



УНИВЕРСИТЕТ
ЛОБАЧЕВСКОГО

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

iTmm



МЕЕРОВ И. Б.

**КАФЕДРА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ
И СИСТЕМНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

ВЫСТУПЛЕНИЕ ПЕРЕД СТУДЕНТАМИ 2 КУРСА

ВЕСНА 2024


История: МОЭВМ – МОСТ - ВВСП



1973 г.: Кафедра математического обеспечения ЭВМ
(Р. Г. Стронгин)

2015 г.: Кафедра математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий
(Р. Г. Стронгин)

2023 г. Создание новой кафедры «Высокопроизводительных вычислений и системного программирования»


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»
(ННГУ)

18.07.2023


ПРИКАЗ № 06.49-04-036/123
Нижний Новгород

О внесении изменений в структуру
Института информационных технологий,
математики и механики

В целях совершенствования организации учебного процесса в Институте информационных технологий, математики и механики, повышения качества подготовки специалистов в области суперкомпьютерных технологий, высокопроизводительных вычислений, системного программирования и в соответствии с решением ученого совета ННГУ от 28.06.2023 (протокол № 7)

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Создать в структуре Института информационных технологий, математики и механики кафедру высокопроизводительных вычислений и системного программирования с даты издания настоящего приказа.
2. Ввести из структуры кафедры математического обеспечения и суперкомпьютерных технологий Института информационных технологий, математики и механики лабораторию суперкомпьютерных технологий и высокопроизводительных вычислений и ввести ее в структуру кафедры высокопроизводительных вычислений и системного программирования Института информационных технологий, математики и механики с даты окончания проведения организационно-штатных мероприятий в соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации.
3. Управлению кадров (Субботина Т.А.) провести организационно-штатные мероприятия в соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации.
4. Управлению корпоративного развития (Полозова А.В.) обеспечить размещение копии настоящего приказа на официальном сайте ННГУ в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» на главной странице подраздела «Документы» специального раздела «Сведения об образовательной организации».
5. Управлению кадров (Субботина Т.А.) обеспечить размещение копии настоящего приказа на корпоративном портале ННГУ.
6. Контроль за исполнением настоящего приказа оставляю за собой.

И.о. ректора  О.В. Трофимов

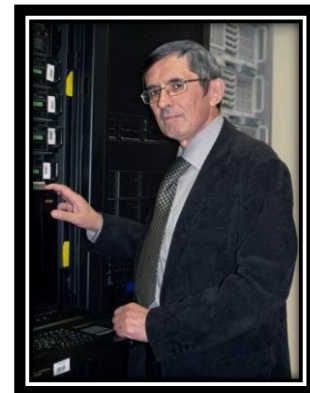
Предпосылки создания кафедры

- Сложившиеся **научно-образовательные школы**, известные в стране и за рубежом:
- Применение **суперкомпьютерных технологий** и **высокопроизводительных вычислений** для решения научных и инженерных задач
- Применение методов **компьютерной графики, компьютерного зрения, машинного обучения и искусственного интеллекта** в научных и инженерных приложениях



Результаты в области СКТ

- **Центр СКТ ННГУ** – часть национальной системы центров исследований и разработок по суперкомпьютерным технологиям (СКТ), созданной в России в 2011 как часть проекта «Суперкомпьютерное образование»
 - **Образование** (25+ новых курсов)
 - **Исследования** (Гранты и проекты)
 - **Экосистема** (25+ научных школ и конференций)
 - **Инфраструктура** (Суперкомпьютер «Лобачевский»)

