



РЕГИОНАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ
ЦЕНТР



МЕХАНИКО-
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ



Всероссийская конференция **«Моделирование и цифровые двойники»**



Программа конференции

**17-18 ноября 2025 г.
Томск**

Всероссийская конференция

«Моделирование и цифровые двойники – 2025»

Организационный комитет

Веснин А. Ю.	Институт математики им. С. Л. Соболева СО РАН, Новосибирск, Томский государственный университет, Томск
Гензе Л. В.	Томский государственный университет, Томск
Гурина Е. И.	Томский государственный университет, Томск
Сомова П.А.	Томский государственный университет, Томск
Степанян И.С.	Томский государственный университет, Томск
Челнокова А. С.	Томский государственный университет, Томск

В программу конференции включены доклады, принятые организационным комитетом для участия во всероссийской конференции «Моделирование и цифровые двойники – 2025».

Конференция организована в рамках соглашения о предоставлении субсидии между Министерством науки и высшего образования Российской Федерации и Томским государственным университетом (соглашение № 075-02-2025-1728/2).

Сайт конференции: https://mexmat-tsu.tilda.ws/simulation_dtwin

E-mail: rnc@math.tsu.ru

© Томский государственный университет, 2025

© Авторы докладов, 2025



РЕГИОНАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ
ЦЕНТР

Всероссийская конференция «Моделирование и цифровые двойники – 2025»

ПРОГРАММА

17 ноября, Понедельник

Пленарное заседание

Место проведения: Научная библиотека Томского государственного университета, Малый конференц-зал, 1 этаж
(Томск, пр. Ленина, 34 а, вход со стороны остановки «Библиотека ТГУ»)

Яндекс Телемост: <https://telemost.yandex.ru/j/42610952121355>

Часовой пояс UTC+7 / GMT+7

9:30 – 9:50	Регистрация участников
9:50 – 10:00	Открытие конференции
10:00 – 10:30	Фанасков В. С. <i>Нейронные сети для аппроксимации многомерных функций</i>
10:35 – 11:05	Тимофеев Т. Т. <i>Применение математического и компьютерного моделирования для определения рабочих характеристик технически сложных инженерных систем</i>
11:10 – 11:30 (online)	Себелев А. А. <i>Цифровая платформа CML-Bench® – единая среда для системного цифрового инжиниринга</i>
11:35 – 12:00	Кофе-брейк

Секция:
Математическое и компьютерное моделирование
Место проведения: Малый конференц-зал НБ ТГУ, 1 этаж
Яндекс Телемост: <https://telemost.yandex.ru/j/42610952121355>
Часовой пояс UTC+7 / GMT+7

12:00 – 12:15	Радченко П. А. Моделирование взаимодействия твердых тел в рамках Лагранжева подхода в широком диапазоне скоростей деформации
12:20 – 12:35	Бубенчиков А. М. Волновой резонанс двухслойного графена
12:40 – 12:55 (online)	Савина Н. В. Математические модели туристических маршрутов
13:00 – 14:30	Обед
14:35 – 14:50	Крошечкин А. Д. Применение методов оптимизации для автоматизированной адаптации гидродинамической модели нефтяного месторождения
14:55 – 15:10	Афанасьева А. А. Компьютерное моделирование распределения электрической проводимости в двумерной электроимпедансной томографии грудной клетки
15:15 – 15:30 (online)	Гнатенко Ю. А. Эффективное покрытие области БПЛА с фронтальным покрытием
15:35 – 15:50	Марченко А. А. Разработка Windows-приложения для моделирования процессов теплопередачи внутри многослойных материалов на основе языка C++
15:55– 16:20	Кофе-брейк
16:20 – 16:35	Юмин К. В. Моделирование естественного проветривания угольного карьера
16:40 – 16:55	Фурманов Э. С. Виртуальный помощник для установки подготовки воды: предиктивные модели и оптимизация распределения потоков
	Подсекция: фундаментальная математика – основа наукоемкого производства
17:00 – 17:15	Пчелинцев В. А. Спектральная задача Неймана для оператора Лапласа в нерегулярных областях
17:20 – 17:35	Трошин А. Ю. О последовательном оценивании параметров непрерывной авторегрессии порядка p на фоне семимартингального шума
17:40 – 17:55	Сидоровский Е. А. Последовательное оценивание параметра для процесса Орнштейна-Уленбека со скачками

