

Кафедра системного программирования ИСП РАН: структура, проекты, возможности



ИСП РАН — научно-исследовательский институт Российской академии наук
государственная некоммерческая организация
ведущий центр компетенций в области системного программирования в России

>30

лет
успешной работы на
базе фундаментальной
научной школы

>30

направлений работы
– анализ программ
– анализ данных
– операционные системы
– и многое другое

>700

сотрудников

**Долгосрочные
контракты и R&D
лаборатории**

Опыт сотрудничества
с Samsung, Huawei,
Bentley Systems и
другими компаниями

**Прикладные проекты в
области цифровой
медицины**

совместно с Сеченовским
университетом и другими

**Сотрудничество с международным
сообществом разработчиков**

(исправление ошибок в ядре Linux
и в фреймворках машинного
обучения PyTorch и TensorFlow)

**Три кафедры
системного
программирования**

МГУ, МФТИ, ВШЭ

**Три лаборатории
системного
программирования**

Ереван, Великий
Новгород, Орёл

Наши технологии используют больше 100 компаний в России и за рубежом

Кафедра СП – это 80 студентов бакалавриата и магистратуры, 4 аспиранта и 16 сотрудников

Наши учебные курсы читаются очно в ИСП РАН:

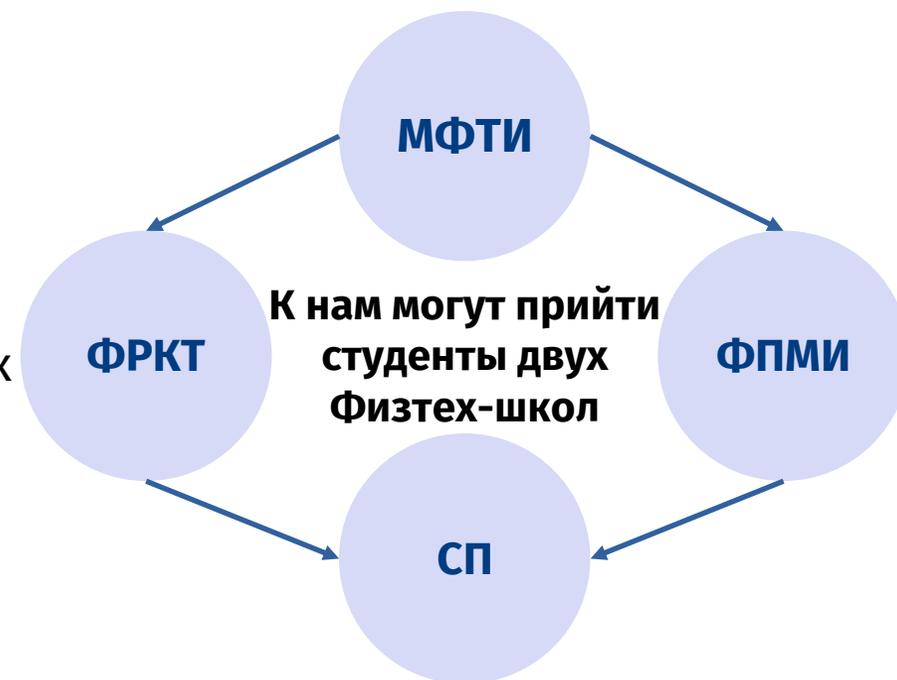
<https://education.at.ispras.ru/sp-courses>

У нас на кафедре:

- Заинтересованные научные руководители
- Молодой коллектив
- Стипендиальная программа
- Реальные проекты для индустрии и возможность писать на их основе курсовые и дипломные работы
- Возможность выступать на конференциях и публиковать статьи в индексируемых журналах

Хотите к нам? Нужно прислать нам письмо:

<https://education.at.ispras.ru/be-a-part>



Не откладывайте поступление на потом!