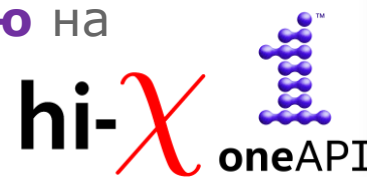
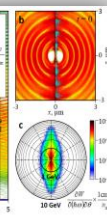
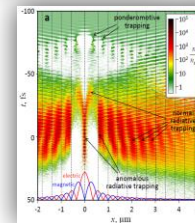
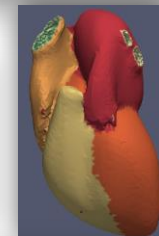
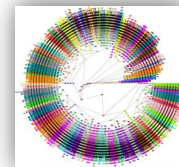
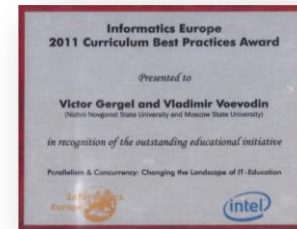
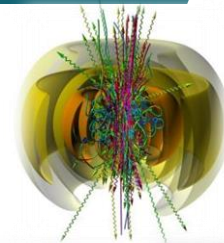


В.П. Гергель
(1955 – 2021)



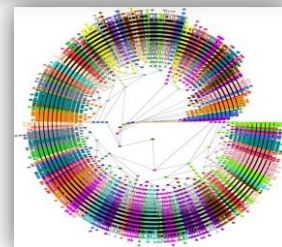
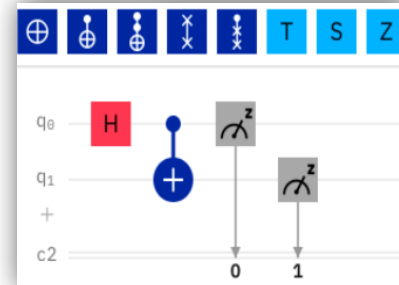
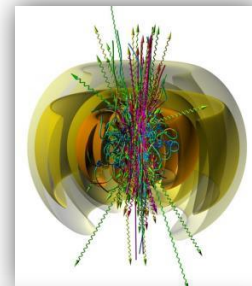
Результаты в области СКТ

- Совместно с МГУ получен приз за **лучший учебный план по параллельным вычислениям** (Informatics Europe-2011)
- Выигран международный конкурс **Student Cluster Competition** в номинации Highest Linpack Value (SC-11)
- Новые курсы и книги внедрены **более чем в 20 университетах России**
- Организованы **новая магистерская программа** по СКТ (2018)
- Открыт **один из первых в мире центров по гетерогенному программированию** на базе модели oneAPI (2021, Мееров И.Б.)



Центр гетерогенного программирования

- **Руководитель:** доц. Мееров И.Б.
- Первый в России и 4й в мире центр oneAPI, открыт в 2021 году при поддержке Интел
- **С 2023 г.** продолжает работу при поддержке конкурсного финансирования
- Передовые разработки и международное признание в области **высокопроизводительных вычислений**
- **Эффективное использование современных и перспективных вычислительных архитектур**
 - **Как быстро считать?** Как решать большие задачи?
 - Как рационально использовать оборудование?
- **Сотрудничество** с ИПФ РАН, ВНИИЭФ, РКЦ по лазерной физике, квантовым вычислениям, алгоритмам на графах



Проектная работа с наиболее мотивированными и активными студентами (десятки успешно выполненных проектов)

Лаборатория: руководитель доц. И.Б. Мееров

- 2003-2022 г. лаб. ННГУ-Интел. **С 2023 года – лаборатория YADRO**
- Студенты 2-6 курсов, аспиранты, преподаватели и научные сотрудники
- Дополнительное бесплатное проектно-ориентированное образование
- Сотрудничество с другими кафедрами (МОСТ, АГДМ, ПРИН, ПМ...)
- **Более 600** успешных выпускников, лидеры ИТ-индустрии



Лаборатория КГ и мультимедиа...

Передовые разработки в области ML, AI, CV, графики

Лаборатория: руководитель проф. В.Е. Турлапов

- **2002:** научно-образовательное направление КГ на ВМК
- **2006:** лаборатория КГ и мультимедиа с тематикой обработка изображений; компьютерное зрение; КГ.