Секция:
**цифровые двойники в инженерных задачах и
промышленных приложениях**

Место проведения: Презентационная комната НБ ТГУ, этаж 2

Яндекс Телемост: <https://telemost.yandex.ru/j/83175452337960>

Часовой пояс UTC+7 / GMT+7

12:00 – 12:15	Гурина Е. И. <i>Разработка и применение цифрового двойника для оптимизации системы пассивного теплообмена в термошкафе</i>
12:20 – 12:35 (online)	Бабенко А. В. <i>Разработка цифрового двойника для моделирования процессов в реакторе фронтального каталитического селективного гидрирования</i>
12:40 – 12:55	Новгородова А. Н. <i>О двух методах ускоренного вычисления пространственного распределения давления в моделях нефтегазовых месторождений</i>
13:00 – 14:30	Обед
14:35 – 14:50 (online)	Каскинов И. З. <i>Технология цифровых двойников в роботизированном производстве</i>
14:55 – 15:10	Зебзеев А. Г. <i>Общие подходы к разработке систем поддержки принятия решений управления процессами подготовки нефти и воды</i>
15:15 – 15:30 (online)	Терехова М. В. <i>BIM технология как основа для цифрового двойника</i>
15:35 – 15:50 (online)	Петров Г. К. <i>Система контроля строительных нарушений: переход от настольных приложений к распределенной веб и мобильной платформе</i>
15:55 – 16:20	Кофе-брейк
16:20 – 16:35 (online)	Рогачев Д. Ю. <i>Модель цифрового двойника для прогнозирования валового регионального продукта Нижегородской области</i>
16:40 – 16:55	Костюшин К. В. <i>CLOUDCFD – облачная платформа для решения газодинамических задач</i>

ПРОГРАММА

18 ноября, Вторник

Пленарное заседание

Место проведения: Научная библиотека Томского государственного университета,
Малый конференц-зал, 1 этаж

(Томск, пр. Ленина, 34 а, вход со стороны остановки «Библиотека ТГУ»)

Яндекс Телемост: <https://telemost.yandex.ru/j/67671241475753>

Часовой пояс UTC+7 / GMT+7

10:00 – 10:30	Старченко А. В. Численное моделирование качества атмосферного воздуха в городе с использованием суперкомпьютера
10:35 – 11:05	Клишин С. В. Дискретно-элементное моделирование в наукоемком производстве. Программное обеспечение GranumFlow™
11:10 – 11:30	Бондарева Н. С. Численное исследование влияния высокотеплопроводного интерфейса на режимы конвективного плавления
11:35 – 12:00	Кофе-брейк

Секция:

математическое и компьютерное моделирование

Место проведения: Малый конференц-зал НБ ТГУ, 1 этаж

Яндекс Телемост: <https://telemost.yandex.ru/j/67671241475753>

Часовой пояс UTC+7 / GMT+7

12:00 – 12:20	Зюзьков В. М. Экспериментальная математика
12:25 – 12:40 (online)	Сваровский А. И. Численное исследование характеристик турбулентности атмосферного пограничного слоя с высоким разрешением
12:45 – 13:00	Данилкин Е. А. Результаты численного моделирования неизотермических турбулентных течений и переноса примеси в уличном каньоне при отрицательной температуре окружающей среды
13:00 – 15:30	Обед. Экскурсии в Музеях ТГУ
15:30 – 15:45	Парамонов С. Л. Математическая модель транспорта ионов через мембрану клетки
15:50 – 16:05	Архипов А. Ю. Математическое моделирование регенеративно-воспалительных процессов в роговице
16:10 – 16:25	Крайнов М. А. Двухфазное течение воды и нефти в неоднородных породах-коллекторах
16:30 – 16:55	Кофе-брейк

