

Цифровые технологии в инженерной подготовке и НИОКР для горных предприятий



ГОРНЫЙ
УРАЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

СИМИСИНОВ Денис Иванович
Проректор по научной работе, д.т.н.

Программы профпереподготовки «Цифровая кафедра»

Автоматизированное проектирование в горнодобывающей промышленности



Прикладной искусственный интеллект и цифровое зрение

Машинное зрение в горнодобывающей промышленности



MICROMINE
Intuitive Mining Solutions

Мобильная робототехника в горнодобывающей промышленности

Беспилотные робототехнические системы в горнодобывающей промышленности

Моушн-дизайн

Цифровая трансформация предприятия



Создание прототипов в транспортной отрасли



Цифровые инструменты анализа бизнес-процессов предприятия в 1С (на примере добывающей отрасли)

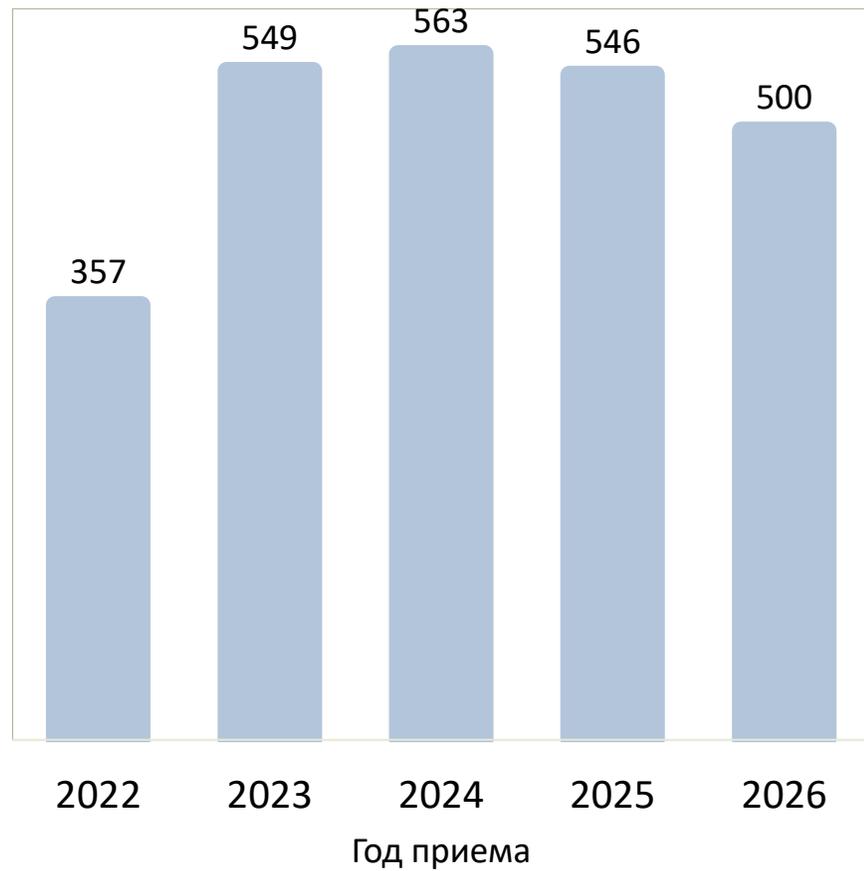


Цифровые технологии защиты окружающей среды

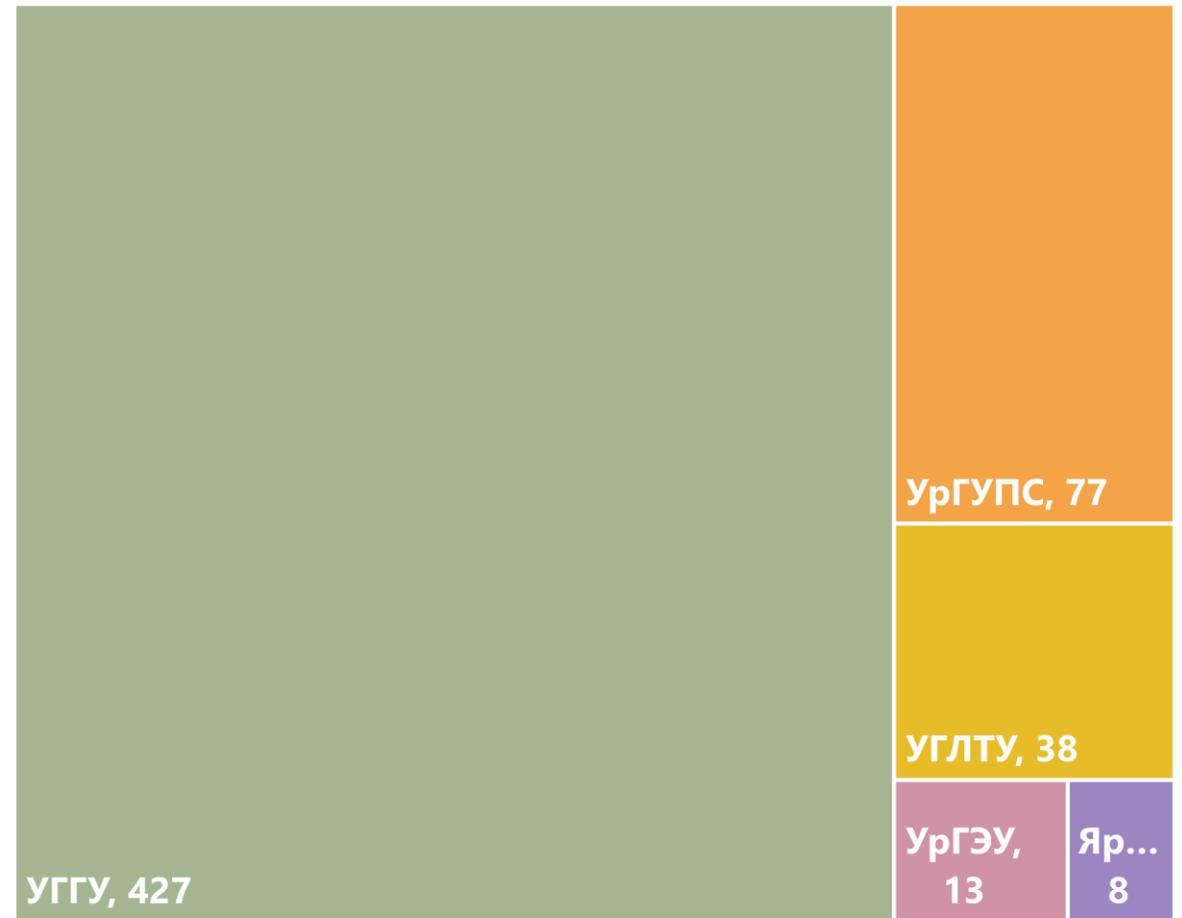


Инженер по разработке запросов для нейросетей в горнодобывающей промышленности

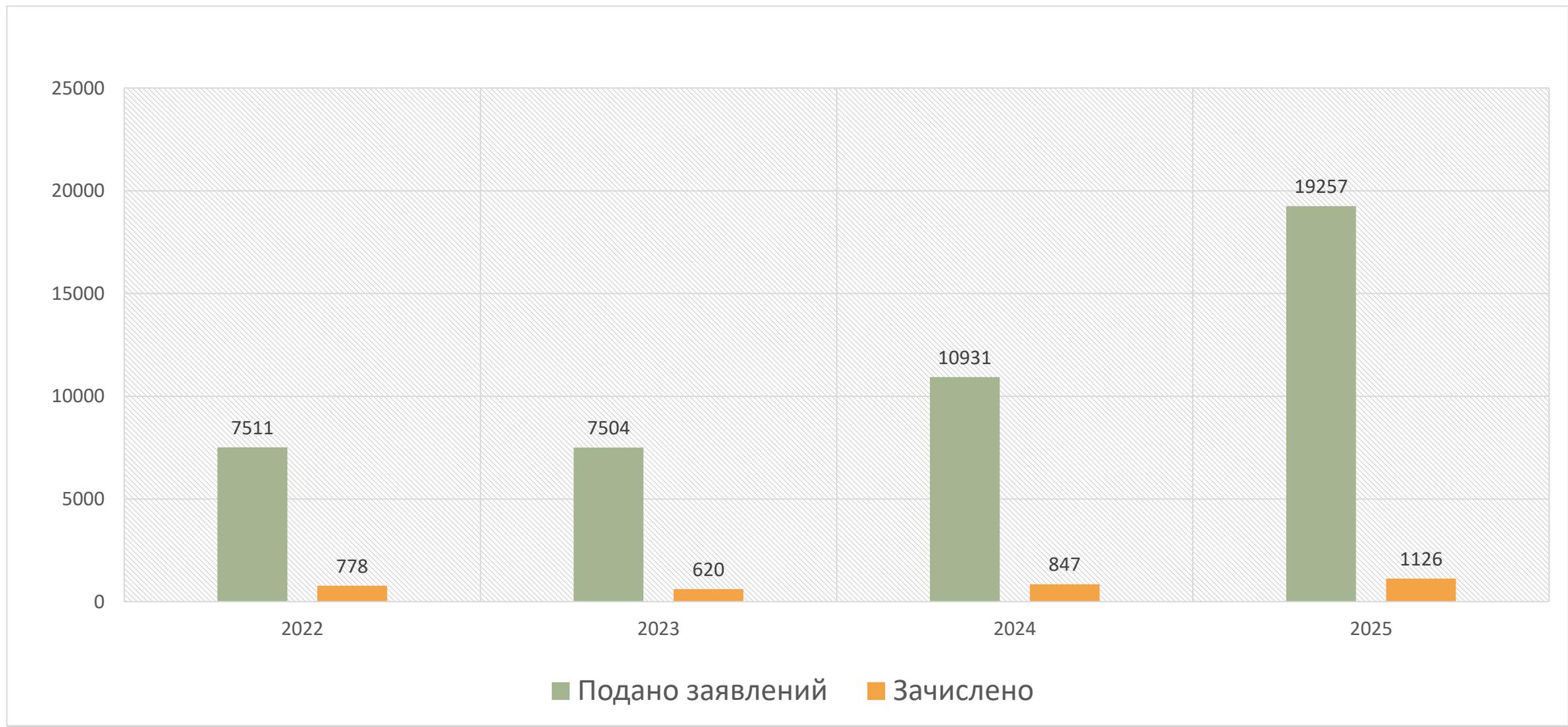
Динамика выпуска студентов Цифровой кафедры