В мае мы отправляем первые списки рекомендуемых к зачислению на кафедру

Мы гордимся:

- ✓ у нас разработан полный стек технологий для анализа данных
- ✓ по инициативе Минэкономразвития в институте создан Исследовательский центр доверенного ИИ – один из шести в России

Чем мы занимаемся

- Разработка облачной среды
- Графовые нейронные сети и их интерпретируемость
- Исследование и разработка алгоритмов NLP
- Методы машинного обучения
- Интеллектуальные инструменты программной инженерии
- Разработка системы управления базой знаний
- Цифровая медицина: анализ ЭКГ, биоинформатика

Пример технологии: **Talisman**

Talisman - платформа для быстрого построения интеллектуальных аналитических систем

- ✓ Использует нейронные сети
- ✓ Обучается на результатах работы аналитика
- ✓ Извлекает информацию более чем из 100 языков
- ✓ Автоматически строит базу знаний по интересующей предметной области и обеспечивает постоянный мониторинг новой информации

Вы сможете:

- ✓ **создавать интеллектуальные системы, которые упростят жизнь и работу во многих прикладных областях**

Мы – единственные в России,

кто создал полный стек технологий для обеспечения жизненного цикла разработки безопасного ПО

Оптимизации в компиляторах

Безопасный компилятор SAFEC

Статический анализ исходного кода

Анализатор Svace

Динамический анализ, фаззинг

Комплекс ИСП Crusher

Определение поверхности атаки

Инструмент Natch

НАПРИМЕР:

- Используется в Samsung (10 тысяч пользователей) и в российских компаниях
- Объединяет 6 языков, 20+ компиляторов, 10+ архитектур
- Проанализировал 300 миллиардов строк кода

Вы сможете:

- ✓ **создавать инструменты, которые обеспечивают безопасность продукции всемирно известных компаний**

ИСП РАН — центр разработки операционных систем реального времени (ОСРВ) и встроенных систем с особыми требованиями к безопасности и надёжности



Разработка **ОСРВ JetOS** совместно с ГосНИИАС

- Система разрабатывается с соблюдением всех требований международных стандартов
- Планируется к внедрению в таких воздушных судах, как пассажирский самолёт **МС-21** и **Sukhoi Superjet 100**



Разработка операционных систем для космической отрасли

- Разработка ведётся в рамках Федеральной космической программы 2016-2025
- ИСП РАН участвует в развитии и адаптации международных отраслевых стандартов, внедрение которых существенно повысит надёжность техники

Вы сможете:

- ✓ **увидеть, как ваш проект взлетит – в буквальном смысле слова**

Репозиторий доверенного ядра Linux

Работы ведутся в Центре исследования безопасности системного ПО (создан по инициативе ФСТЭК России; партнёры – более 50 компаний)

Достижения:

- Началось сопровождение второй ветки ядра Linux, основанной на стабильной версии 6.1.
- Проведена разметка более 17 000 предупреждений инструмента статического анализа Svasc (ИСП РАН)

>250

патчей приняты в основную ветку ядра Linux

Доверенные фреймворки машинного обучения

Работы ведутся в Исследовательском центре доверенного искусственного интеллекта (создан по инициативе Минэкономразвития; партнёры – 4 компании)

Достижения:

- Создана инфраструктура для обеспечения доверия к TensorFlow и PyTorch с использованием инструментов Sydr и Svasc (ИСП РАН)
- Разработаны образцы доверенных фреймворков

>60

патчей приняты в основные ветки TensorFlow и PyTorch

Вы сможете:

- ✓ **улучшить всемирно известное ПО**

Далее: Moscow Research Centre

Base Software Lab: главное

Московская лаборатория базового программного обеспечения —

лаборатория по созданию технологий, внедряемых в системное программное обеспечение и экосистемные продукты мирового уровня



Наши разработчики имеют опыт разработки **всемирно известных ИТ-продуктов**, топовых по производительности и функциональности

> 100 сотрудников

> 10 исследовательских направлений

- языки программирования и компиляторы
- операционные системы
- и многое другое

Популярные девайсы  Базовые станции  Индустриальные кейсы

Где используются наши технологии?