16:55 – 17:10	Шарыпина Е. А. Численное моделирование процесса остывания жидкости в надземном трубопроводе для случая статического режима
17:15 – 17:30	Чура Е. С. Моделирование горения водородо-воздушной смеси в плоском канале методом Ван Лира
17:35 – 17:50	Заккрытие конференции Малый конференц-зал НБ ТГУ

Секция:
нейросетевые технологии и ИИ в моделировании

Место проведения: Презентационная комната НБ ТГУ, этаж 2

Яндекс Телемост: <https://telemost.yandex.ru/j/39931989206585>

Часовой пояс UTC+7 / GMT+7

12:00 – 12:15	Дель И. В. Нейросетевой подход к построению разностных схем для задач конвекции-диффузии
12:20 – 12:35	Попов М. А. Построение информационной модели видео
12:40 – 12:55 (online)	Шабунин А. О. Система определения синтезированной речи
13:00 – 15:30	Обед. Экскурсии в Музеях ТГУ
15:30 – 15:45	Лушников В. А. Разработка алгоритмов для сегментации патологий сетчатки при диабетической ретинопатии с использованием архитектуры U-NET++
15:50 – 16:05 (online)	Воронцов А. А. Перспективные методы диагностики и лечения первичных иммунодефицитов человека
16:10 – 16:25	Рахимов М. А. Применение нейросетевых технологий для моделирования лексической сложности слов английского языка по шкале CEFR
16:30 – 16:55	Кофе-брейк
16:55 – 17:10	Кивилев В. В. Интеллектуальная информационная система персонализированного подбора факультета для абитуриента на основе машинного обучения
17:15 – 17:30 (online)	Отегов П. А. Классификация музыкальных композиций с использованием нейронных сетей
17:35 – 17:50	Заккрытие конференции: https://telemost.yandex.ru/j/58278827793085 Малый конференц-зал НБ ТГУ



Аннотации докладов 17–18 ноября

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕГЕНЕРАТИВНО-
ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В РОГОВИЦЕ**

Архипов Александр Юрьевич, Ковалев Егор Олегович

Томский политехнический университет, Томск, Россия

arhipov.sasha04@yandex.ru

Математическое моделирование является эффективным инструментом для анализа сложных биологических процессов. В данной работе представлены два подхода к моделированию динамики регенеративно-воспалительного процесса в роговице крыс после экспериментального повреждения. Первый подход основан на статистической аппроксимации временных рядов данных с использованием полиномиальной регрессии третьей степени. Второй – на построении детерминированной динамической модели в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью алгоритма SINDy (Sparse Identification of Nonlinear Dynamics). Проведено сравнение моделей путем сопоставления их решений с исходными и новыми экспериментальными данными. Для количественной оценки качества моделей использовался коэффициент детерминации R^2 .

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОВОДИМОСТИ В ДВУМЕРНОЙ
ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ**

Афанасьева Анна Александровна, Старченко Александр Васильевич

Томский государственный университет, Томск, Россия

afanaseva_anyutka@inbox.ru

Разработан и протестирован итерационный численный метод решения обратной коэффициентной задачи для однородного эллиптического уравнения с

интегро-дифференциальными граничными условиями в замкнутой области. Метод опирается на конечно-объемные аппроксимации дифференциальных и интегральных операторов на неструктурированных сетках, численное решение последовательности прямых задач при известном кусочно-постоянном распределении коэффициентов разностного эллиптического уравнения и сходящийся итеративно регуляризуемый метод Гаусса-Ньютона. В качестве эксперимента рассматривался цифровой двойник «грудной клетки человека», для входных данных использовались синтетические данные, которые были получены при решении прямой задачи. В работе были рассмотрены следующие сценарии: нормальные (здоровые) легкие и два варианта патологий, к ним относятся плевральный выпот и пневмоторакс. Результаты были получены близкие к результатам реконструкции электрической проводимости внутри области исследования, это также подтверждается различными метриками.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В РЕАКТОРЕ ФРОНТАЛЬНОГО КАТАЛИТИЧЕСКОГО СЕЛЕКТИВНОГО ГИДРИРОВАНИЯ

