УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

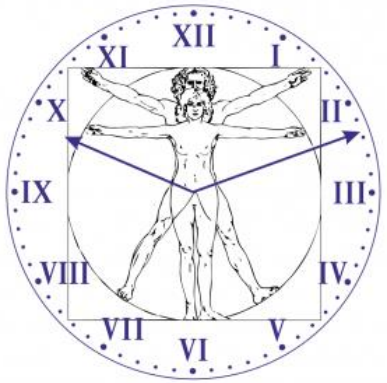
ПЕРЕДОВЫЕ ЗАДАЧИ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ

Заведующий кафедрой Прикладной математики
института ИТММ
М.В. Иванченко, д.ф.-м.н.

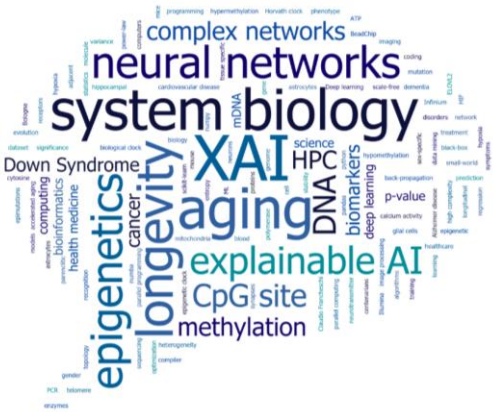
Научные направления

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

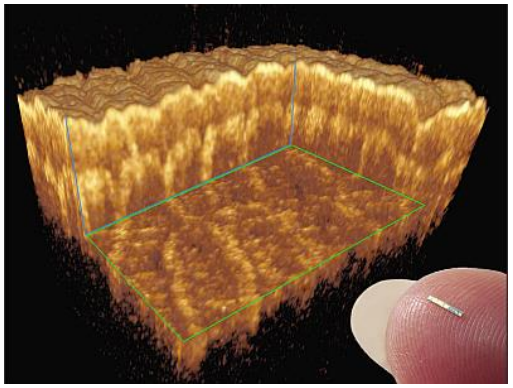
- Медицина здорового старения



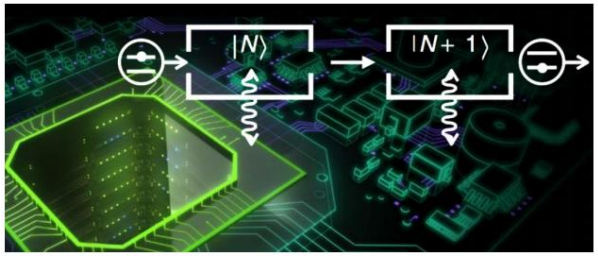
- Explainable artificial intelligence



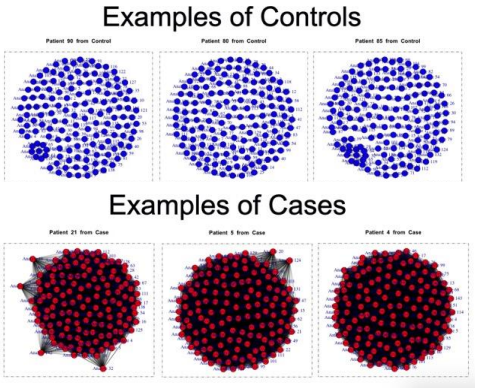
- Вычислительная фотоника



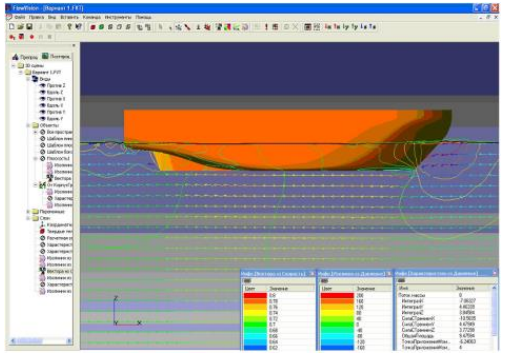
- Квантовые вычисления



- Биоинформатика



- Инженерная математика



Медицина здорового старения

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

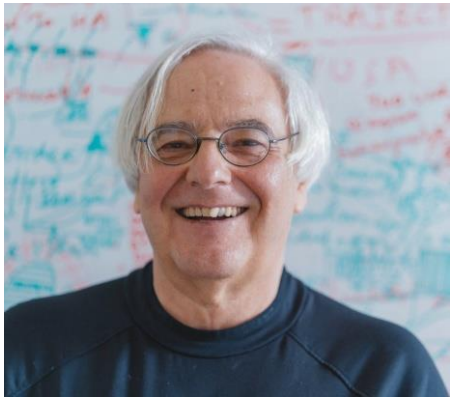
Цели исследования:

- Разработка новых стратегий по обеспечению здорового долголетия, увеличению продолжительности и качества жизни населения.
- Поиск сверхранних маркеров, определяющих переход от физиологического старения к развитию патологических изменений.

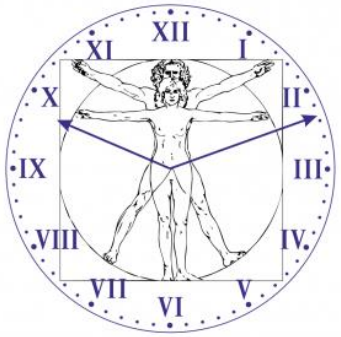
Партнеры:

- Университет Болоньи
- Университетский колледж Лондона
- Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН
- Российский геронтологический научно-клинический центр (Москва)
- Воронежский государственный университет инженерных технологий
- Клиническая больница № 3 (Нижний Новгород)

Научный руководитель



Профессор
Клаудио Франчески
(Claudio Franceschi)