Распределение выпускников 2025 г.

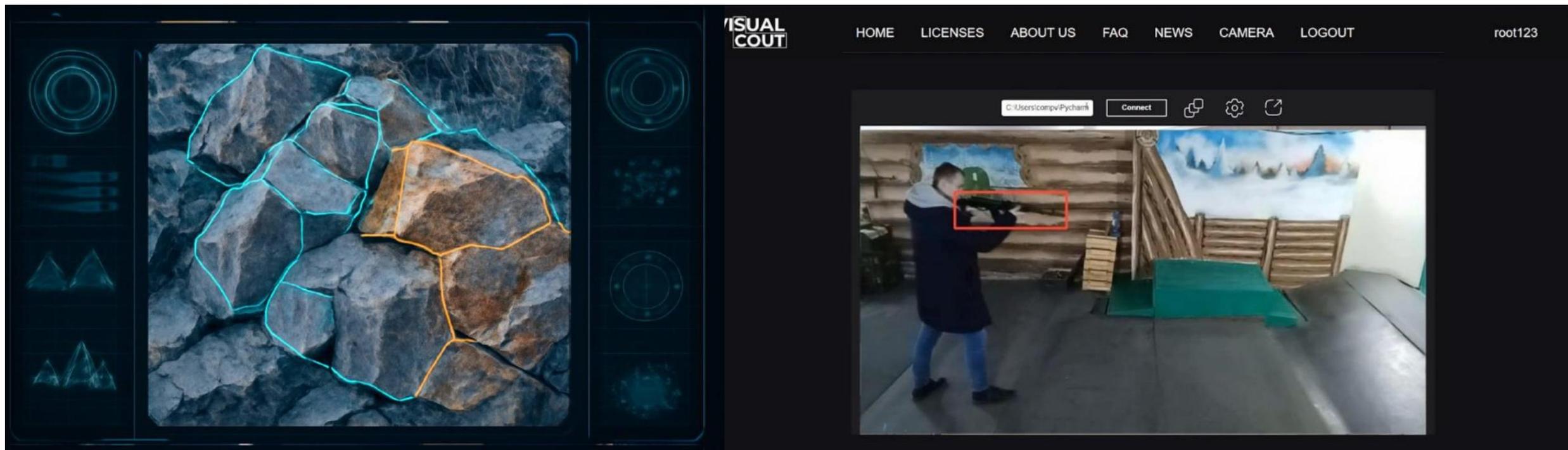


Динамика приема студентов очной формы обучения на программы ВО УГГУ



Примеры успешных проектов Цифровой кафедры

- Приложение для автоматического анализа горной массы с использованием компьютерного зрения и нейросетевых алгоритмов
- Веб-приложение Visual Scout для автоматического обнаружения огнестрельного оружия в реальном времени. Приложение способно мгновенно оповещать службы безопасности и предотвращать угрозы терактов в местах массового скопления людей



Результаты участия команды УГГУ в инженерных соревнованиях по БАС «Архипелаг»

2024 год, Сахалин:

- 1) Идентификация и прослеживаемость беспилотных воздушных судов в воздушном пространстве (1 место)
- 2) Обнаружение объектов с помощью компьютерного зрения (5 место)
- 3) Автономное следование за подвижной платформой (4 место)

2025 год, Сколково:

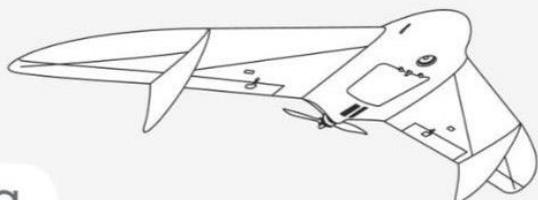
- 1) Кибериммунная автономность (3 место)