Лаборатория заняла **3 место** среди вузов мира на международном конкурсе ETISEO по компьютерному зрению.

- **2008-2011:** лидирующие позиции в области КГ, центр проведения научных школ при поддержке компании Интел и Правительства РФ
- **2011:** первый в России NVIDIA CUDA Research Center
- **2011-2017:** Центр биомедицины и вычислительных технологий – участник проекта Сколково





Передовые разработки в области ML, AI, CV, графики

- **2019-2020**: обеспечивает подготовку и работу IT-квантума Нижегородского кванториума по тематике обработки изображений дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса на языке Python
- **2023**: участвует в госпрограмме ДЗЗ из космоса группами спутников нового типа «CubeSat» с разрешением изображения 4.5м/пиксель
- **Выпускники**: защищено более **150** дипломных работ, **6** аспирантских работ, **3** кандидатских дисс.
- **Партнеры (с 2002)**: ВНИИЭФ, Гарда, Хуавей, ИПФ РАН, ИВМ РАН, ВМК МГУ, ИТМО, Интел, Nvidia...
- Новая **маг. программа** на ФИИТ



Сотрудники (2024г.)

Кафедра (ППС)

14 сотрудников + **14** совместителей из индустрии



Мееров И.Б.
зав. каф.



Турлапов В.Е.
проф.



Козинев Е.А.
доцент



Кустикова В.Д.
доцент



Сысоев А.В.
доцент



Горшков А.В.
доцент



Пирова А.Ю.
ст. преп.



Васильев Е.П.
ст. преп.



Линев А.В.
ст. преп.



Свистунов А.Н.
ст. преп.



Лебедев И.Г.
преп.



Волокитин В.Д.
преп.



Панова Е.А.
асс.



Воденева А.А.
асс.



Лаборатория (УВП)

10 сотрудников



Зав. лаб.
Лебедев И.Г.

Ведерников А.С. лаборант
Гергель А.В. вед. прогр.
Гетманская А.А. прогр. 1 кат.
Кабанова О.М. прогр. 1 кат.
Панова Е.А. прогр.
Парфенова Е.К. прогр. 2 кат.
Родимков Ю.А. инженер
Сысоев А.В. прогр. 1 кат.
Шанин А.В. прогр.

- Кафедра отвечает за преподавание дисциплин программистского профиля
- **Бакалавриат:**
 - Прикладная математика и информатика (ИТММ)
 - Фундаментальная информатика и ИТ (ИТММ)
 - Фундаментальная информатика и ИТ (англ., ИТММ)
- **Магистратура:**
 - *ПМИ*: Вычислительные методы и СКТ (Мееров)
 - *ФИИТ*: Искусственный интеллект (Турлапов) – совместно с каф. АГДМ и компанией Хуавей
- **Аспирантура**

*На кафедре около **100** дипломников и аспирантов*

Семестр 5

- Параллельное программирование (MPI)
- Интернет-программирование
- Оптимизация производительности программ

(Сысоев А.В.)
(Свистунов А.Н.)
(Мееров И.Б.)

Семестр 6

- Операционные системы
- Инструменты программирования
- Параллельное программирование (OpenMP)

(Линев А.В.)
(Замалиев Э.)
(Сысоев А.В.)

Семестр 7

- Основы компьютерного зрения
- Разработка сетевых приложений на Java

(Бовырин А.В.)
(Козинов Е.А.)

Семестр 8

- Технологии распределенной обработки

(Свистунов А.Н.)

- Параллельное программирование (Сысоев А.В.)
- Интернет-программирование (Свистунов А.Н.)
- Инструменты программирования (Замалиев Э.)
- Оптимизация производительности программ (Мееров И.Б.)
- Введение в теорию трансляторов (Лычков М.,
Оболенский А.)
- Основы компьютерного зрения (Бовырин А.В.)
- Разработка сетевых приложений на Java (Козинов Е.А.)
- Технологии распределенной обработки (Свистунов А.Н.)
- Профессиональный C++ (Сысоев А.В.)