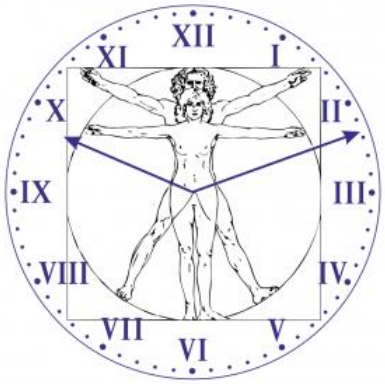


www.dpm-ageing.unn.ru

Медицина здорового старения

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

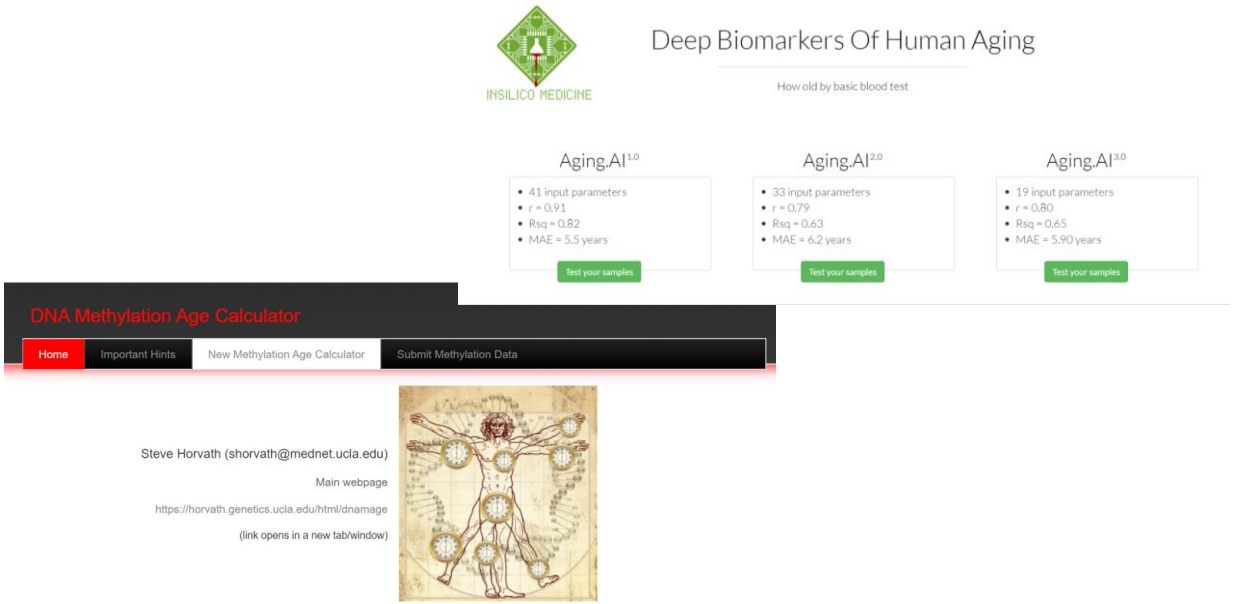
- Хронологический (календарный) возраст
- «Биологический» возраст
  Учитывает эффект наследственных (генетических) факторов, влияние окружающей среды, образа жизни, здоровья и возраста на процессы старения.



Эти два показателя могут отличаться, особенно в зрелом и преклонном возрасте.

Биомаркеры возраста:

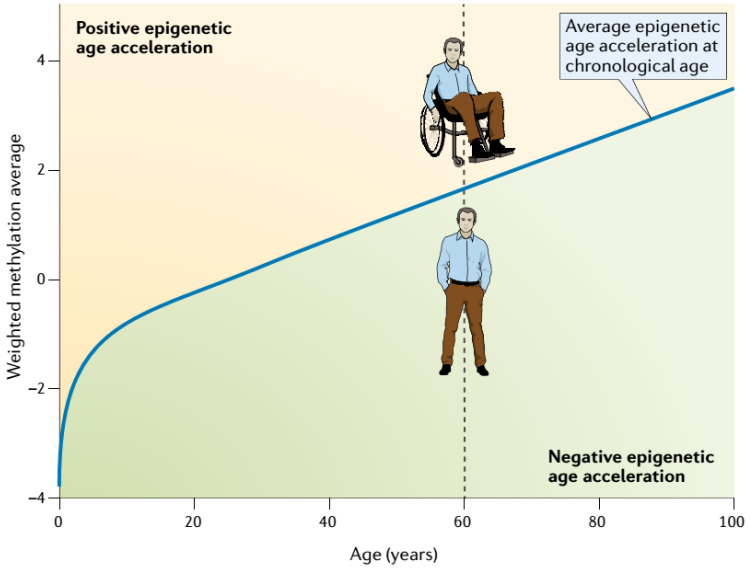
- Биохимия крови
- Эпигенетика
- Метаболомика
- fMRI
- Фото