Бабенко Артем Васильевич

Томский государственный университет, Томск, Россия

АО «Моделирование и цифровые двойники», Санкт-Петербург, Россия

babenkoartem@inbox.ru

В исследовании применены метод дискретных элементов и метод конечных объемов. Основные результаты: по итогам исследования получены контуры распределения объемных долей и перепады давления, а также свойства слоев засыпок. Использование данных цифровых двойников позволяет не только узнать фактическое распределение величин в реакторах, но и позволяет получить экономические выгоды в виде отсутствия экспериментов и изменений конструкции реактора.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОТЕПЛОПРОВОДНОГО ИНТЕРФЕЙСА НА РЕЖИМЫ КОНВЕКТИВНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

Бондарева Надежда Сергеевна, Шеремет Михаил Александрович

Томский государственный университет, Томск, Россия

[*bondarevans@mail.tsu.ru*](mailto:bondarevans@mail.tsu.ru)

Использование фазоизменяемых материалов (ФИМ) широко распространено в системах температурного контроля и хранения энергии. Из-за низкой теплопроводности этих материалов, их часто используют в сочетании с высокотеплопроводными элементами, такими как наночастицы, оребрение, пористые вставки. Данная работа посвящена численному исследованию процессов плавления и естественной конвекции в системах охлаждения на основе фазоизменяемых материалов. Оценено влияние таких высокотеплопроводных элементов как пенометаллы, оребрение и их сочетание на интенсификацию теплообмена в системе. Математическая модель нестационарных процессов была сформулирована с использованием приближения Дарси – Бринкмана и локально-равновесной тепловой модели.

ВОЛНОВОЙ РЕЗОНАНС ДВУХСЛОЙНОГО ГРАФЕНА

Бубенчиков Алексей Михайлович, Бородин Владислав Иванович, Бубенчиков Михаил Алексеевич, Мамонтов Дмитрий Владимирович, Носырев Олег Дмитриевич, Жамбаа Сонинбаяр

Томский государственный университет, Томск, Россия

[*orevaore@mail.ru*](mailto:orevaore@mail.ru)

Рассматривается криогенное разделение смеси гелия и гелиона через резонансную двухбарьерную систему, состоящую из графеновых листов с концентрическими порами в виде одного удаленного углеродного кольца. Система настраивается на резонанс посредством изменения расстояния между моноатомными листами графена.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ИММУНОДЕФИЦИТОВ ЧЕЛОВЕКА

Воронцов Артемий Александрович

*Университет информационных технологий, механики и оптики,
Санкт-Петербург, Россия*

1404artemiy@gmail.com

В работе рассматриваются перспективные методы лечения первичных иммунодефицитов, в частности, терапия на основе мРНК и генное редактирование CRISPR/Cas9. Особое внимание уделяется интеграции искусственного интеллекта для персонализации терапии, включая дизайн молекул мРНК и гидовых РНК, что позволяет повысить эффективность и безопасность лечения.

ЭФФЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ ОБЛАСТИ БПЛА С ФРОНТИРНЫМ ДОЗАКРЫТИЕМ

Гнатенко Юлия Ахнафовна, Акимов Андрей Анатольевич,
Сабиров Алан Равильевич

*Стерлитамакский филиал Уфимского университета науки и технологий,
Стерлитамак, Россия*

y.a.gnatenko@struust.ru

Описана вычислительная апробация метода полного покрытия территории беспилотным летательным аппаратом, в котором возвратно-поступательные полосы строятся над декомпозированной областью с локальным уплотнением в приоритетной зоне и последующим дозакрытием пропусков по фронтальной схеме. Сценарий включает временно запрещённую область, обходимую по расширенному контуру с безопасным зазором. Показано, что предложенная процедура формирует маршрут без пропусков, увеличивает плотность съёмки на участках повышенной важности и сохраняет умеренную суммарную длину траектории.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ПАССИВНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ТЕРМОШКАФЕ