- **Высокопроизводительные вычисления и СКТ** (И.Б. Мееров...)
 - *Численное моделирование лазерной плазмы* (**партнер** ИПФ РАН)
 - *Квантовая динамика и квантовые вычисления* (**партнеры** – каф. ПМ, ФФ ННГУ, РКЦ)
 - *Алгоритмы на графах и их приложения* (**партнеры** – каф. ИАНИ ННГУ, ВНИИЭФ, каф. ПМ ННГУ, ИББМ ННГУ)
 - *Оптимизация программ для перспективных вычислительных архитектур* (**партнер** – YADRO, Альянс RISC-V)
- **Компьютерная графика, МО и ИИ** (В.Е. Турлапов...).
Партнеры – Гарда, Хуавей, YADRO, ИББМ ННГУ...

Большой научно-образовательный задел за последние 25 лет

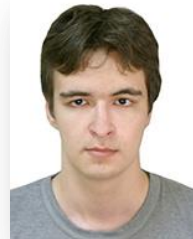
Признанные в стране и за рубежом школы по ВВ/ПП и КГ

- **Гранты** (РНФ, РФФИ, ГЗ, Матцентр, П2030, КНП...)
В данный момент: участие в ГЗ, Матцентре, проект в П2030
- **Договорные работы** (Интел, Хуавей, YADRO, ВНИИЭФ...)
В данный момент: 1 пр. Хуавей, 1 пр. Гарда, 2 пр. YADRO
- **Организация крупных школ и конференций** по СКТ и ИИ, работа в редколлегиях журналов (*Мееров: JoCS, Турлапов: PRIA*)
- **Успешное руководство аспирантами** (4 дисс., 10+ выпуск. работ)
- **Учебники/оригинальные тиражируемые курсы** по ВВ/СКТ/КГ
- **4й в мире центр компетенций** по гетерогенному прогр. (*Мееров*)
- **Участие в работе СК Лобачевский, НОЦ/ЦКП «СКТ-Приволжье»**

Проекты (Алгоритмы + RISC-V)

приоритет2030[^]
лидерами становятся

- Разработка крупномасштабного промышленного ПО
- **Лидер направления – В.Д. Волокитин**
- Проект по разработке базовых математических библиотек для перспективных вычислительных архитектур (RISC-V)



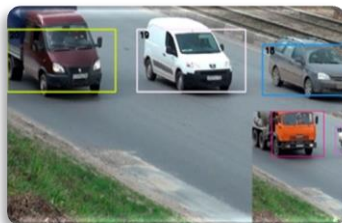
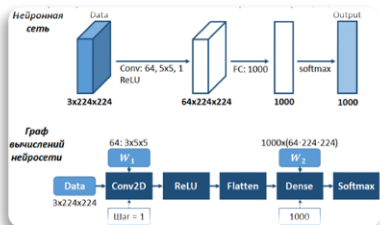
sqrt *sin* *exp* $f(x,y)=0$  



Проекты (ИИ и RISC-V)

Анализ производительности современных фреймворков глубокого обучения

- **Лидер направления** – **доц. В.Д. Кустикова**
- Разработка открытых кодов и инфраструктуры