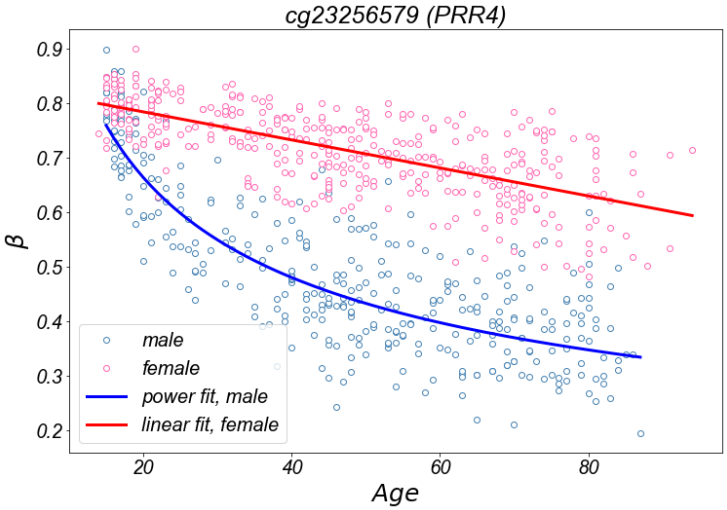
Медицина здорового старения

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

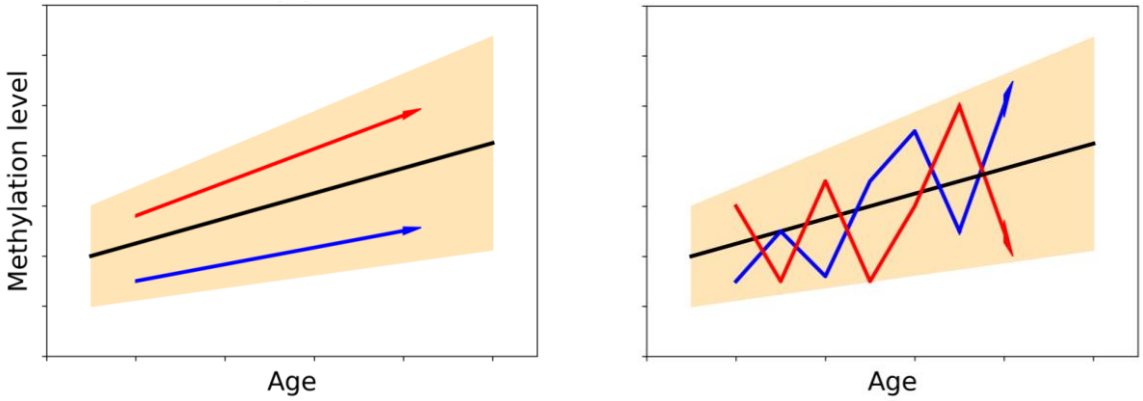
- Эпигенетические часы



- Гендер-специфичные эпигенетические биомаркеры



- Возрастная изменчивость метилирования ДНК



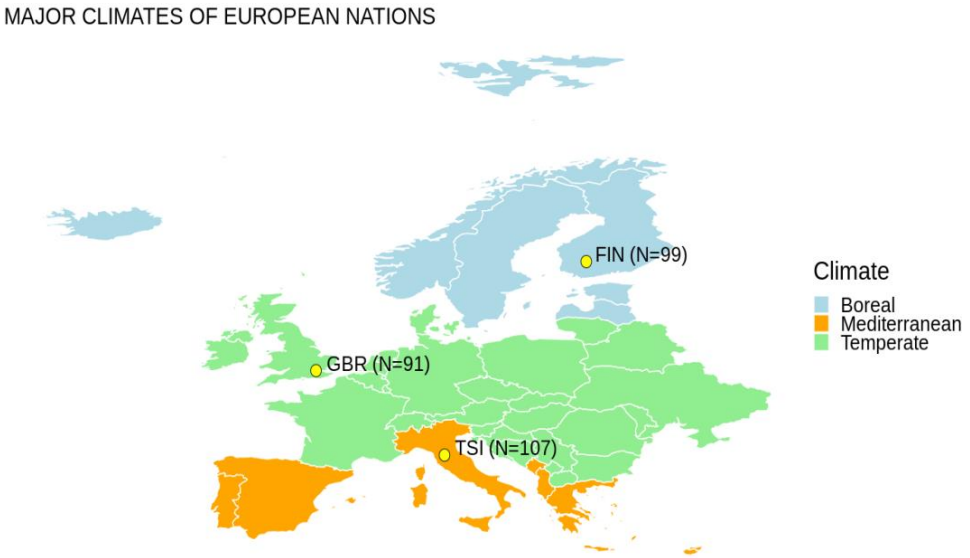
Медицина здорового старения

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

- Применение методов машинного обучения для анализа митохондриально-ядерных взаимодействий в различных популяциях из разных биогеографических и климатических областей
- Поиск популяционно-специфичных генов и их взаимодействий
- Анализ данных большой размерности

Кристина Джулиани

Алёна Калякулина



Explainable artificial intelligence

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Цели исследования:

- Создание систем искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) нового поколения, способных к выявлению и быстрой коррекции ошибок
- Применение новых технологий:
  - выявление сверхранних предикторов заболеваний
  - анализ климатических данных
  - инженерия новых материалов
  - разработка нейросетей, реализующих информационно-вычислительные функции мозга

Научный руководитель

Профессор
А.Н. Горбань

Партнеры:

- Университет ИТМО
- ИПМ РАН
- ИСП РАН
- ПИМУ

Explainable artificial intelligence

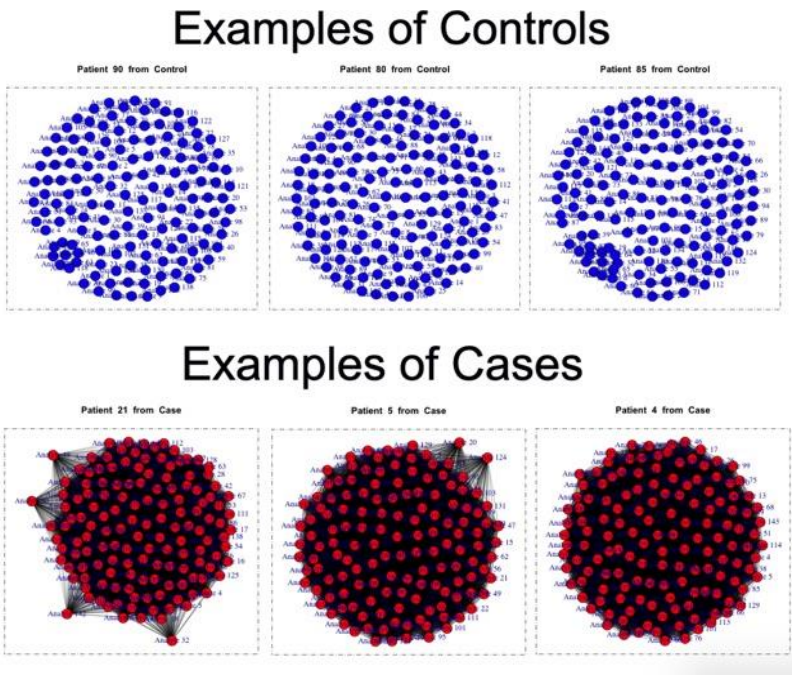
УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Новые методы ИИ и сетевого анализа для:

