

Международная научная конференция «Суперкомпьютерные дни в России»  
(Москва, 25-26 сентября 2023 г.)



# HPC, Big Data, ML – три базисных вектора магистратуры по программной инженерии

Надежда Сергеевна Силкина, Л.Б. Соколинский, С.У. Турлакова

Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)

- Спрос на специалистов в области высокопроизводительных вычислений не спадает
- Увеличение спроса на специалистов в области машинного обучения и анализа данных
- Открытие или актуализация образовательных программ в сфере ИТ
- В 2022 году ЮУрГУ открыта магистерская программа «Искусственный интеллект и инженерия данных» по направлению 09.04.04 «Программная инженерия»: <https://www.susu.ru/ru/grant-art-intelligence/090404>

# СТРУКТУРА БЛОКА СПЕЦИАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

Разделы	I семестр	II семестр	III семестр
Искусственный интеллект	<ul style="list-style-type: none"><li>• Разработка систем ИИ на языке Python</li><li>• Разработка интеллектуальных систем на языке R</li><li>• Машинное обучение</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Этические аспекты применения ИИ</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Нейробайесовские методы в машинном обучении</li></ul>
Нейронные сети	<ul style="list-style-type: none"><li>• Глубокие нейронные сети</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Анализ естественного языка методами ИИ</li><li>• Компьютерное зрение</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Нейросетевые технологии в задачах синтетических медиа</li></ul>
Обработка больших данных	-	<ul style="list-style-type: none"><li>• Интеллектуальный анализ данных</li><li>• Методы и системы обработки больших данных</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Анализ и прогнозирование временных рядов</li><li>• Технологии распределенной обработки данных</li></ul>
Высокопроизводительные вычисления	-	<ul style="list-style-type: none"><li>• Архитектура распределенных вычислительных систем</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Технологии параллельного программирования</li><li>• Облачные технологии</li></ul>



- Указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации»
- Грант на разработку программ бакалавриата и программ магистратуры по профилю «искусственный интеллект», а также на повышение квалификации педагогических работников образовательных организаций высшего образования в сфере искусственного интеллекта (Соглашение с Минобрнауки РФ от 28.09.2021 г. № 075-15-2021-1047)

# ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

---

## 1 семестр

- **Разработка систем ИИ на языке Python (16 ч лекций, 48 ч практ.занятий)**  
основные конструкции и базовые типы языка Python, объектно-ориентированное программирование в Python, применение языка для анализа и визуализации данных (библиотеки NumPy, Pandas, Matplotlib), веб-разработка на Python, в том числе с использованием обученной модели нейронной сети
- **Глубокие нейронные сети (32 ч лекций, 16 ч практ. занятий)**  
введение в искусственные нейронные сети: понятия, определения и принципы построения нейронных сетей, градиентный спуск, метод обратного распространения ошибки, стоимостная функция на основе перекрестной энтропии, переобучение нейронной сети и регуляризация, техники, улучшающие обучение нейронных сетей, сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети, автокодировщики, история развития нейронных сетей
- **Машинное обучение (32 ч лекций, 32 ч практ. занятий)**  
основные типы задач, решаемых с помощью методов машинного обучения, основы подготовки входных данных и оценки качества моделей, готовые реализации методов машинного обучения в современных библиотеках: метод kNN, деревья решений и ансамблевые методы, методы понижения размерности и визуализации данных, задача отбора признаков
- **Разработка интеллектуальных систем на языке R (16 ч лекций, 32 ч практ. занятий)**  
принципы программирования на языке R, имитационное моделирование и профилирование кода в R, основы статистического анализа и регрессионный анализ данных в R, визуализация данных, введение в машинное обучение в R



