



Кафедра математической  
теории  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Механико-математический факультет МГУ




# О команде

- Мы представляем собой опытный, обученный и сплоченный коллектив, умеющий быстро изучать новые предметные области, ставить сложные математические и инженерные задачи и решать их, определять технические задания, требования и ограничения, взаимодействовать с заказчиками, изучать существующие передовые алгоритмы и разрабатывать новые, их превосходящие, продвигая последовательно решение задачи через все необходимые этапы — от доказательства существования решения до его конечной реализации, оптимизации под целевое оборудование и тестирования — завершая работу патентованием созданного решения.




# Основные направления исследований и разработок

- ▶ обучающие и интеллектуальные системы
- ▶ системы хранения и передачи информации
- ▶ цифровая обработка сигналов
- ▶ синтез чипов
- ▶ распознавание образов, машинное обучение, анализ данных
- ▶ информационная безопасность



# Обучающие и интеллектуальные системы


- ▶ **Решатель математических задач — (1990+) – Подколзин**  
Разработана система компьютерной математики, которая позволяет решать задачи школьной математики (алгебры, геометрии, тригонометрии) и задачи курса высшей математики (математический анализ, высшая алгебра, дифференциальные уравнения и др.). Система не только выдает решение задачи, но и позволяет проследить решение по шагам.
- ▶ **Система компьютерного обучения IDEA — (1992-2002) – Кудрявцев, Алисейчик, Строгалов**  
Разработана технология создания компьютерных систем для решения задач дистанционного обучения. Она может автоматически настраиваться на ученика с учетом его индивидуальных особенностей (типа памяти, сосредоточенности, утомляемости, способности) и корректирует презентацию учебного материала в соответствии с ними. Система включает в себя курсы для обучения иностранным языкам, информатике и медицине. Используется компанией Link&Link (Германия).



# Обучающие и интеллектуальные СИСТЕМЫ

- ▶ **Система семантического анализа нормативных актов — (2011+) – Гасанов, Перпер**

Разработана компьютерная система, на вход которой поступает текст нормативного акта на русском языке, а на выходе выдается модель нормативного акта и текст компьютерной программа, которая выполняет инструкции, предписанные данным нормативным актом.



# Системы хранения и передачи информации

- **Доверенный flash-накопитель — (2016+) – Гасанов, Алисейчик, Шуткин**


Разработан и создан защищенный отечественный твердотельный накопитель для доверенной вычислительной системы. Подготовлено несколько патентов.

- **Перспективные flash-накопители — (2014+) – Алисейчик**

Разработан прототип перспективного flash-накопителя данных с повышенным временем жизни.

- **Помехоустойчивое кодирование для систем хранения и передачи информации — (2014+) – Пантелеев, Калачев, Мазуренко, Гасанов**

Разработаны инструменты синтеза матриц помехоустойчивого кодирования, инструменты симуляции, программная и аппаратная реализация LDPC кодеков. Разработаны LDPC коды для стандарта 5G мобильной связи. Подано более 10 патентов.



# Системы хранения и передачи информации

- ▶ **Облачные хранилища — (2014+) – Алисейчик, Соколов, Калачев**  
Разработаны алгоритмы оптимального распределения данных по серверам, алгоритмы балансировки нагрузки на серверы. Разработан прототип системы дедупликации данных для облачных хранилищ. Подано 2 патента.
- ▶ **Система декодирования мобильных сигналов (baseband) — (2007-2014) – Гасанов, Мазуренко, Пантелеев, Шуткин**  
Аппаратно реализован сопроцессор помехоустойчивого кодирования для беспроводных сетей 3G и 4G (FEC-сoproцессор), который поддерживает стандарты беспроводной связи LTE, WiMAX, WCDMA (с любыми скоростями передачи данных в рамках этих стандартов), параллельно обрабатывает несколько кодовых слов, получает мягкий выход (вероятность правильности выходных символов) и поддерживает раннюю остановку. Реализована облегченная операционная система реального времени для многоядерного специализированного процессора цифровой обработки и декодирования сигналов базовой станции мобильной телефонии. Более 10 патентов США.