- Ранней диагностики заболеваний
- Идентификации и предсказания дискретного состояния заболевания (например, для коронавируса: 0 – здоров, 1 – бессимптомное протекание, 2 – ИВЛ, 3 – смерть)
- Идентификации и предсказания непрерывного состояния заболевания
- Мульти-маркерного протеомного анализа с целью ранней диагностики рака

Алексей Заикин

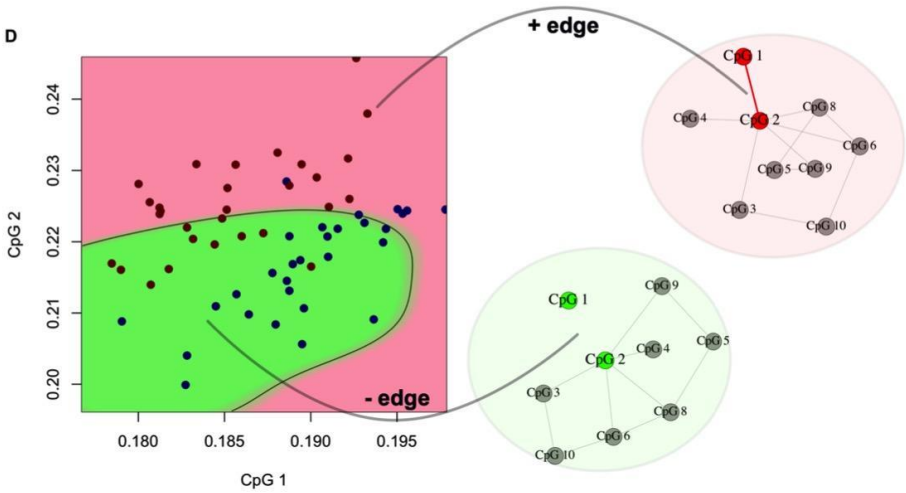
UCL



Explainable artificial intelligence

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Логически прозрачный ИИ был реализован в виде обучения классификатора по топологии паренклитических графов для пациентов с COVID-19



Support us this December
Power vital, open, independent journalism
Contribute → Subscribe →
Search jobs Sign in Search UK edition
The Guardian
News Opinion Sport Culture Lifestyle More
World ▶ Europe US Americas Asia Australia Middle East Africa Inequality Global development

7 Dec 2020

Coronavirus

Covid blood test can predict patient survival chances

Protein analysis provides digital picture of immune response and mortality risk, say scientists

Coronavirus - latest updates
See all our coronavirus coverage

Linda Geddes
Mon 7 Dec 2020 11.26 GMT

707

"We can predict which patients will need oxygen support and ventilator support quite accurately, and we also have markers for patients who are not that severely ill initially, but are at high risk of getting worse," said Ralser, whose research is published as a preprint but has not yet been peer reviewed.

▲ It is unlikely that a blood test alone would ever be used to dictate which patients are allocated ICU beds. Photograph: Murtaja Lateef/EPA

A blood test has been developed that can predict whether Covid patients will need intensive care – or are even likely to survive – shortly after they develop symptoms.

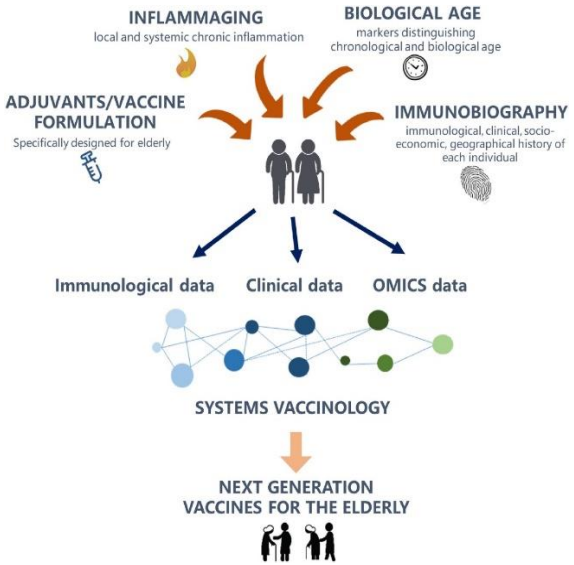
https://www.theguardian.com/world/2020/dec/07/covid-blood-test-predict-patient-survival-chances

Explainable artificial intelligence

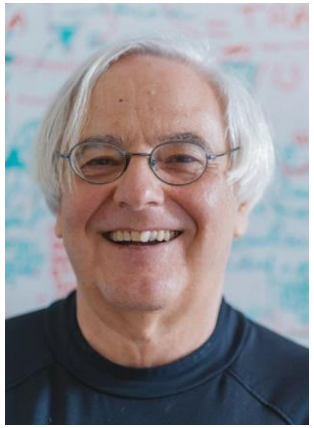
УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

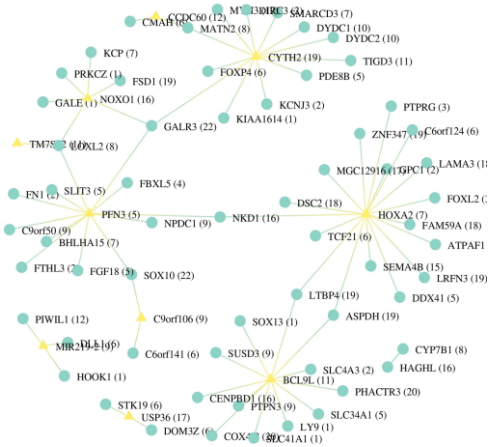
- Анализ эпигенетических данных. Разработка новых моделей определения биологического возраста
- Построение нейросетей для выявления ранних признаков заболеваний
- Методы прозрачного искусственного интеллекта для выявления маркеров механизмов заболевания и терапевтических мишеней.