Гурина Елена Ивановна

Томский государственный университет, Томск, Россия

[*elena.gyrina@mail.tsu.ru*](mailto:elena.gyrina@mail.tsu.ru)

В последние годы значительно расширились исследования в области теплообмена, играющие ключевую роль в развитии техники и промышленности. В данной работе рассматривается задача математического и численного моделирования температурных характеристик термошкафа РизурБокс с пассивным обогревом за счёт тепла нефтегазоводяной смеси в трубопроводе. Такие термошкафы применяются для защиты оборудования от низких температур в условиях работы в северных регионах, влаги, осадков, пыли и механических повреждений.

Исследование связано с актуальным направлением цифровизации нефтегазовой отрасли, в частности – использованием беспроводных технологий автоматизации в условиях отсутствия стабильного энергоснабжения. Разработанная цифровая модель термошкафа позволяет оптимизировать тепловой режим в термошкафе, что в ряде случаев исключает необходимость дополнительного электрообогрева и снижает капитальные затраты.

Численное моделирование теплообмена выполнено методом конечных разностей для семислойной конструкции (вспененный полиэтилен, воздух, сталь, нефтегазоводяная смесь и др.). Граничные условия учитывают теплопередачу между слоями и влияние внешней среды. Анализ результатов расчета включает верификацию с помощью результатов, полученных в программном комплексе Ansys Fluent.

Практическое применение модели позволяет не только отказаться от электрообогрева, но и оптимизировать размещение оборудования внутри термошкафа с учётом параметров трубопровода и климатических условий. В перспективе планируются опытно-промышленные испытания на объектах нефтедобычи для внедрения данной технологии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ И ПЕРЕНОСА ПРИМЕСИ В УЛИЧНОМ КАНЬОНЕ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Данилкин Евгений Александрович, Старченко Александр Васильевич,
Юмин Кирилл Викторович

Томский государственный университет, Томск, Россия

danilkine@gmail.com

В работе будут представлены результаты численного моделирования неизотермических турбулентных течений и переноса примеси в уличном каньоне при отрицательной температуре окружающей среды.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ РАЗНОСТНЫХ СХЕМ ДЛЯ ЗАДАЧ КОНВЕКЦИИ-ДИФфуЗИИ

Дель Ирина Васильевна, Старченко Александр Васильевич

Томский государственный университет, Томск, Россия

ir1na.del@yandex.ru

Разработана монотонная схема для аппроксимации конвективных слагаемых в уравнениях переноса, основанная на методе конечных объёмов и интерполяции весовым кубическим сплайном. Для повышения точности схемы применён подход, основанный на данных, с использованием искусственной нейронной сети (ИНС). Численное моделирование задачи о переносе примеси от мгновенного точечного источника в одномерной и трёхмерной постановках подтвердило перспективность предложенного нейросетевого метода перед традиционными схемами.

ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ И ВОДЫ

Зебзеев Алексей Григорьевич

ООО «РН-Проектирование Добыча» Томск, Россия

ZebzeevAG@rn-pd.rosneft.ru

В процессе добычи и транспортировки нефть и пластовая вода на промысле формируют водонефтяную эмульсию (ВНЭ) обратного типа. Каждая ВНЭ характеризуется индивидуальной агрегативной и кинематической устойчивостью (время расслоения). Для разрушения ВНЭ создаются специальные условия отстаивания (температура и время отстаивания) и подаются обезвоживающие реагенты.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА

Зюзьков Валентин Михайлович

Томский государственный университет, Томск, Россия

vmz@math.tsu.ru

Экспериментальная математика – это тот раздел математики, который имеет дело, прежде всего, с кодированием и передачей идей в математическом сообществе с помощью экспериментальных исследований гипотез и менее формальных воззрений, а также с помощью анализа полученных данных.

ТЕХНОЛОГИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В РОБОТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Каскинов Ильдар Закарьевич, Болдырев Петр Алексеевич

Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

ildarkaskinov@gmail.com

Доклад посвящен актуальным вопросам роботизации производства на основе технологии цифровых двойников с применением алгоритмов искусственного интеллекта, позволяющими обеспечить предиктивную аналитику производственных процессов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ПОДБОРА ФАКУЛЬТЕТА ДЛЯ АБИТУРИЕНТА НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Кивилёв Виталий Викторович

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Томск, Россия*

kivilev.91@mail.ru

В работе рассматривается проблема автоматизации процесса профессиональной ориентации абитуриентов с использованием современных методов искусственного интеллекта. Предложена концепция системы, интегрирующей алгоритмы машинного обучения и аппарат нечеткой логики для формирования персонализированных рекомендаций по выбору факультета.

CLOUDCFD – ОБЛАЧНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Костюшин Кирилл Владимирович, А.В. Червакова, А. А. Аскеров, А.М. Кагенов,
Д.О. Ларкин, К.К. Исмаилов

ООО «Облачный вычислительный центр», Томск, Россия

cloud.platform@mail.ru

В докладе приведены результаты разработки облачной платформы для проведения гидро-газодинамических расчетов. Платформа позволяет: импортировать геометрию расчетных областей; проводить автоматизированное построение структурированных расчетных сеток; проводить расчеты течений сжимаемой и несжимаемой постановке и визуализировать результаты расчетов.

ДВУХФАЗНОЕ ТЕЧЕНИЕ ВОДЫ И НЕФТИ В НЕОДНОРОДНЫХ ПОРОДАХ-КОЛЛЕКТОРАХ

Крайнов Михаил Андреевич^{1,2}, Диль Денис Олегович¹

¹*Томский государственный университет, Томск, Россия*

²*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Томск, Россия*

mikhailkraynov@mail.ru

Проведено моделирование нескольких сценариев вытеснения нефти водой в имитационной модели неоднородного фрагмента породы-коллектора. Модель фрагмента коллектора создана на основании описания и общих характеристик геологических особенностей пород-коллекторов. Замечено, что крупные фрагменты существенно влияют на процесс вытеснения. Достоверность полученных результатов подтверждается их совпадением с известными знаниями о характере подобных течений. Данное исследование поможет улучшить понимание в изучении

неоднородностей нефтесодержащих коллекторов именно с гидродинамической точки зрения. В частности, оно поможет в дальнейшем при формулировке новых математических моделей, позволяющих рассчитывать относительные фазовые проницаемости для различных пород.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ АДАПТАЦИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Крошечкин Аркадий Дмитриевич^{1,2}, Фурсов Илья Витальевич

¹*ООО «СИАМ Мастер», Томск, Россия*

²*Томский государственный университет, Томск, Россия*

kad0818@mail.ru

Для мониторинга и контроля разработки месторождений нефти и газа применяются гидродинамические модели, являющиеся их цифровыми двойниками. Они обсчитываются гидродинамическими симуляторами. Гидродинамические модели необходимо настраивать (калибровать) на данные промысловых замеров, выполняемых на скважинах. Такой процесс довольно трудоемок, и исчерпывающего решения обычно не дает, поскольку настройка гидродинамической модели – это плохо определенная обратная задача. Традиционно и повсеместно адаптация выполняется вручную, исходя из общих физических соображений, соответствующих происходящему на реальном объекте. В нашей работе применяется подход с автоматизированной адаптацией, с использованием инструментов машинного обучения. В режиме автоадаптации настраивалась модель нефтяного месторождения с количеством скважин 684 шт. Целью адаптации являлось воспроизведение в гидродинамической модели месторождения его физико-геологических свойств так, чтобы они были наиболее близки к реальным свойствам, что в итоге позволит выполнять прогнозные расчеты на основе настроенной модели с более высокой степенью достоверности результатов. В результате адаптации было настроено 90 % скважин по заданным критериям адаптации.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ ПАТОЛОГИЙ СЕТЧАТКИ ПРИ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ РЕТИНОПАТИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АРХИТЕКТУРЫ U-NET++