## 2 семестр

- **Этические аспекты применения ИИ (16 ч лекций, 16 ч практ. занятий)**  
основные нормативно-правовые документы в области этики искусственного интеллекта, этические аспекты безопасности, доверенности и корректности работы автономных интеллектуальных систем, вопросы этики самообучающихся автономных интеллектуальных систем, этические принципы для разработки рекомендательных систем в различных областях (медицина, робототехника и др.), этические кодексы ведущих компаний по разработке систем ИИ
- **Анализ естественного языка методами ИИ (16 ч лекций, 32 ч практ. занятий)**  
основы обработки естественного языка, в том числе предобработка текстовых данных, лемматизация и стемминг, основные задачи обработки естественного языка: классификация текстов на основе частотных мер, на основе методов машинного обучения и глубоких нейронных сетей, решение задачи кластеризации текстов, трансформеры, генеративные нейронные сети, принципы построения диалоговых систем
- **Компьютерное зрение (16 ч лекций, 32 ч практ.занятий)**  
применение сверточных нейронных сетей в задачах компьютерного зрения, применение библиотек OpenCV и Pillow для обработки изображений, задача сегментации изображений и детекции объектов, в том числе с применением SSD, YOLO, FASTER RCNN, Mask R-CNN; вопросы разметки датасета изображений и аугментации данных, задача оценки схожести двух изображений и поиска изображений по содержанию, задача распознавания текста на изображении, обнаружения и трекинга объектов в видеопотоке, вопросы компрессии моделей компьютерного зрения

## 3 семестр

- **Нейробайесовские методы в машинном обучении (16 ч лекций, 16 ч практ. занятий)**  
вопросы стохастического вариационного вывода, вариационного автокодировщика, байесовских нейронных сетей, генеративно-сопоставительных сетей
- **Нейросетевые технологии в задачах синтетических медиа (16 ч лекций, 32 ч практ. занятий)**  
виды синтетических медиа, вопросы анализа аудио, распознавания и синтеза речи, анализа и синтеза изображений и видео по содержанию, синтеза лица, генерации текста

## 2 семестр

- Интеллектуальный анализ данных (32 ч лекций, 32 ч практ. занятий)  
основные понятия, особенности решения задач интеллектуального анализа данных: поиск шаблонов, классификация данных, кластеризация данных, поиск аномалий
- Методы и системы обработки больших данных (16 ч лекций, 16 ч практ. занятий)  
основные понятия обработки запросов в системах баз данных, вопросы разбора, конверсии, логической оптимизации запроса, вопросы организации системы баз данных, применения индексов, реализации исполнителя запросов, алгоритмы соединения



## 3 семестр

- Анализ и прогнозирование временных рядов (16 ч лекций, 32 ч практ. занятий)  
поиск подпоследовательностей по образцу, поиск аномалий во временных рядах, понятие матричного профиля временного ряда и примитивов анализа данных на его основе, вопросы восстановления пропусков и прогноза значений временного ряда
- Технологии распределенной обработки данных (32 ч лекций, 16 ч практ. занятий)  
вопросы секционирования и репликации данных, введение в Hadoop и его экосистему (YARN, Apache Kafka и др.), анализ данных в Hadoop на основе Apache Spark, NoSQL-решения

# ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

---

## 2 семестр

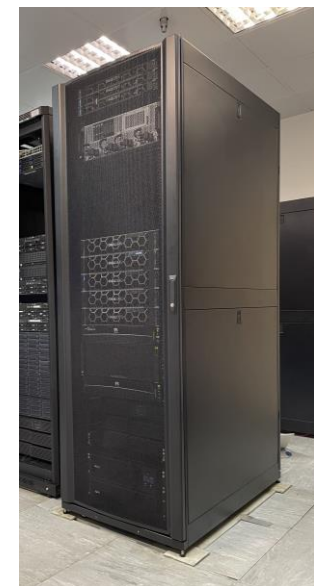
- Архитектура распределенных вычислительных систем (16 ч лекций, 16 ч практ.занятий)  
основы распределенных вычислительных систем, ключевые виды и классификация таких систем; протоколы взаимодействия глобальных распределенных вычислительных систем, подходы к организации сериализации данных; сервис-ориентированная концепция распределенных вычислительных систем, включая RPC, REST, GraphQL и асинхронные методы коммуникации на основе очередей сообщений