Михаил Иванченко



Клаудио Франчески

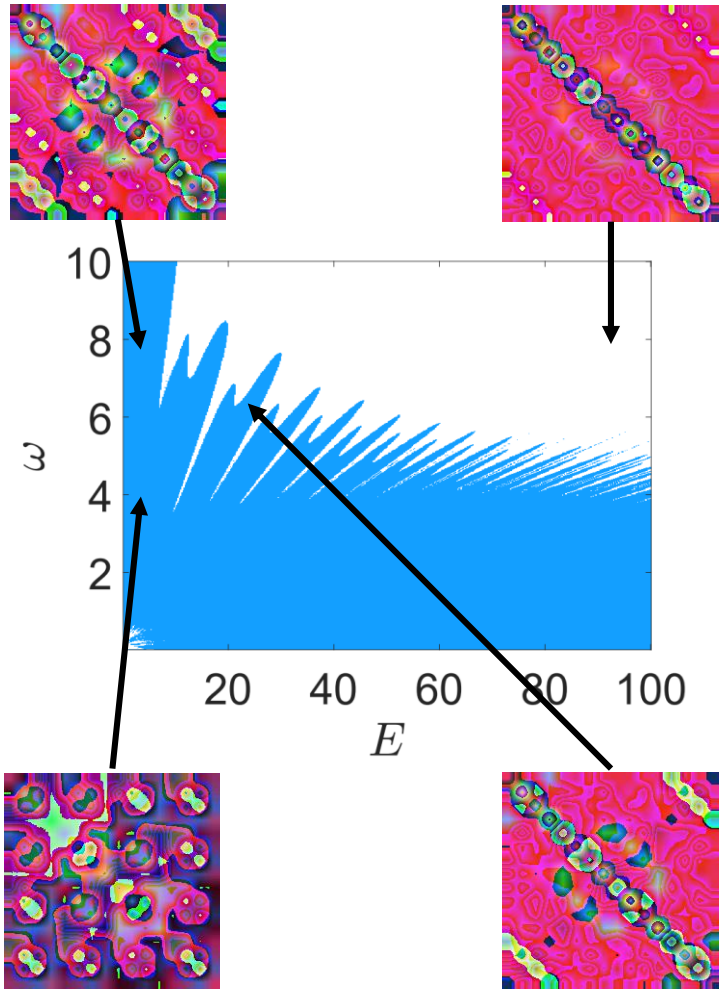




Explainable artificial intelligence

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Моделирование динамики сложных квантовых систем, базирующееся на методах машинного обучения.



Сергей Денисов

Игорь Юсипов

$$\dot{\rho}(t) = \mathcal{L}(t)\rho(t)$$
$$= -i[H(t), \rho(t)] + \sum_{k=1}^{K} \gamma_k \left(V_k \rho(t) V_k^\dagger - \frac{1}{2}\{V_k^\dagger V_k, \rho(t)\} \right)$$

Explainable artificial intelligence

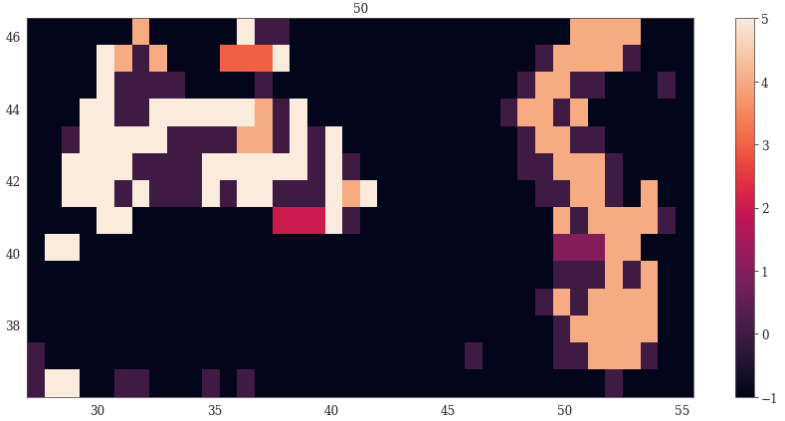
УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Сетевой анализ климатических данных для предсказания экстремальных погодных явлений:

- узлы климатической сети – точки земной поверхности
- связи – величина корреляции метеорологических параметров
- получаемые индикаторы – топологические характеристики климатической сети