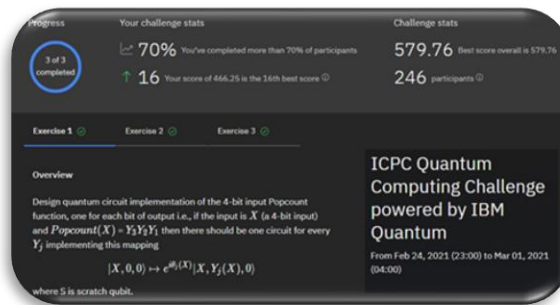


Программный комплекс для бенчмаркинга моделей DL

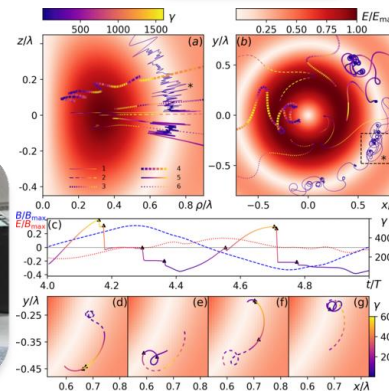
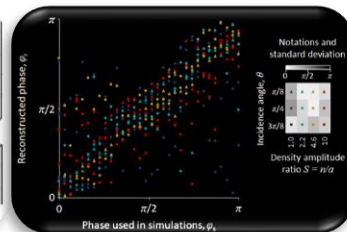
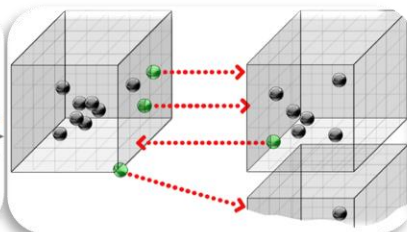
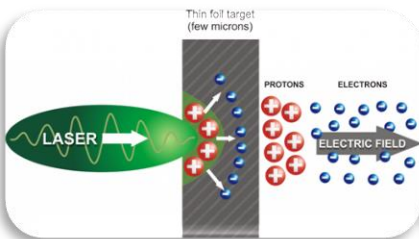


Проекты (Квантовые вычисления)

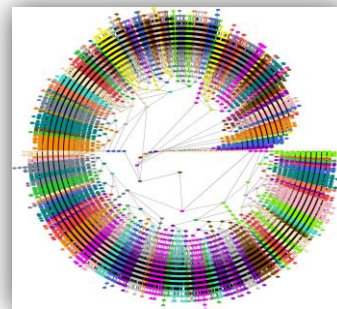
- **Лидер направления – зав. лаб. А.В. Линев**
- **Разработка алгоритмов** для квантовых компьютеров
- **Изучение возможностей** квантовых компьютеров
- **Работа на реальном квантовом компьютере**
- **Сотрудничество** с ФФ и каф. ПМ ННГУ, РКЦ, МГУ, МИСИС
- Студенты кафедры – **призеры международных конкурсов** по квантовым вычислениям (2023)



- Суперкомпьютерное моделирование лазерной плазмы
- **Лидер направления – доц. Мееров И.Б.**
- Устойчивая группа от **10** до **15** н.с. (ННГУ, ИПФ РАН...)
- **Коды мирового уровня** (PICADOR, Hi-Chi), доклады на ключевых конференциях, активное сотрудничество, гранты и проекты, публикации в ведущих журналах
- **Высокопроизводительные вычисления**, масштабные расчеты. **Студенты** – победители конкурсов докладов на крупных конференциях



- **Параллельные алгоритмы на графах**
- **Лидер направления – ст. преп. Пирова А.Ю.**
- **Разработки** в области параллельного решения вычислительно-трудоемких задач алгоритмами на графах
- **Решение больших разреженных систем линейных уравнений**
- Переупорядочение, раскраска графов, поиск кратчайших путей и др. классические **графовые алгоритмы**
- **Приложения** в задачах вычислительной биологии
- Связь с методами **машинного обучения и ИИ**



Проекты (Анализ производительности)



- **Лидер направления – доц. Горшков А.В.**

- **Разработки и исследования** в области:

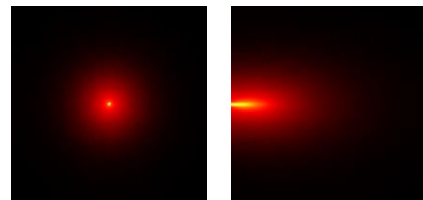
- Высокопроизводительных вычислений (HPC)
- Методов и библиотек для ускорения приложений
- Инструментов анализа производительности