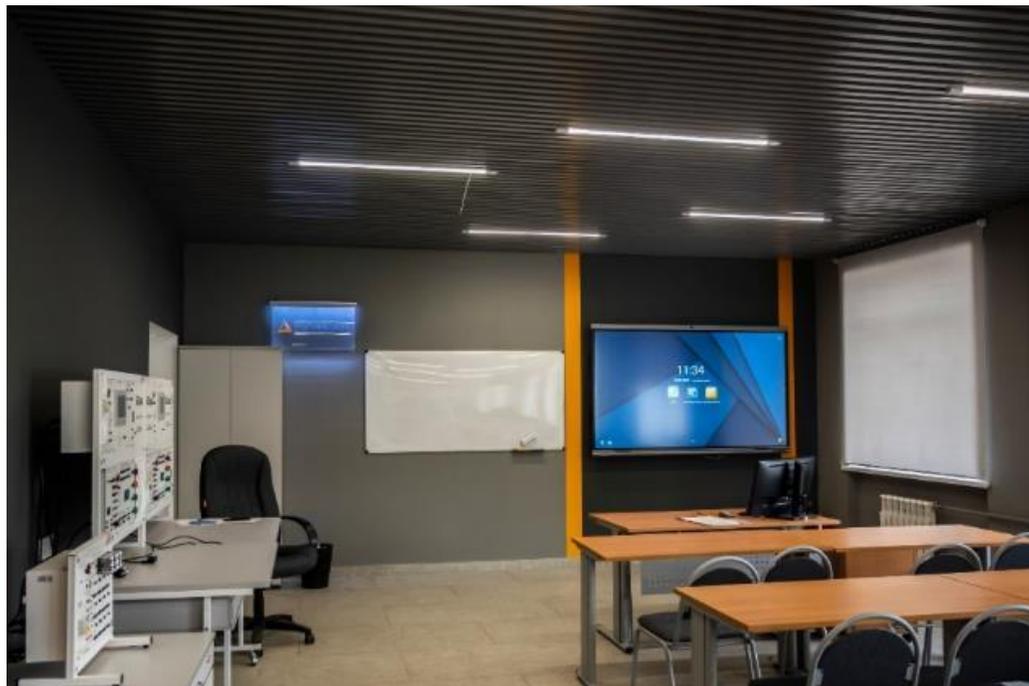


Архипелаг 2025

7-17 августа

Москва





Стенды для изучения работы и метрологической
настройки датчиков

Лаборатории оснащены современными учебными стендами для изучения работы и метрологической настройки различных датчиков, программирования ПЛК Овен и Siemens, создания систем управления простейшим технологическим процессом на примере управления двигателем, печью, световой индикацией и оптическими системами контроля доступа

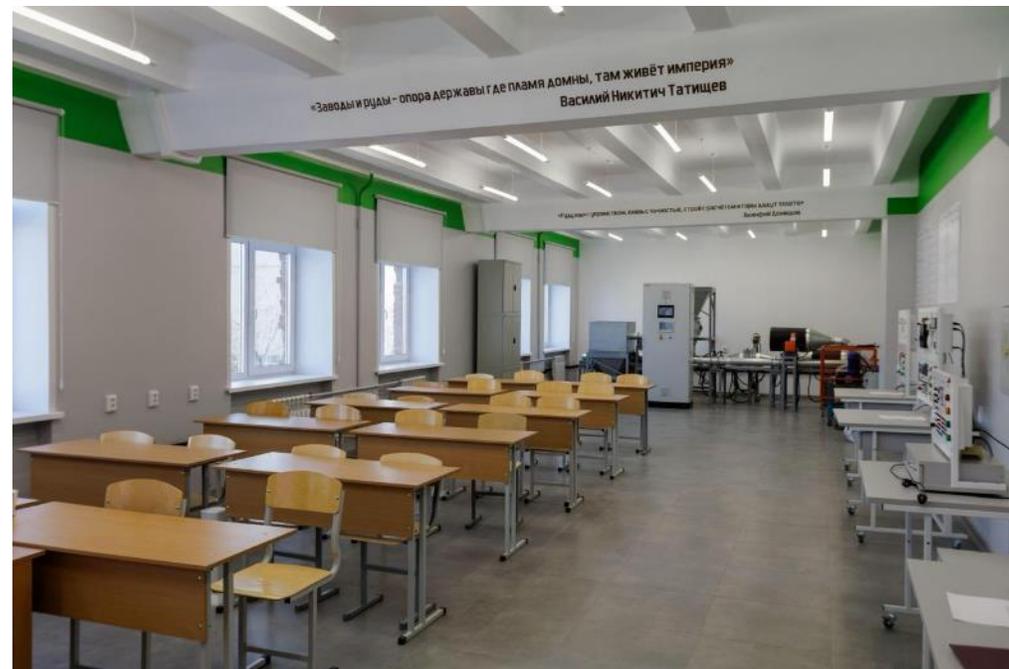


Стенды для моделирования процессов
управления технически сложными системами

Учебная лаборатория управления техническими системами в горной промышленности



Лабораторная аспирационная установка на базе ПЛК ОВЕН и Siemens для программирования системы управления в различных условиях и режимах работы