Юрген Куртц

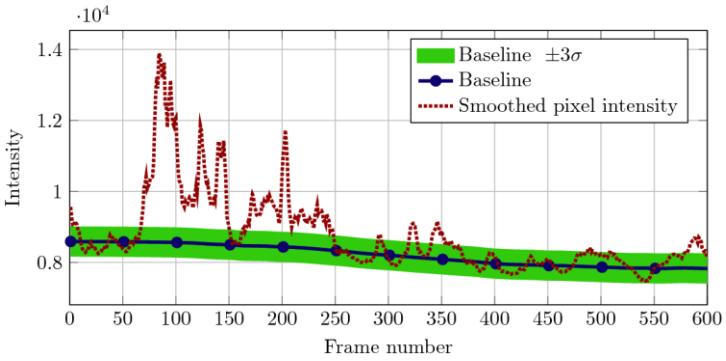
Михаил Кривоносов



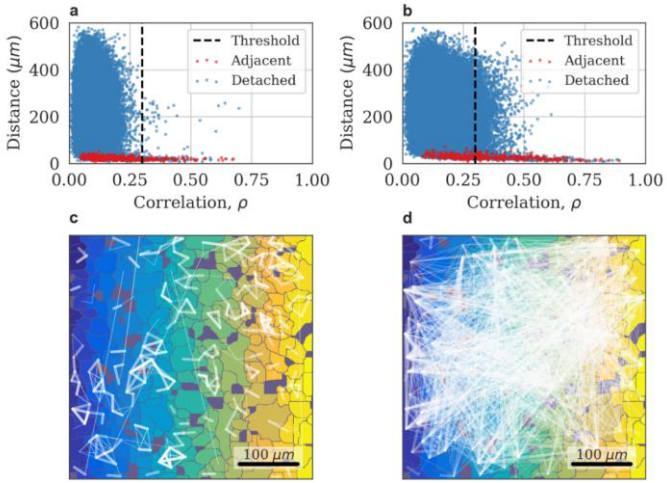
Кальциевый имиджинг

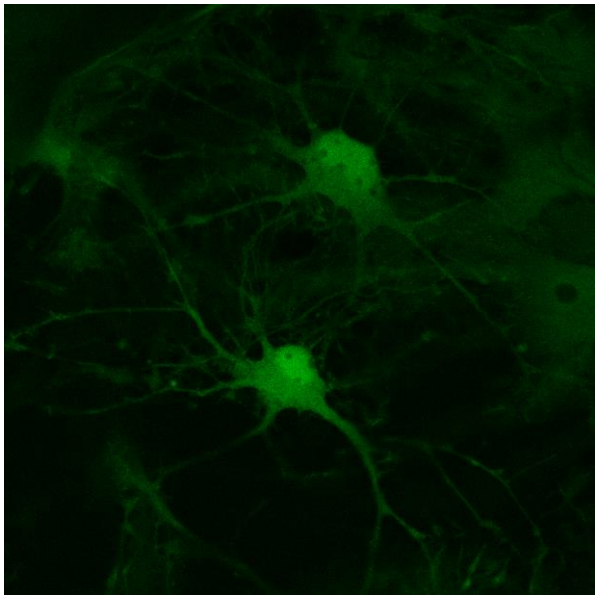
УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

- Обработка изображений и выявление сетевых взаимодействий между нейронами и глиальными клетками
- Оценка влияния препаратов на состояние клеток мозга при нейродегенеративных заболеваниях
- Анализ больших данных: 10-100 терабайт
- Поиск характерных признаков нарушения работы клеток гиппокампа мозга



Елена Митрошина



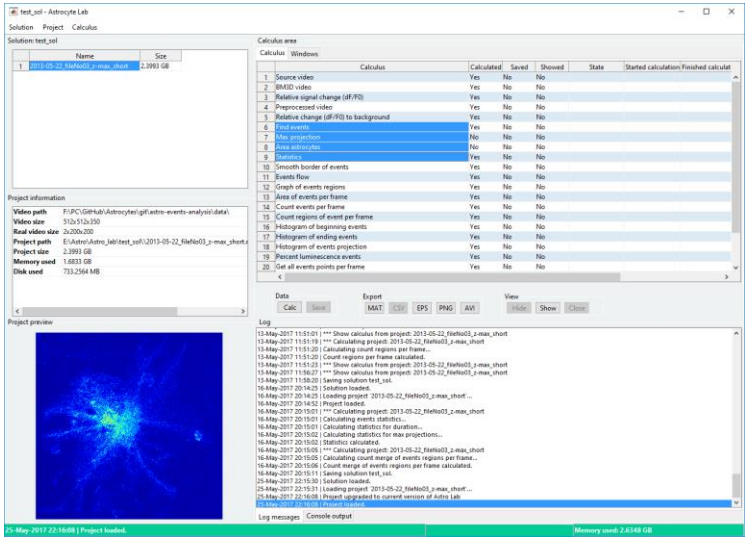


https://github.com/UNN-ITMM-Software/astro-analysis

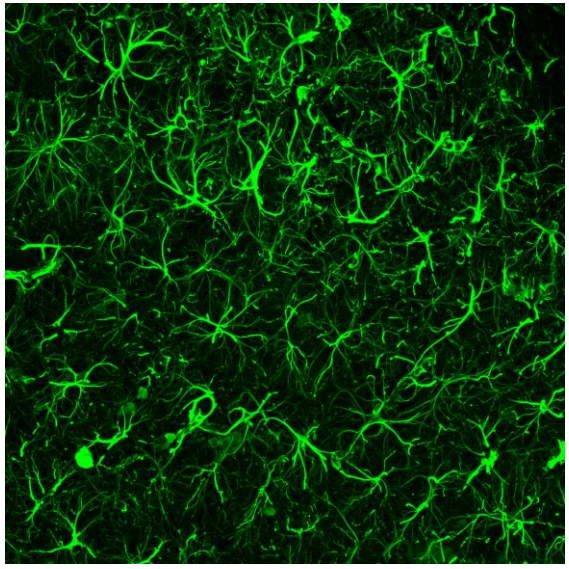
Старение клеток мозга

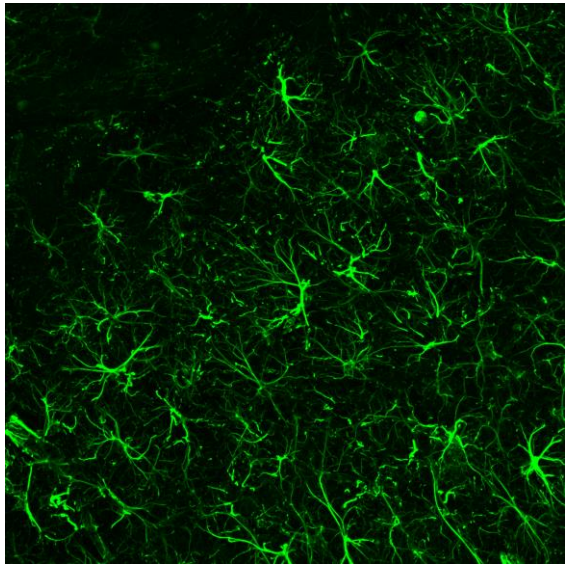
УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