Лушников Виктор Алексеевич

Томский политехнический университет, Томск, Россия

victorlush04@mail.ru

Целью работы является разработка алгоритмов сегментации патологических изменений сетчатки глаза, обусловленных сахарным диабетом, с использованием машинного обучения. В результате исследования получена обученная нейронная сеть, позволяющая сегментировать изображения глазного дна с определенной точностью. Точность определения достаточна для верификации патологических процессов сетчатки глаза при диабетической ретинопатии.

РАЗРАБОТКА WINDOWS-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ВНУТРИ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЯЗЫКА C++

Марченко Александра Александровна, Лещинский Дмитрий Викторович

Томский государственный университет, Томск, Россия

olegsandra@gmail.com

Разработано Windows-приложение на базе .NET Framework и языка C++, представляющее собой эффективную платформу для численного решения одномерных задач теплопроводности любой сложности. Программа сочетает в себе простоту настройки с высокой вычислительной производительностью, предлагая полный цикл от постановки задачи до визуализации результатов.

КЛАССИФИКАЦИЯ МУЗЫКАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Отегов Павел Александрович, Шельмина Елена Александровна

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Томск, Россия*

chesnok00000@mail.ru

В работе рассматривается классификация поджанров музыки в жанре «Metal» с использованием нейронных сетей. Для исследования была реализована модель свёрточной нейронной сети, обученная на трёх вариантах одного и того же дата сета – отличия были в длительности сегментов, на основе которых обучалась нейронная сеть, а именно сегменты длиной 5 секунд, 15 секунд и 30 секунд.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТА ИОНОВ ЧЕРЕЗ МЕМБРАНУ КЛЕТКИ

Парамонов Сергей Леонардович, Гольдин Виктор Данилович,
Алиев Рубин Ренатович

Томский государственный университет, Томск, Россия

ertys4598@gmail.com

Клетка является основной структурно-функциональной единицей сложных живых организмов. Понимание физических основ её жизнедеятельности и функционирования критически важно для биологии, медицины, фундаментальных и прикладных наук. Для клетки жизненно важен обмен веществом с окружающей средой, для поддержания её структуры и функционирования. Такой обмен веществ осуществляется через специализированные белковые структуры, встроенные в мембрану клетки, среди которых выделяются по распространённости и значению ионные каналы. Экспериментальное изучение ионных каналов трудозатратно и ограничено существующими экспериментальными методиками. Детальное математическое моделирование, основанное на современных экспериментальных данных, способно продвинуть решение проблемы. В настоящей работе рассматривается математическая газодинамическая модель переноса ионов через мембранный канал. Особенностью модели является сочетание механических и электрических сил, играющих существенную роль при переносе иона. При построении модели использована модель Чена и Эйзенберга, которая достаточно хорошо согласуется с экспериментальными данными и, в отличие от других подобных работ, позволяет учесть изменение температуры ионов. В настоящей работе предложен стационарный вариант этой модели, в котором отброшены непереносимые члены, что позволило построить эффективное численное решение уравнений. Полученные результаты показывают, что модифицированная модель

демонстрирует схожую динамику переноса ионов через канал и более удобна в расчётах. Построение подобных математических моделей способствует углубленному пониманию физических процессов в живом организме.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ: ПЕРЕХОД ОТ НАСТОЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ К РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЕБ И МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЕ

Петров Глеб Константинович, Бантя А.О.