- **Работа с гетерогенными системами:**

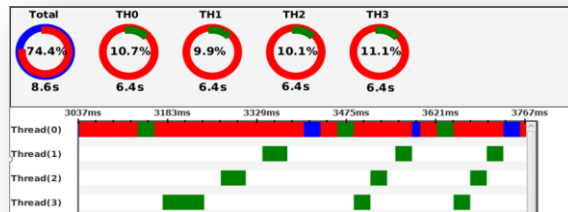
- Центральные процессоры (CPU)
- Графические процессоры (GPU)
- AI-ускорители (NPU)

- **Низкоуровневое программирование**
и архитектурный анализ современных
вычислительных платформ

Монте-Карло-моделирование
распространения света на DPC++



Инструмент для анализа
производительности OpenMP-приложений



Эмуляция исполнения CUDA-кода на CPU

```
IMAD.WIDE R2, R10, R11, c[0x0][0x168]
LDG.E 64 R4, [R2.64]
LDG.E 64 R6, [R2.64+0x8]
LDG.E 64 R8, [R2.64+0x10]
IMAD.WIDE R10, R10, R11, c[0x0][0x178]
DADD R4, R4, c[0x0][0x170]
DADD R6, R6, c[0x0][0x170]
STG.E 64 [R10.64], R4
```

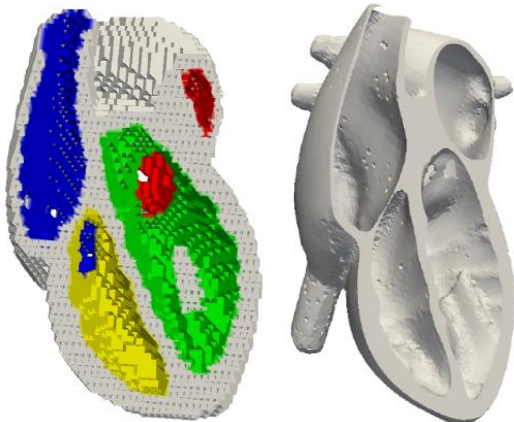
Руководитель направления КГ – проф. В.Е. Турлапов



Евгений Васильев

Неоднократный
победитель и
призер хакатонов
по ИИ.

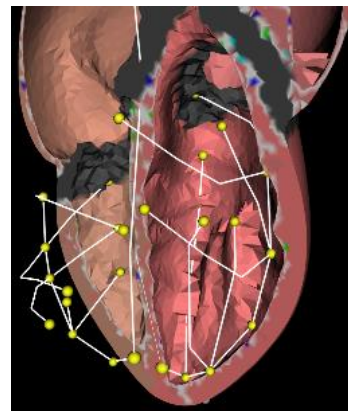
Создание рекордного по производительности метода генерации конечноэлементной модели сердца со сглаживанием, конечноэлементной и графовой модели сети электровозбуждения, визуализации процесса возбуждения.



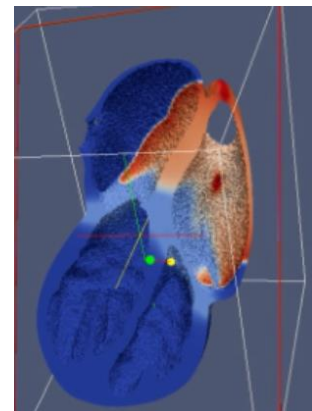
Зонированная конечноэлементная (КЭ) модель без и со сглаживанием