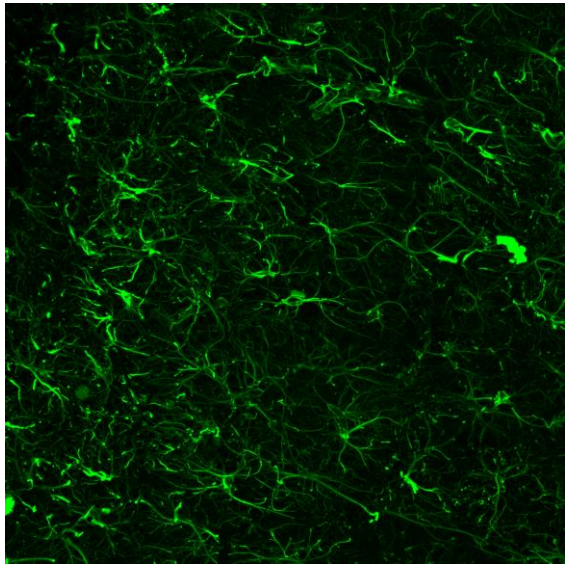
- Определение по морфологической структуре клеток возрастных изменений
- Классификация различных нейродегенеративных заболеваний по морфологии культуры
- Расчет возраста мыши по изображениям астроцитарных культур гиппокампа мозга



Молодые астроциты ? Старые астроциты







Калькулятор биовозраста

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

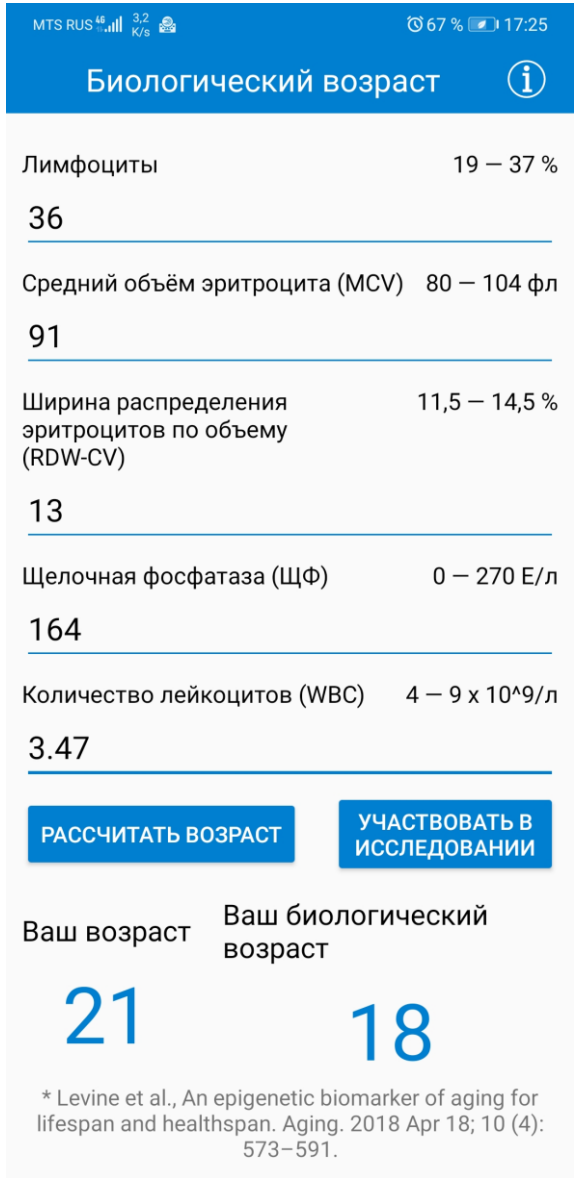
- Результаты исследований в области медицины здорового старения становятся доступны широкому кругу людей благодаря разработке **мобильных приложений**
- Калькулятор биологического возраста разработан с использованием клиент-серверной технологии
- Расчет биовозраста производится на сервере

BioAge Calculator

Kotlin

{ REST:API }

MySQL™



Случайные блуждания

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

- Эволюция позволила альбатросам искать пищу над морем за счет стратегии случайного блуждания Леви
- Может ли мозг человека адаптироваться и находить стратегии случайных блужданий принятия решений в условиях неопределенности?
- Random Walk – игра для поиска ответа на вопрос
- Мобильные игры как способ коллективного научного поиска

{ REST:API }

Xamarin

MySQL™

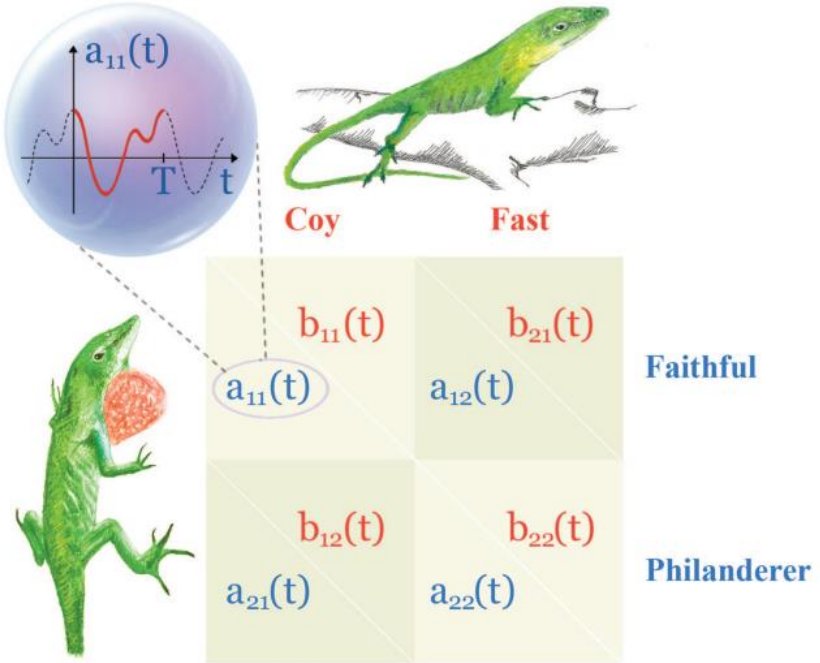
Эволюционная теория игр

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

- Эволюционная теория игр используется для исследования динамики клеток, живых организмов и популяций.
- Пример – «Битва полов» Докинза
- Разные стратегии игроков приводят к разным ожиданиям
- Существуют квазистационарные состояния, в котором система остается в течение долгого времени

