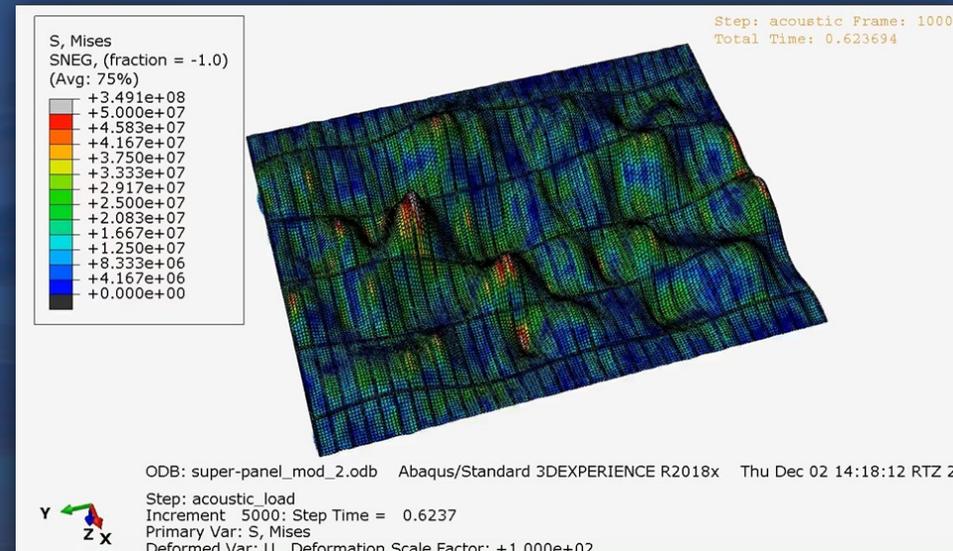


Центр мирового уровня «Сверхзвук» (текущие результаты в МГУ)

Лаборатория «Аэроакустика и вибрации»

Исследование влияния падающего акустического излучения на отклик деформируемых элементов конструкций

Визуализация
вибрации
конструкции
под действием
акустической
нагрузки



Лаборатория «Искусственный интеллект и безопасность полетов»

Теоретические и экспериментальные исследования в области технологий виртуальной и дополненной реальности для пилотажного стенда СПС

Экспериментальная установка: вращающаяся динамическая платформа для обеспечения контролируемых вращательных движений испытуемого, гарнитуры виртуальной реальности HTC Vive Pro Eye и фиксатор головы



Система мониторинга климатически активных веществ (важнейший инновационный проект государственного значения)

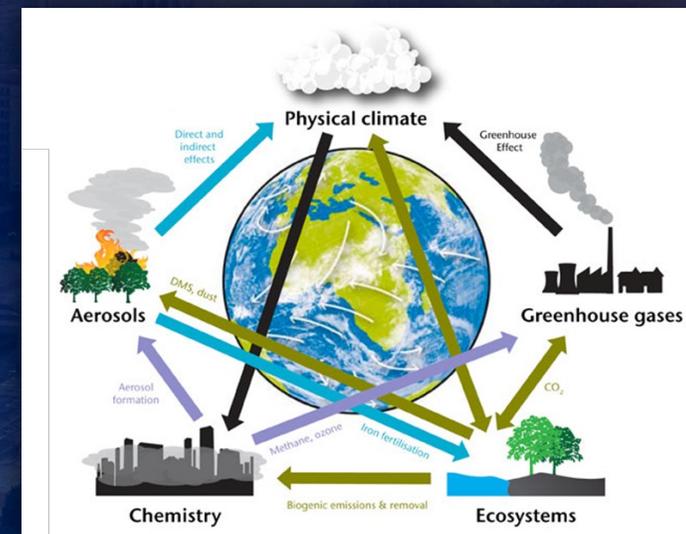
Федеральная научно-технологическая программа в области экологического развития РФ и климатических изменений (2021-2030 гг.)

Мегапроект создания Единой национальной системы мониторинга климатически активных веществ (2022-2024 гг.)

Центр моделирования и прогнозирования глобального климата

Разработка российской глобальной (суперкомпьютерной) модели Земной системы мирового уровня

- Институт вычислительной математики
- МГУ (НИВЦ, факультет почвоведения)
- Институт прикладной геофизики
- Гидрометцентр России
- Институт физики атмосферы
- Институт прикладной физики
- Карельский научный центр
- Российский государственный гидрометеорологический университет





Филиал МГУ в Сарове





Филиал МГУ в Сарове создан в соответствии с указаниями Президента России от 28 ноября 2020 года



Пресс-слу



Президенту Российской Федерации
Путину В.В.

№ 1993

О создании филиала
МГУ имени М.В. Ломоносова
на базе РФЯЦ-ВНИИЭФ

Уважаемый Владимир Владимирович!

С 2000 года в ядерном оружии и Комплексе России (далее – ЯОК), благодаря принятым Вами решениям, проводится планомерная работа по развитию вычислительной и экспериментальной базы для подтверждения надежности и безопасности ядерного арсенала в условиях отсутствия натуральных ядерных испытаний. На сегодняшний день техническая оснащенность российских федеральных ядерных центров (далее - РФЯЦ) многократно превосходит существовавшую во времена СССР.

Проблемным остается вопрос привлечения к работе в отрасли кадров высшей квалификации. Практически отсутствует приток высококвалифицированных молодых специалистов из ведущих вузов страны (МГУ имени М.В. Ломоносова, МФТИ, МИФИ, МГТУ имени Баумана и др.). Более того, происходит непрерывный отток молодых специалистов из ЯОК, поскольку занятые «традиционной» физикой не отвечают амбициям молодых ученых, а режимные ограничения и снижение социальных стандартов жизни в закрытых городах не способствует формированию имиджа РФЯЦ как привлекательных работодателей.