# Системы хранения и передачи информации

- ▶ **Аппаратная реализация помехоустойчивых кодов— (2007-2014) – Гасанов**

Разработана инструменты, которые позволяет создавать, симулировать, оптимизировать и тестировать различные классы помехоустойчивых кодов (коды Рида—Соломона, BCH, LDPC-коды, полярные коды) для разных каналов (awgn, bcs, hdd, flash). Инструменты позволяют проводить симуляцию на кластерах и ускорителях CUDA. Реализован инструмент для создания чипов, который позволяет сгенерировать verilog-описание кодера/декодера для разных вариантов помехоустойчивых кодов. Инструмент позволяет настраивать длину кодов, размер поля и количество исправляемых бит. Аппаратные реализации кодиров/декодиров были поставлены фирмам Pliant, Sandisk, Samsung, LSI Logic. Более 10 патентов США.

- ▶ **Контроллеры жестких дисков (read channel) — (2007-2014) – Алисейчик, Мазуренко**

Создан инструментарий для теоретико-экспериментальной оценки уровня ошибки (error floor) системы турбо-LDPC-декодирования сигнала с головки магнитных носителей методом Коула (Cole) для сверхвысоких уровней отношения сигнал-шум, для которых экспериментальная оценка наработки на отказ невозможна. Для магнитных каналов разработан и аппаратно реализован метод защиты проверочных бит MTR-кодами (maximum transition run codes), которые ранее могли использоваться только для защиты информационных бит. 5 патентов США.



# Цифровая обработка сигналов

- ▶ **Медиа-шлюз (проводная телефония) — (2007-2014) – Мазуренко, Бабин**

Разработаны и реализованы под конкретный DSP-процессор алгоритмы цифровой обработки аудио и видео, включая подавление электронного эхо, детектор DTMF-тонов, SRTP-протокол, детектор речевой активности (VAD), генератор комфортного шума (CNG), восстановитель потерянных речевых пакетов (PLC), аудио-кодеки, видеотранскодер H.264 и MPEG4. 12 патентов США.

- ▶ **Беспроводная телефония — (2007-2014) – Мазуренко, Бабин**

Разработаны и реализованы под целевой сигнальный процессор алгоритмы улучшения качества речи для использования на базовой станции мобильной телефонии, включая автоматический контроль громкости (AGC), компенсацию громких сигналов (HLC), детектор музыки, подавление акустического эхо, адаптивное шумоподавление. 4 патента США.



# Инструменты синтеза чипов

- ▶ **Инструментарий разработки интегральных схем (ИРИС) — (2012+) – Гасанов, Шуткин, Калачев**

Разработана и реализована система, которая позволяет средствами языка C++ создавать, симулировать, отлаживать и генерировать аппаратные модули. На мех-мате читается курс по ИРИС.

- ▶ **Система оптимизации чипов — (2007-2014) – Кудрявцев, Гасанов, Подколзин**

Реализован инструмент, который с помощью эквивалентных преобразований позволяет оптимизировать тайминг микросхемы, а также площадь и энергозатраты (во вторую очередь). Инструмент используется после этапа плейсмента и стандартных средств оптимизации. Данный инструмент был внедрён в производство компанией LSI Logic, став частью технологического процесса синтеза чипов. Более 50 патентов США.



# Инструменты синтеза чипов

- ▶ **Инструмент оптимизации высокопроизводительных микропроцессоров — (2010-2011) – Кудрявцев, Галатенко, Жук, Боков, Чернова**

Разработан программный инструмент, который позволяет анализировать задержку прохождения сигнала и минимизировать задержку эквивалентными преобразованиями комбинационных логических функций. Инструмент используется для быстрого вычисления задержки сигнала и может быть использован в комбинации со стандартными средствами синтеза чипов для повышения их эффективности.


# Искусственный интеллект, машинное обучение и распознавание образов

- **Система автоматического конструирования нейронных сетей — (2020+) – Кудрявцев, Боков, Калачев, Часовских**

Разрабатывается платформа (математические методы, алгоритмы, инструментарий и программное обеспечение) для автоматического конструирования искусственных нейронных сетей. На базе этой платформы будет создана экспертная система, которая по заданной задаче анализа изображений выдает рекомендации по конструированию искусственной нейронной сети, решающей эту задачу. Система позволит автоматизировать многие трудоёмкие процессы, связанные с обработкой и подготовкой данных, обучением и доводкой искусственных нейронных сетей. Работа ведется в рамках общеуниверситетского проекта МГУ «Мозг и информация: от естественного интеллекта к искусственному», поддержанного грантом Министерства науки и высшего образования.