Лаборатория укомплектована инновационным стендом промышленной автоматизации «Лабораторная аспирационная установка Аспект» оснащенная двумя параллельными системами управления на базе ПЛК ОВЕН и Siemens, частотными регуляторами, датчиками температуры, скорости и давления, автоматизированной шаровой мельницей на базе ПЛК и частотного регулятора ОВЕН, стендами по практическому изучению теории автоматического управления

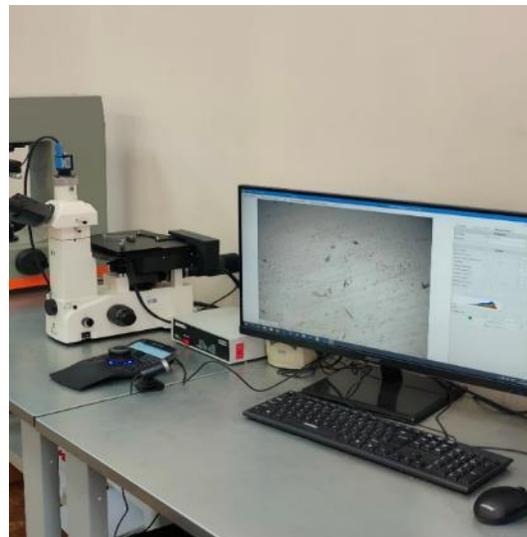
Учебно-производственная лаборатория обратного прототипирования



- Современные FDM и полимерные 3D принтеры
- Системы лазерного сканирования деталей
- Высокопроизводительные вычислительные станции
- Комплексы по обучению работе с БПЛА
- Система дополненной реальности



Контрольно-измерительная машина
3D-сканер



SIAMS автоматизированная система
металлографического анализа
Анализатор SciAps Lazer Z



Станки с ЧПУ на стойках Siemens



Автоматизированный
триботехнический стенд



Программно-аппаратный комплекс «Помощник бурильщика»

Эффект от внедрения

- Повышение точности проходки на 50%
- Повышение производительности на 15%

- Срок выполнения:** 1 год
- Стоимость работ:** 8 млн руб.
- Срок окупаемости:** 2 года

Назначение

- Удаленная загрузка схемы бурения, координат перемещения
- Автоматизация позиционирования инструмента
- Контроль и сбор параметров работы станка

Преимущества

- Адаптация к разным буровым станкам для подземных горных работ
- Кибериммунная архитектура с 4-уровневой защитой, обеспечивающей целостность данных в условиях высокой аварийности подземных работ
- Уникальная комбинация стереокамеры с нейронной обработкой и лазерного указателя, обеспечивающая точность определения глубины не ниже 0,15% и частоту обновления данных до 200 Гц в условиях повышенной запыленности и вибрации, что в 2 раза превосходит существующие аналоги
- Патентованная модель обработки данных от 10 датчиков с процедурой "Homing" и интеграцией с цифровой моделью рудника, обеспечивающая точность совмещения с паспортом бурения 99,5% и снижение ошибок бурения с 30-40% до 3-5%

Состав комплекса

- Лазерный указатель для визуализации точек бурения
- Стереокамера с двумя CMOS-сенсорами для определения глубины в условиях повышенной запыленности
- Датчики позиционирования: 4 датчика длины и 6 угловых датчиков
- Промышленный контроллер
- Сенсорная панель оператора
- Блоки обработки данных с кибериммунной архитектурой, включающей контроллер доступа, монитор данных и верификацию команд

Опыт выполнения работ, компетенции

- НИОКР «Разработка метода автоматизированного формирования паспорта буровзрывных работ путем использования интеллектуальных нейросетевых алгоритмов», Сафьяновская медь, 2022. Разработан лабораторный образец программно-аппаратного комплекса
- Патенты: «Система автоматического построения паспортов БВР для подземных горных работ», «Система управления лазерным сканированием для подземных горных работ»
- Участие в инженерных соревнованиях по БАС в рамках «Архипелаг-2024», Сахалин: «Идентификация и прослеживаемость беспилотных воздушных судов в воздушном пространстве» (1 место), «Обнаружение объектов с помощью компьютерного зрения» (5 место), «Автономное следование за подвижной платформой» (4 место). Участие в инженерных соревнованиях по БАС в рамках «Архипелаг-2025», Сколково: «Кибериммунная автономность» (3 место)