## 3 семестр

- Облачные технологии (16 ч лекций, 16 ч практ. занятий)  
основные понятия в области облачных вычислений, технологии виртуализации и контейнеризации, платформы Docker, Kubernetes, основные понятия и паттерны микросервисной архитектуры
- Технологии параллельного программирования (16 ч лекций, 32 ч практ. занятий)  
виды параллельной обработки данных, классификация параллельных вычислительных систем (классификация Флинна, классификация MIMD-систем), способы оценки производительности многопроцессорных систем, модели программирования для различных архитектур, стандарты OpenMP, MPI и CUDA, анализ эффективности параллельных алгоритмов, программирование для гибридной архитектуры



- Суперкомпьютер «Торнадо ЮУрГУ»
  - жидкостное охлаждение
  - 384 вычислительных узла с многоядерными ускорителями
  - 96 вычислительных узлов с расширенной памятью
- Комплекс «Нейрокомпьютер»
  - два сервера с графическими ускорителями Nvidia Ampere A100
  - три сервера с графическими ускорителями Nvidia Ampere A30
  - один сервер с графическими ускорителями Nvidia Tesla V100



# 4 СЕМЕСТР: ПОДГОТОВКА ВКР

---

- Обнаружение аномалий в больших временных рядах на основе совместного использования нейронных сетей и параллельных алгоритмов
- Поиск похожих подпоследовательностей временного ряда на кластерных вычислительных системах с ускорителями архитектуры Intel MIC
- Параллельный алгоритм решения задачи анализа рыночной корзины для многоядерного ускорителя Intel Xeon Phi
- Реализация системы мониторинга и прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха
- Обнаружение эпилептических припадков по углубленному изучению ЭЭГ-сигналов
- Разработка нейросетевой модели для системы машинного зрения фасеточного типа
- Разработка программной системы по обнаружению дефектов керамической плитки на производственной линии на основе нейросетевого подхода
- Разработка системы распознавания дефектов сварных швов труб по снимкам, полученным с установки рентгенотелевизионного контроля
- Разработка системы автоматической генерации заголовков новостных статей
- Применение методов машинного обучения для анализа медицинских показателей у пациентов с псориазом
- Разработка системы ранжирования потенциальных клиентов телекоммуникационной компании



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

- Создана новая магистерская программа «Искусственный интеллект и инженерия данных» по направлению 09.04.04 «Программная инженерия»
  - Искусственный интеллект и машинное обучение
  - Интеллектуальный анализ данных
  - Высокопроизводительные вычисления
- Набор студентов в 2022 году
  - 34 человека на бюджет (конкурс 3.1 человека на место)
- Набор студентов в 2023 году
  - 23 человека на бюджет (конкурс 4.7 человека на место)
  - 13 человек на контракт

Спасибо за внимание!  
Вопросы?

Силкина Надежда Сергеевна



# ХАРАКТЕРИСТИКИ СУПЕРКОМПЬЮТЕРА «ТОРНАДО ЮУрГУ»



- **18** место в СНГ
- Пиковая производительность: **473 Терафлопс**
- **480** вычислительных узлов
- **960** процессоров **Intel Xeon**
- **384** сопроцессора **Intel Xeon Phi**
- **29184** процессорных ядра
- Оперативная память: **17 Терабайт**
- Дисковая память: **177 Терабайт**
- Коммуникационная сеть: **InfiniBand 40 Гбит/с**
- **Полное жидкостное охлаждение**
- Рекордная энергоэффективность

# ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «НЕЙРОКОМПЬЮТЕР ЮУрГУ»



- Пиковая производительность: **276 Терафлопс**
- Оперативная память: **1,9 Терабайт**
- Число графических ускорителей / процессоров: **18 / 18**
- Графический ускоритель Nvidia Ampere A100: **4 шт.**
- Графический ускоритель Nvidia Ampere A30: **6 шт.**
- Графический ускоритель Nvidia Ampere V100: **8 шт.**
- Процессор Intel Xeon Gold: **2 шт.**
- Процессор Intel Xeon Silver: **16 шт.**
- Система хранения данных (SSD): **46 Терабайт**
- Система хранения данных (HDD): **700 Терабайт**