Base Software Lab: Исследования в области ядра ОС

Мы реализовали крутые фишки:

Поддержка сети
в LSM-модуле
Landlock

TEE OS
Собственная
модификация
TrustZone

**Конкурентный
dentry кэш**
для микро
ядерной ОС

SecureLink
защита доступа
по сим линкам

Основные направления исследований и области наших интересов:

- Управление памятью
- Параллельные алгоритмы и структуры данных
- Планировщик потоков и межпроцессное взаимодействие

Архитектуры операционных систем с которыми мы работаем:

- Монолитные ОС
- Микроядерные ОС
- Экзоядерные ОС
- Гибридные ОС

Текущие проекты и исследования:

- репликация ресурсов ОС для NUMA-машин
- проактивное управление памятью в операционных системах
- управление ресурсами ОС с точки зрения приоритетов планирования
- планирование задач в гетерогенных системах – CPU-GPU-NPU
- конкурентные кэш-эффективные структуры данных и механизмы управления памятью для них

**Ваши решения будут работать
на миллионах устройств, делая их быстрее и эффективнее!**

Разработка продукта виртуализации для конечного пользователя

Запускать
любимые
программы
Windows на **Linux**
хосте

Запускать
программы в
изолированной
среде

Отрабатывать
сетевую модель

Удобная
отладка
сложных
программ

В процессе разработки продукта виртуальной машины затрагиваются почти все области системного программирования

- Виртуализация процессора
- Работа с сетью
- Пользовательские устройства
- Высокопроизводительная синхронизация
- 3D-графика

Области компетенции команды

- Архитектура операционных систем
- Архитектура процессоров
- Низкоуровневые (C и Assembler) и высокоуровневые (C++ и Python) языки программирования

Просто программа – ещё не продукт

- Необходимо учитывать пользовательские сценарии
- Области применения усилий при разработке безграничны, необходимо находить нужные пользователям направления оптимизации

Разработка виртуализации позволит разобраться в самых глубоких деталях системного программирования!

Base Software Lab: Легковесный Web-движок

Разработка компонента ОС для выполнения Web-приложений, неотличимого от нативного

Развитие
среды **мини-
приложений**

Сделать работу
Web более
энергоэффективной

Предоставить
альтернативы:
**Blink, Gecko,
наше решение**

Использовать
преимущества
исполнения на
уровне **системного
компонента**

Web-движок:

- HTML5 парсер страниц
- Частичная реализация DOM | HTML | CSS спецификаций
- JS движки (quickjs, v8, ...) | JS – c++ bindings (выполнения js функции из c++ и наоборот)

Инструментарий

- C++17 (update soon) | JS | ArkTs
- Internal corporate Clang version
- OpenHarmony SDK

Задачи:

- Реализация механизмов верстки Web-приложений (расчет позиции элементов веб-страницы для отображения)
- Чтение, изучение, проектирование, реализация новых спецификаций CSS3
- Анализ решений конкурентов
- Полная реализация работы с текстом в web-движке
- Анализ производительности путем создания бенчмарков и использования инструментов трассировки/профилирования/логгирования

Base Software Lab: DSP-компилятор

**Наши инженеры
разработали:**

- ✓ компиляторы для GPU
- ✓ библиотеку для распараллеливания

DSP архитектура

- Система команд VLIW, SIMD
- Аппаратная поддержка исполнения циклов
- Спец. операции для DSP алгоритмов (MAC, FMA)
- **Используется в станциях 5G**

Задачи:

- Реализация кодогенератора
- Поддержка расширений языка Си
- Анализ производительности на бенчмарках
- Реализация и улучшение оптимизаций
- SW-HW Codesign

Toolchain

- Компилятор на основе LLVM
- GNU Binutils
- Симулятор DSP



Вы сможете:

- ✓ **ускорить передачу сигналов базовых станций 5G**

Base Software Lab: Базы Данных

Что мы делаем

- ABO – Artificial Intelligence based Optimizer
 - Исправляем систематические ошибки оптимизатора СУБД и его оценочной модели
- Adaptive re-optimization of query execution
 - Динамически исправляем планы запроса во время исполнения
- Улучшаем производительность СУБД по целевым метрикам

Наша работа включает в себя

- Системы управления базами данных
- Системное программирование
- Легковесный модели машинного обучения
- Нетривиальные алгоритмы работы с данными

Где это используется

- Современная СУБД мирового уровня, по характеристикам приближенная к Oracle

Как мы делаем

- Исследуем и экспериментируем
- Улучшаем или заменяем отдельные компоненты системы
- Верифицируем результаты на известных бенчмарках
- Описываем достигнутые результаты в различных статьях и докладах

Вы сможете:

- ✓ улучшать известную СУБД и
- ✓ активно влиять на тысячи её пользователей!



Миссия Лаборатории

Be a world-class research lab, bringing innovation in system software, cloud technologies and big data. Enable Company's leadership in its products and services.