generate

ШПУРЫ

48 шпуров

cells

edges

seeds

MAKS, 200

SVG

JSON

Ручной ввод

add

move

remove

Export

cells

edges

seeds

**Пример
визуализации забоя
по паспорту БВР**

Роботизация операций гидравлического карьерного экскаватора

Эффект от внедрения

Повышение производительности от 25%
Снижение риска до приемлемого уровня

Срок выполнения: 2 года

Срок окупаемости: 3-5 лет

Опыт выполнения работ, компетенции

- Подсистема распознавания целостности зубьев ковша карьерного экскаватора, на экскаваторах: ЭР-1250, ЭКГ- 10, ЭШ 20/90;
- Подсистема идентификации технологических операций карьерного экскаватора, на экскаваторах: ЭКГ- 10, ЭШ 20/90;
- Патенты: «Система управления лазерным сканированием для подземных горных работ» «Устройство для определения пространственного положения ковша экскаватора-драглайна»
- Участие в инженерных соревнованиях по БАС в рамках “Архипелаг-2024”, Сахалин: “Идентификация и прослеживаемость беспилотных воздушных судов в воздушном пространстве” (1 место), “Обнаружение объектов с помощью компьютерного зрения” (5 место), “Автономное следование за подвижной платформой” (4 место). Участие в инженерных соревнованиях по БАС в рамках “Архипелаг-2025”, Сколково: “Кибериммунная автономность” (3 место)

Назначение

Уровень 1. Удаленное управление экскаватором оператором с пульта управления, с частичной автоматизацией функций управления
Уровень 2. Полная автоматизация работы экскаватора

Преимущества

- Полная автоматизация работы экскаватора
- Кибериммунная архитектура с 4-уровневой защитой, обеспечивающей целостность данных в условиях высокой аварийности горных работ
- Функция определения гранулометрического состава

Состав комплекса

- модуль стереозрения
- модуль навигации
- бортовой вычислитель
- дисплей
- блок курсового слежения
- пульт дистанционного управления
- демонстрационный модуль

Подсистемы ПО

- компьютерного зрения
- актуализации
- накопления и передачи данных



Экскаватор УГЭ-300
Уралмашзавод,
сентябрь 2025 г.

Типовой проект автоматизированной системы управления загрузкой мельницы

Эффект от внедрения

- повышение производительности мельницы
- стабилизация гранулометрического состава продукта
- снижение удельного расхода электроэнергии;
- увеличение межремонтного периода

Срок выполнения: 2 года

Срок окупаемости: 3-5 лет

Назначение

Оценка степени загрузки мельницы
Оптимизация загрузки
Защита от перегруза мельницы

Преимущества

- Оценка степени износа футеровки
- Функция определения гранулометрического состава
- Оценка производительности по готовому классу
- Оценка загрузки по 4-м параметрам (акустика, вибрация, мех. напряжения, эл. ток)
- Возможность применения при различных конфигурациях цикла измельчения

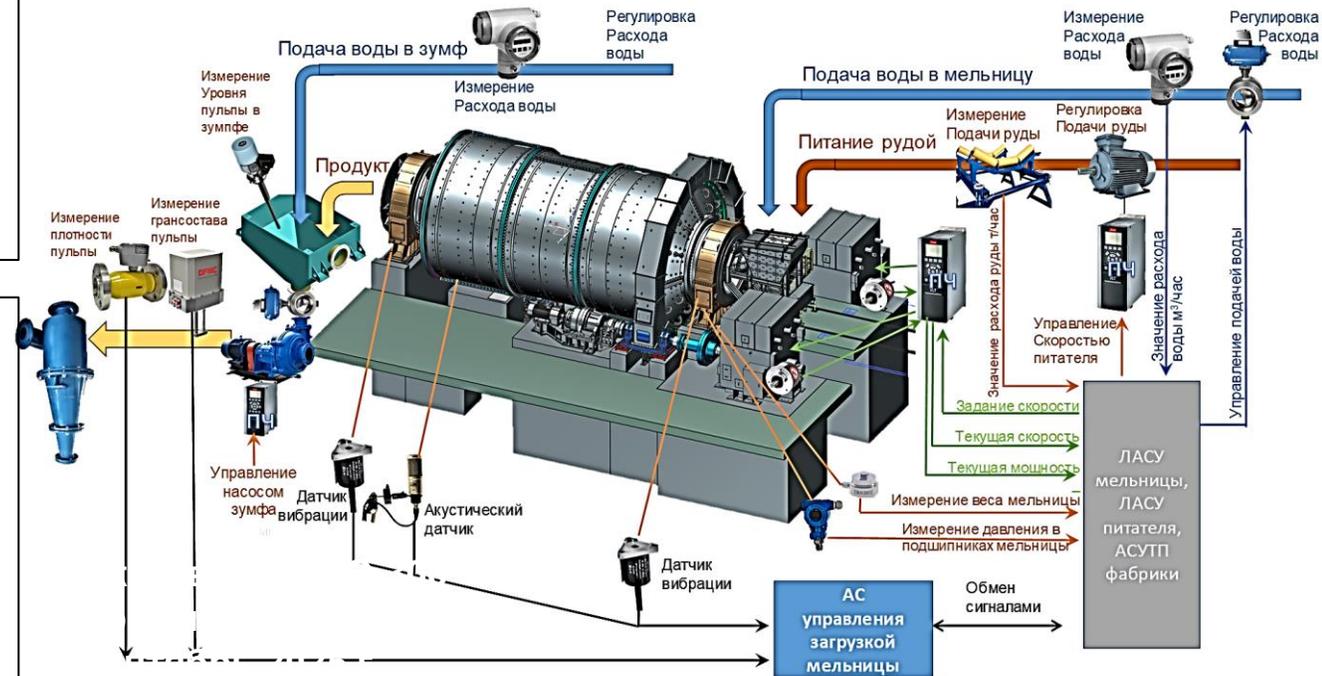
Функции системы

- Сбор данных в реальном времени от 7 датчиков
- Обработка и анализ данных
- Косвенная оценка состояния футеровки
- Регулирование степени загрузки мельницы с формированием управляющих воздействий
- Визуализация и сигнализация
- Архивирование данных
- Ведение и отображение журнала событий и действий
- Передача информации в АСУТП фабрики