Питер Хэнгги

Ольга Вершинина

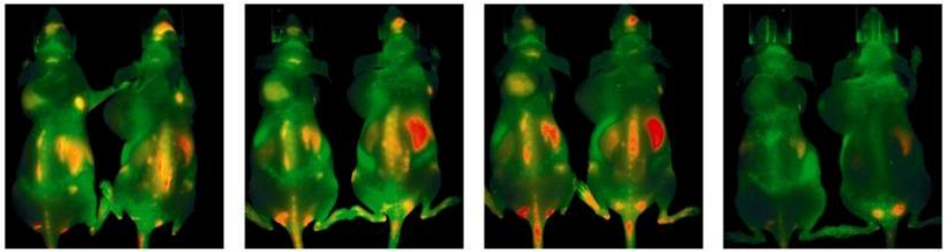


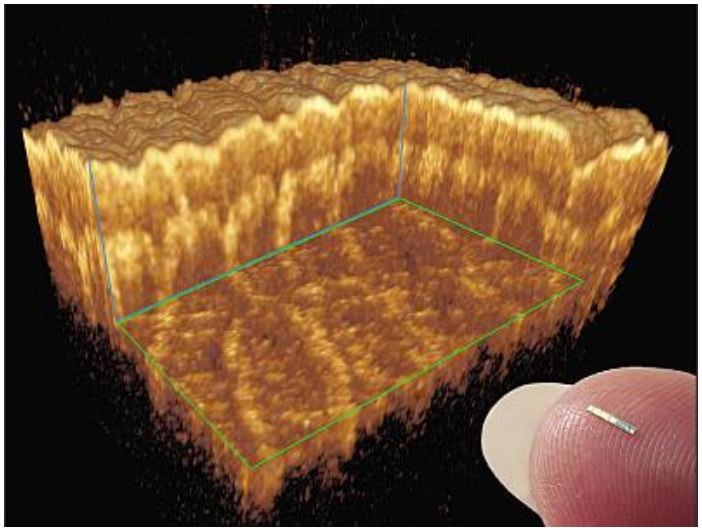
Вычислительная фотоника

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

- Разработка методов и средств калибровки систем оптической диагностики
- Численное моделирование формирования сигналов и изображений в системах оптической диагностики
- Реконструкция изображений в методах оптической диагностики
- Численная обработка и анализ изображений для повышения диагностической точности
- Численные методы в биофотонике
- Численные модели распространения инфекционных заболеваний

Михаил Кириллин





Научные направления

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Гордлеева Сусанна Юрьевна
к.ф.-м.н., доцент каф. Нейротехнологий
Математическое моделирование сигнализации нейрон-глиальных систем мозга

Маковкин Сергей Юрьевич
старший преподаватель каф. Прикладной математики
Математическое моделирование нейрон-астроцитарных сетей головного мозга млекопитающих с помощью уравнений Курамото, Ходжкина-Хаксли, Уллаха-Юнга.

Панкратов Андрей Леонидович
д.ф.-м.н., профессор
Параллельное программирование в задачах стохастической динамики
Исследуются нелинейные системы с шумовыми воздействиями, моделируемыми с помощью генераторов случайных чисел. Проводится распараллеливание программ, описывающих динамику систем, под многоядерные процессоры и кластеры.

Научные направления

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Грезина Александра Викторовна
к.ф.-м.н., доцент каф. Прикладной математики
Математическое и компьютерное моделирование динамических процессов в распределенных системах

Никифорова Ирина Владимировна
к.ф.-м.н., доцент каф. Прикладной математики
Исследование динамики сложно-нелинейных систем (систем с ударом) методами теории колебаний

Митрякова Татьяна Михайловна
к.ф.-м.н., доцент каф. Прикладной математики
Качественная теория решения дифференциальных уравнений, динамические системы на многообразиях размерности 2 и 3

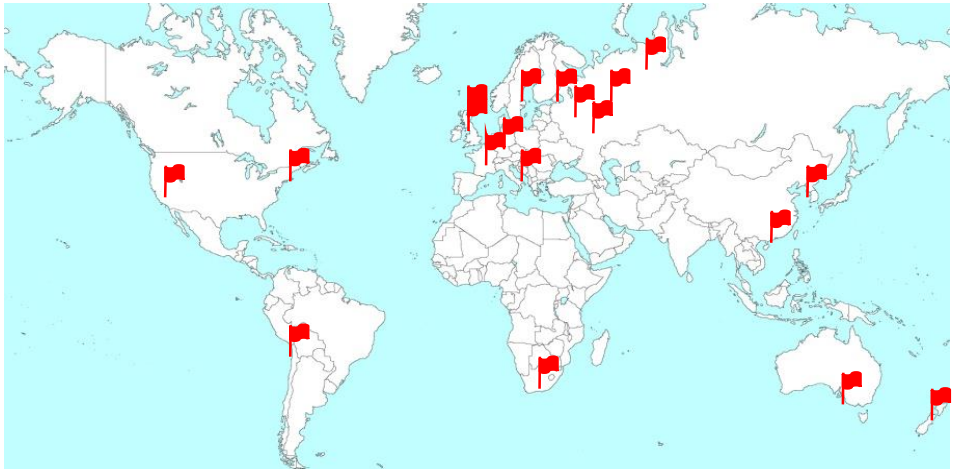
Прикладная математика

УНИВЕРСИТЕТ ЛОБАЧЕВСКОГО
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Передовые исследования

Профессора с мировым именем

Международные связи



У нас интересно!