- **Анализ биомедицинских данных — (2020+) – Боков, Галатенко, Алексеев, Соколов**

В рамках сотрудничества с Городской клинической больницей № 67 разрабатывается программный инструментарий для построения эффективных классификаторов, предсказывающих рецидив рака в различных тканях органов человека по экспрессии генов в этих тканях. Разработка основана на создании новых математических методов и подходов к понижению размерности признакового пространства в задачах машинного обучения для анализа биомедицинских данных. Работа ведется при поддержке Московского центра фундаментальной и прикладной математики.




# Искусственный интеллект, машинное обучение и распознавание образов

- ▶ **Распознавание жестов — (2007-2014) – Мазуренко, Бабин**

Разработаны и реализованы алгоритмы слежения за головой оператора с использованием трехмерных времяпролетных камер (ToF) и камер на основе технологии структурной подсветки (SL). Разработаны и реализованы алгоритмы слежения за пальцами рук и распознавания жестов рук с времяпролетной камерой. Разработаны алгоритмы детектирования и распознавания лиц на основе информации с камеры глубины. Технология распознавания жестов рук была реализованы в виде USB- устройства управления персональным компьютером, работающим на частоте кадров до 70 к/с. 34 патента США.

- ▶ **Распознавание и синтез русской речи — (1994-1995) – Бабин, Мазуренко**

Создан программно-аппаратный комплекс для распознавания и синтеза русской речи (словарь до 100 слов). Работа защищена патентом РФ.



# Искусственный интеллект, машинное обучение и распознавание образов

- ▶ **Системы транспортной безопасности — (1997-2007) – Бабин, Мазуренко**  
Разработан и реализован прототип системы и устройства распознавания речевых команд. Разработан и реализован прототип системы безопасности, который по видеоизображению позволяет детектировать лица, следить за глазами оператора, выявлять моргания и определять направление взгляда. Разработаны алгоритмы оценки психофизиологических параметров оператора. Разработана и реализована система предрейсового психологического комплексного тестирования водителей. 2 патента РФ.
- ▶ **Исследовательские проекты по распознаванию речи и моделированию естественного языка — (1998-2002) – Бабин, Мазуренко**  
Разработан и реализован алгоритм распознавания речи в сильных шумах. Разработаны языковые модели для системы распознавания слитной устной русской речи. Создан автоматический транскриптор для русского языка. Создана фонетически-насыщенная текстовая база данных для русского речевого корпуса.

# Информационная безопасность

- ▶ **Аппаратная реализация криптографических примитивов — (2007- 2014) – Галатенко**  
Аппаратно реализовано семейство хэш-функций (SHA-1, SHA-2, MD4, MD5, CRC, MIC) и симметричных шифров (DES, 3DES, KASUMI, SNOW, ZUC).
- ▶ **Аппаратная реализация криптографических протоколов — (2007-2014) – Галатенко**  
Аппаратно реализована поддержка мобильных стандартов (A5/1, UIA, UEA, UEA2, UIA2, 128-EEA3, 128-EIA3) и протокола MACsec. Реализованы модули эллиптической криптографии. \_галатенк
- ▶ **Аппаратный датчик случайных чисел — (2007-2014) – Гасанов, Алисейчик**  
Аппаратно реализован датчик случайных чисел с физическим источником случайности, соответствующий стандарту NIST 800-90. Суммарно более 10 патентов США.



# Информационная безопасность

- ▶ **Deep packet inspection — (2007-2014) – Подколзин, Пантелеев**

Разработан программный прототип фильтра, который использует метод инспекции на основе регулярных выражений. Программная реализация позволяет избежать экспоненциального взрыва числа состояний распознающего автомата.

- ▶ **Аппаратная реализация российских блочных шифров — (2016+) – Гасанов, Быстрыгова**

Аппаратно реализованы алгоритмы блочного шифрования с длиной блока 128 бит («Кузнечик») и 64 бита («Магма») в соответствии со стандартом ГОСТ Р 34.12— 2015.