Опыт выполнения работ, компетенции

На базе ЗИФ АО «Золото Северного Урала» выполнены работы:

- Определение загрузки мельницы по сигналам в вибродатчика, акустического датчика и по активной мощности электропривода;
- Оценка распространения вибраций по корпусу барабана в зависимости степени загрузки ее типов.
- Проведены промышленные испытания макета комплекса по измерению вибро- и акустических сигналов на подшипниках и у барабана мельницы МПСИ 70x23.
- Проведен анализ данных с эксплуатируемого комплекса автоматизации мельницы МПСИ 70x23 и даны рекомендации по её модернизации и доработке.



Инжиниринг тепло-массо обменного оборудования по критерию энергетической и экологической эффективности

Эффект от внедрения

1. Снижение концентрации пыли на выходе из ТМОО в 6 раз.
2. Снижение расхода газа на 50 %
3. Повышение термического КПД ТМОО на 25 %.
4. ЧДД – 220 млн руб. в расчёте на ТМОО суммарной производительности 10^6 млн т/год.

Срок выполнения: по согласованию с Заказчиком.

Стоимость работ: по согласованию с Заказчиком.

Срок окупаемости: в зависимости от масштаба модернизации от 1,6 до 3 лет.

Уровень готовности технологии: УГТ-9 (Технология готова к серийному внедрению)

Назначение

Повышение энергетической и экологической эффективности ТМОО в процессе технического перевооружения и при разработке нового оборудования

Преимущества

Конвергентный подход от технологического аудита до запуска в промышленную эксплуатацию с использованием принципа природоподобной соразмерности и запатентованных технологий

Описание

Разработка основана на экспериментально подтвержденной гипотезе о доминантном влиянии присоединенных индуцированных вихрей на эффективность тепломассообменных процессов.

Работы выполняются после проведения аудита состояния ТМОО.

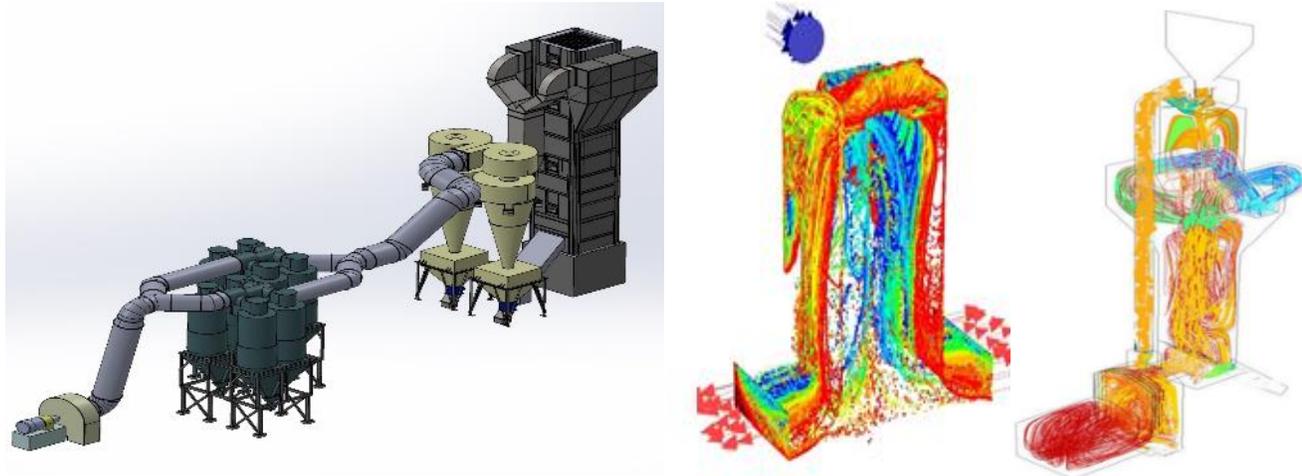
Позволяет целенаправленно осуществлять топологическую оптимизацию параметров ТМО, предварительно создав их цифровую модель с последующим формированием цифровых двойников и разработкой проекта технического перевооружения по заданным критериям с ограничениям по сроку окупаемости и ЧДД.

Патенты №2813645, №2837809, №2853740 - Способы сушки сыпучих материалов, повышения экологической эффективности шахтных печей и устройство для ее осуществления.