Во времена СССР на работу в ЯОК в рамках системы целевых распределений направлялись лучшие выпускники ведущих вузов страны, что гарантировало преемственность научных школ и развитие фундаментальных направлений исследований в институтах-разработчиках





«Быстрый старт» филиала МГУ в Сарове

- ✓ Лицензирование и аккредитация образовательной деятельности;
- ✓ Подготовка **5** новых магистерских программ в области физики и математики:
 - «Вычислительные методы и методика моделирования»;
 - «Суперкомпьютерные технологии математического моделирования и обработки данных»;
 - «Лазерная нелинейная оптика и фотоника»;
 - «Теоретическая физика»;
 - «Экстремальные электромагнитные поля, релятивистская плазма и аттосекундная физика».
- ✓ Ремонт и оснащение учебного корпуса филиала МГУ.





Филиал МГУ в Сарове

- ✓ Обучение по **3** магистерским программам в области вычислительной математики и суперкомпьютерных технологий:
 - *«Вычислительные методы и методики моделирования»*
 - *«Суперкомпьютерные технологии математического моделирования и обработки данных»*
 - *«Фундаментальная информатика и информационные технологии»*



2021 год: первый набор в магистратуру (**50** мест).
2022 год: набор в магистратуру на бюджетные места (**50** мест) и аспирантуру (**10** мест).



Коллектив филиала МГУ в Сарове



Академики – 4

Чл.-корр. РАН – 4

Доктора наук – 12

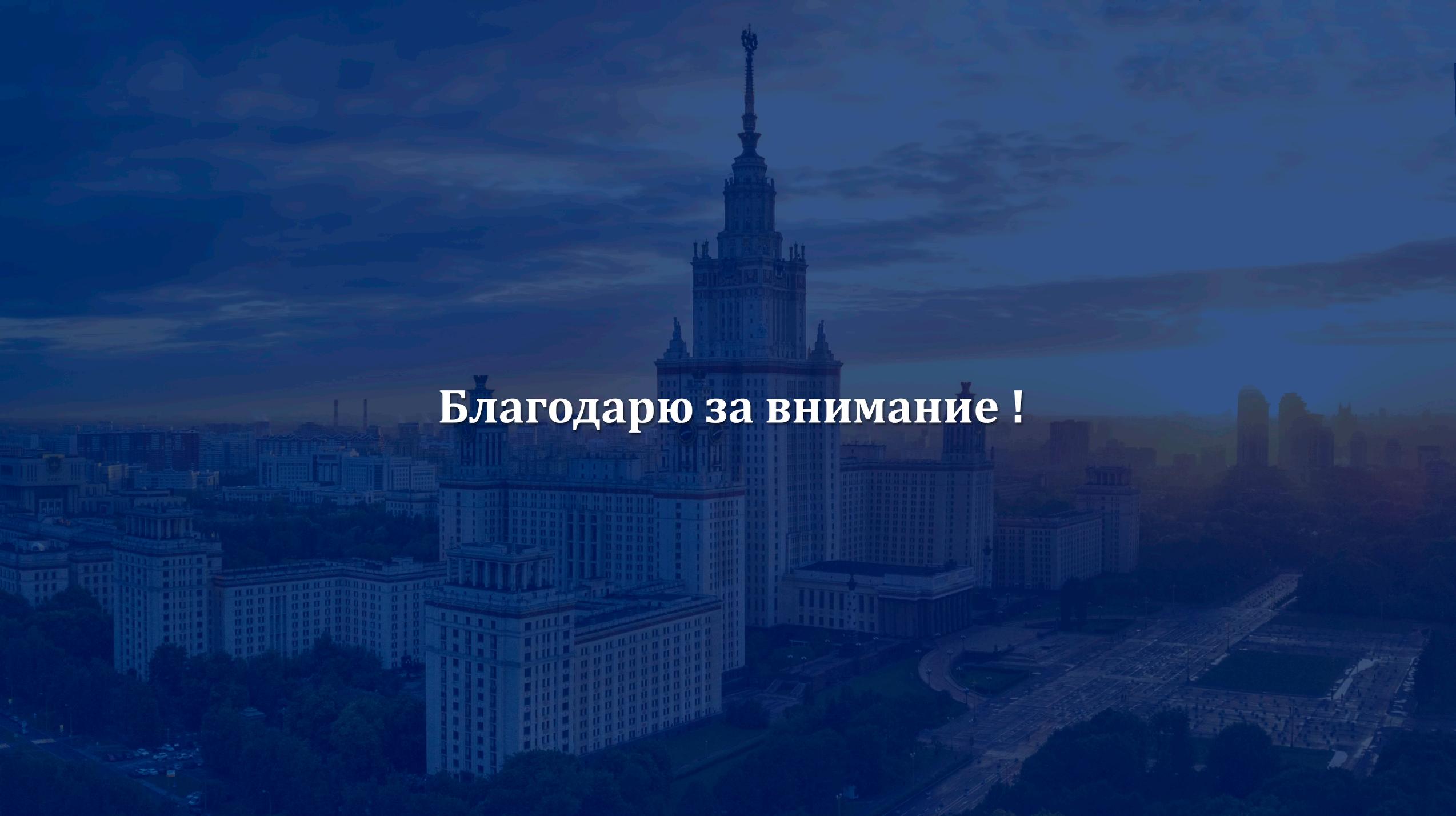
Кандидаты наук – 20



Прием в Филиал МГУ в Сарове



Направление подготовки	План приема на бюджет	Количество заявлений	Конкурс по заявлениям
Прикладная математика и информатика	15	57	3,8
Фундаментальная информатика и информационные технологии	10	55	5,5
Физика	25	67	2,68
Итого	50	179	3,8



Благодарю за внимание !