- ✓ Мы решаем задачи бизнеса, создавая новые решения, и исследуя передовые подходы для улучшения ПО. Наш профиль – улучшение производительности высоконагруженных систем
- ✓ Наши сотрудники - эксперты в области Системного ПО, Компиляторов, Облачных Платформ, Оптимизации Производительности, решений для работы с Большими Данными. Они будут отличными менторами и помогут вам в профессиональном росте.
- ✓ Результаты нашей работы и исследований уже используются в продуктах компании
- ✓ Мы публикуем наши результаты в OpenSource



- ✓ Мы публикуем доклады на мировых конференциях
 - LLVM Developers' Meeting
 - OpenSource Summit
 - HighLoad



Advanced Software Technology Lab: Направления

Golang Compilers & Runtimes

- Улучшение компонентов компиляторов языка Golang (GoLLVM & Golang.org): Front-End, Middle-End, Back-End, Linker, Assembly, Standard & Runtime Library, Disassembler
- Улучшение производительности, поддержка взаимодействия с другими языками программирования
- OpenSource проекты: LLVM, GoLLVM, Golang.org

High-Performance & Optimization Tools

- LLVM-BOLT (пост-линк оптимизатор) - Разработка новых и улучшение существующих оптимизаций, обеспечение совместимости с целевым ПО, поддержка новых языков (Golang).
- Анализ и использование профилей исполнения: сэмплинг, статическая и динамическая инструментация
- OpenSource проекты: LLVM-BOLT, perf (Linux kernel)

Containers Live Migration

- Поддержка живой миграции контейнеров с обеспечением минимального времени простоя
- Улучшение совместимости с работающими приложениями, поддержка новых типов ресурсов. Обеспечение восстановления после сбоев.
- OpenSource проекты: CRIU, Containerd, Runc, K8s



А также новые направления исследований и разработки ...

Со временем вы сможете выбрать другие проекты или сами предлагать направления исследований!



Оптимизация программ на бинарном уровне

- Разработка новых оптимизаций
- Разработка средств верификации (симбэкс, исполнение)
- Профилирование бинарных файлов

Универсальная система команд для ЦП

- Оптимизирующая ретрансляция в целевую архитектуру
- Переносимое представление программ (исследование)

Симулятор архитектуры

- Симулятор СК
- Симуляция системной архитектуры
- Симуляция периферии
- Ко-симуляция

Rust для мобильной платформы

- Доработка языка
- Разработка библиотек

Оптимизация архитектуры/микроархитектуры

- Предсказатели (предикторы)
- Параллелизм (ILP, MLP, TLP)
- Ко-дизайн ПО и АО – компиляторы, архитектура, микроархитектура
- ИИ в архитектуре компьютера
- Акселераторы и специализированные ЦП общего назначения

Динамическая бинарная инструментация

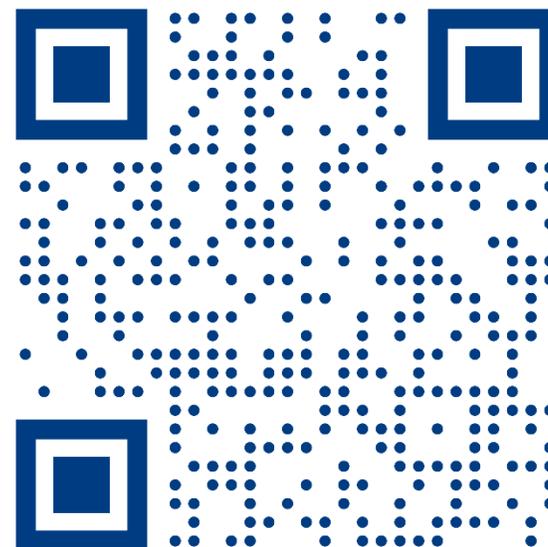
- Средства ДБИ для трассировки мобильного ПО
- Средства анализа поведения приложения на трассах
- Средства ДБИ для анализа поведения мобильного ПО

Анализ производительности

- Анализ производительности приложений
- Визуализация профильной информации

Подробная информация о направлениях, проектах, поступлении на кафедру:

<https://education.at.ispras.ru/be-a-part>



Спасибо за внимание!