Опыт выполнения работ, компетенции

Реализованные НИОКРы в 2022-2025 гг. для АО «Костанайские минералы» (Казахстан):

- Технический, теплотехнический, аэрофилтрационный и энергетический аудит вертикальной шахтной сушильной печи и ее газоочистного оборудования;
- Обоснование параметров и разработка проектной документации технического перевооружения вертикальной шахтной сушильной печи с первой ступенью газоочистного оборудования Оптимизация параметров инерционно гравитационного сепаратора с термопылеосадительной камерой, встроенных в сушило вертикальной шахтной сушильной печи (ВШСП) и разработка проектной документации технического перевооружения ВШСП №3, №5 со ступенью грубой пылегазоочистки в цехе дробления и сортировки хризотилловых руд;
- Оптимизация аэродинамических параметров теплоносителя и разработка проектной документации технического перевооружения термопроводов ВШСП №9 по критерию достижения возможности управления соотношением расхода теплоносителя по прямотоку и противотоку;
- Оптимизация параметров трёхступенчатой системы пылегазоочистки, встроенной в сушило печи и разработка проектной документации технического перевооружения ВШСП №2 с двухступенчатой системой грубой пылегазоочистки, приёмочные испытания модернизированной ВШСП №3 в цехе ДиСхр АО «Костанайские минералы»;
- Оптимизация загрузочного устройства, сушила и термопроводов вертикальной шахтной сушильной печи ВШСП№9 по критериям экологической и энергетической эффективности и разработка проектной документации технического перевооружения базового пускового комплекса.



Техническое перевооружение систем вентиляции, охлаждения, аспирации и пневмообогащения на базе модельноориентированного системного инжиниринга

Эффект от внедрения

1. Повышение эффективности систем вентиляции, аспирации и пневмообогащения не менее чем на 25%.
2. ЧДД -165 млн руб. при установленной мощности не мене 35 МВт.
3. Обеспечение экологической безопасности

Срок выполнения: по согласованию

Стоимость работ: по согласованию

Срок окупаемости: 1,8-3 года

Опыт выполнения работ, компетенции

Реализованные НИОКРы в 2019, 2025 гг. для ПАО «Газпром», АО «Костанайские минералы» (Казахстан):

- Разработка конструкторской документации вентиляторного модуля аппарата воздушного охлаждения компрессорных станций магистральных газопроводов, его прототипирование и исследование адаптивной аэродинамической схемы осевого вентилятора;
- Оптимизация параметров вентиляторного комплекса в составе: «коллектор запыленного воздуха, система тонкой пылеочистки с рукавными фильтрами, вентиляторы фирмы Keith Blackman типа 95.M, вакуум камера, коллектор чистого воздуха» и разработка проектной документации технического перевооружения вентиляторного комплекса цеха обогащения АО «Костанайские минералы».

- Патенты:

- №2751679 Аппарат воздушного охлаждения;
- №2789214 Способ автоматической многовекторной балансировки рабочих колёс турбомашин и устройство для его реализации;
- № 2826326 Вентиляторная установка;
- № 2850779 Способ пневматического обогащения минерального сырья

Назначение

Повышение энергетической эффективности и экологической безопасности предприятий

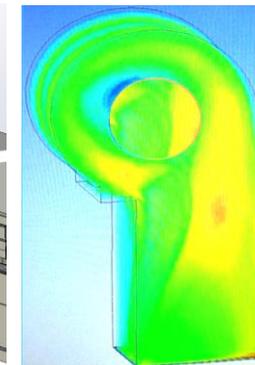
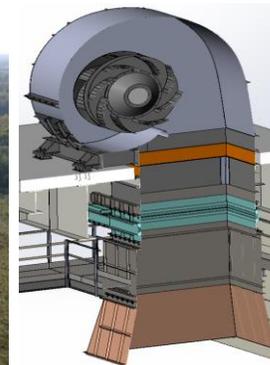
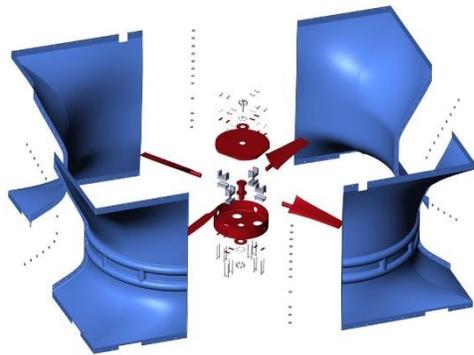
Преимущества

Применение природоподобной соразмерности в двухфазными средах при исследовании, моделировании и разработке проектов технического перевооружения предприятий.

Описание

Технология построена на конвергентном подходе оптимизации конструкций и технологий при проектировании вентиляторных установок и вентиляционных систем.

Иллюстрации



Спасибо за внимание!

СИМИСИНОВ Денис Иванович
Проректор по научной работе
7sinov@m.ursmu.ru