КЭ-модель с КЭ проводящими путями



КЭ-модель с графовой моделью проводящих путей



Визуализация процесса возбуждения на КЭ модели

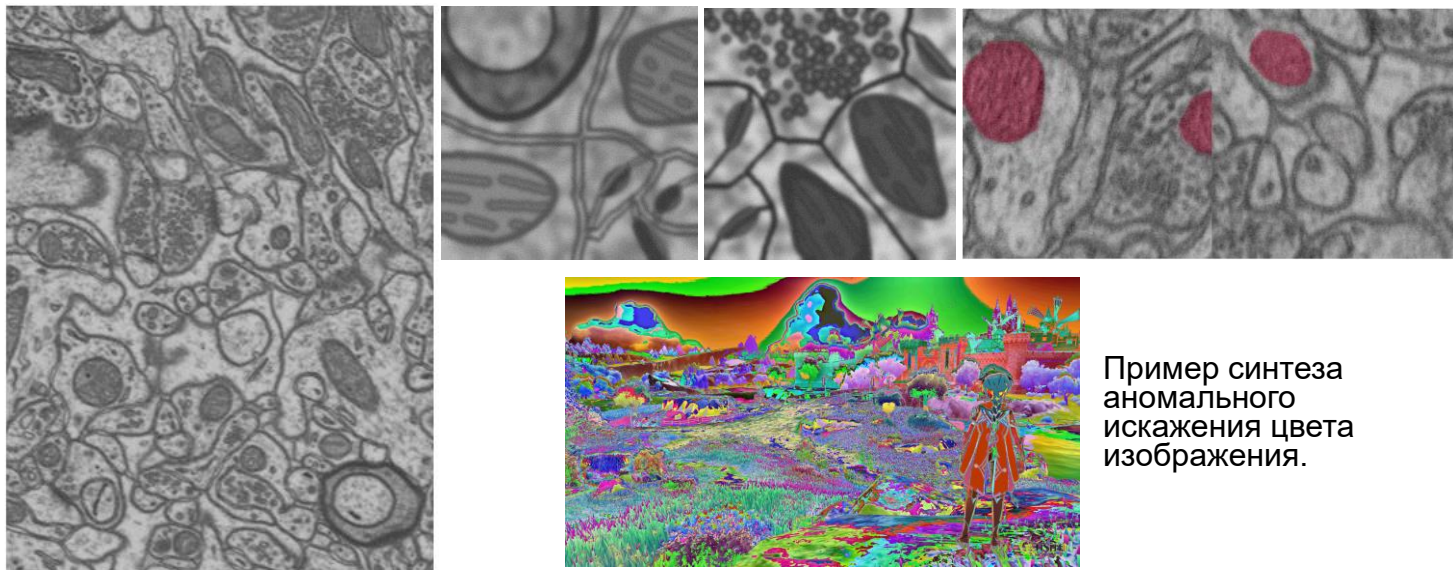
Проекты (Генерация синтетических данных)

Руководитель направления КГ – проф. В.Е. Турлапов



Николай Соколов

Автор синтетических датасетов с разметкой для тренировки нейросетей глубокого обучения.



Пример синтеза аномального искажения цвета изображения.

Фрагмент слоя электронной микроскопии (ЭМ) и изображений органелл клеток мозга для датасета: 1) геометрическая имитация органелл; 2) имитация с помощью диффузионной модели.

Проекты (Ранняя диагностика стресса растений)

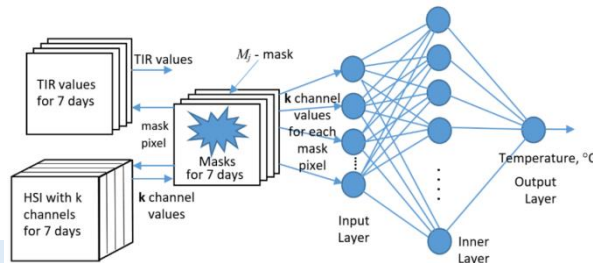
Руководитель направления КГ – проф. В.Е. Турлапов



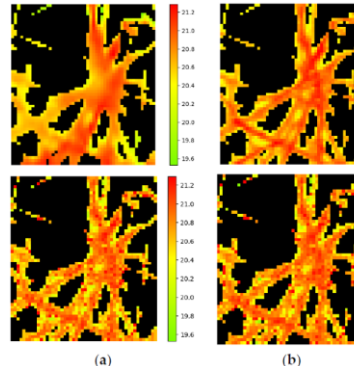
Максим Лысов

Специалист по моделям объяснимого ИИ в ранней диагностике стресса растений.

Показано, что ранняя диагностика стресса растений возможна на 2-х статистических признаках любого популярного вегетационного HSI-индекса, если в их число входит (max-min) или entropy. Это дает точность, близкую к 1, более высокую, чем на большем числе признаков.



$$\text{Loss function: } RMSE = \sqrt{\sum_{j=1}^2 \sum_{m \in M_j} (p_{j,m} - y_m)^2 / n_r} \quad (4)$$



Удалось обучить HSI значениям температур растений с точностью 0.3°C.

Проекты (Технологии космического мониторинга)

Руководитель направления КГ – проф. В.Е. Турлапов

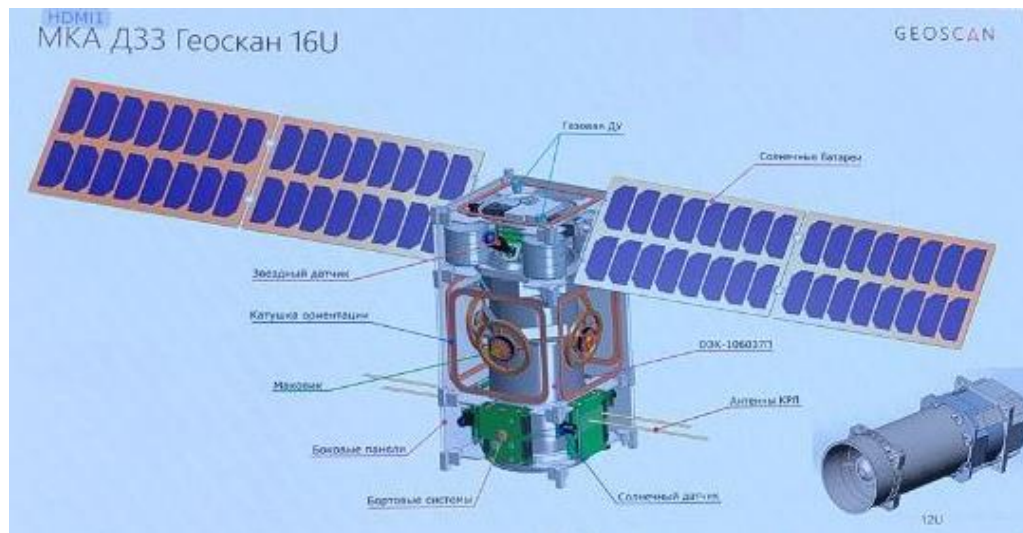
Участие в государственной программе РФ «Технологии космического мониторинга для решения задач аграрного сектора (Space-π)»

Сеть спутников в технологии CubeSat, покрывающая всю территорию России, оснащенных мульти- и гиперспектральными камерами сверхточного разрешения (4.5-2.5 м/пиксель и точнее)

Наша задача:

обработка мультиспектральных (MSI) и гиперспектральных (HSI) изображений для ранней диагностики засухи и заболеваний (стрессов) растений, мониторинга окружающей среды на территории России.

В 2024 году будет запущен и спутник ННГУ формата 16U.



Спутники из 16 кубиков CubeSat (U = куб со стороной 10см)

ПРИХОДИТЕ К НАМ НА КАФЕДРУ!

- Востребованные в индустрии тематики
- Индивидуальная и групповая проектная работа
- Участие в проектах вместе с научными руководителями
- Участие в школах, конференциях, опыт выступлений и подготовки публикаций



Контакты

[Страница кафедры на сайте ИТММ](#)



Заведующий кафедрой: Мееров Иосиф Борисович
meerov@vmk.unn.ru