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Томск, Россия*

kotejackwhite@gmail.com

В работе рассматривается трансформация desktop-системы контроля строительных нарушений в распределенную веб и мобильную платформу (АСУСН). Описан процесс фиксации нарушений инспекторами на объектах с использованием мобильного приложения, работающего оффлайн, и передачи данных в веб-сервер головного офиса. Показаны преимущества централизованной обработки данных, обеспечение целостности и прозрачности информации, а также возможности дальнейшего масштабирования и интеграции с цифровыми моделями объектов. Приведена архитектура системы, описание процессов сбора и обработки данных. Предложенный подход демонстрирует эффективность перехода от локальных desktop-решений к распределенной платформе для контроля строительных объектов в условиях ограниченного доступа к сети.

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ВИДЕО

Попов Матвей Андреевич, Крисанов Роман Валерьевич, Соколов Владислав Сергеевич, Карлов Иван Александрович

Томский государственный университет, Томск, Россия

mat.rolig@gmail.com

В работе представлена модульная система видео-аналитики, объединяющая множество специализированных моделей для “полной” декомпозиции видео-контента и построения единой информационной модели видео. Предложенная онтология сущностей, событий и связей формирует мультимодальный граф, в

котором согласованы визуальные, аудио- и текстовые сигналы, временная структура (кадр–сцена) и калиброванные меры уверенности. В исследовании изучены метрики качества, результаты на открытых и прикладных наборах данных, вопросы приватности и направления дальнейшего развития.

СПЕКТРАЛЬНАЯ ЗАДАЧА НЕЙМАНА ДЛЯ ОПЕРАТОРА ЛАПЛАСА В НЕРЕГУЛЯРНЫХ ОБЛАСТЯХ

Пчелинцев Валерий Анатольевич

Томский государственный университет, Томск, Россия

va-pchelintsev@yandex.ru

Настоящий доклад посвящен спектральным оценкам задачи Неймана для оператора Лапласа в нерегулярных областях. Предложенный подход основан на конформном анализе эллиптических операторов. На этом пути мы получаем нижние оценки первого нетривиального собственного числа задачи Неймана для оператора Лапласа в фрактальных областях типа снежинок.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ В РАМКАХ ЛАГРАНЖЕВА ПОДХОДА В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ СКОРОСТЕЙ ДЕФОРМАЦИИ

Радченко Павел Андреевич, Радченко Андрей Васильевич

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

radchenko@live.ru

Представлены результаты исследований ударного взаимодействия твердых тел в диапазоне скоростей от 150 до 15000 м/с. Ударно-волновые процессы играют важную роль при интенсивных динамических нагрузках. Для корректного моделирования распространения и взаимодействия ударных волн и волн разгрузки необходимо корректно описывать контактные и свободные границы, интерфейсы материалов. Методы, основанные на Лагранжевом подходе к моделированию, позволяют точно описывать границы. Вместе с тем, недостатком Лагранжева подхода является сильное искажение расчетной сетки при высокоскоростных взаимодействиях. Несмотря на сложности, возникающие при моделировании высокоскоростного взаимодействия Лагранжевым методом конечных элементов

(FEM), его возможности, на наш взгляд, до конца не исчерпаны. Внедрение в методику расчета алгоритмов разделения узлов и эрозионного разрушения позволяет сохранять энергию и массу системы на приемлемом уровне. У FEM есть достаточно много достоинств: возможность моделировать конструкции сложной геометрии; точность описания границ (свободных, контактных, границ раздела материалов), что существенно для описания ударно-волновых процессов и моделирования поведения слоистых и разнесенных защитных экранов.

В работе используется Лагранжев метод конечных элементов, реализующий механизм описания эрозионного разрушения, обеспечивающий выполнение законов сохранения при моделировании разрушенной и неискаженной расчетной сетки. Проведена валидация моделей и численного алгоритма, реализованного в авторском комплексе EFES. Исследованы особенности разрушения анизотропной композитной пластины при низкоскоростном одновременном и последовательном взаимодействии с потоком ледяных частиц. Исследованы механизмы разрушения металлических экранов и сферических частиц при высокоскоростных и гиперсверхзвуковых взаимодействиях.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛЕКСИЧЕСКОЙ СЛОЖНОСТИ СЛОВ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА ПО ШКАЛЕ CEFR

Рахимов Михаил Александрович, Шельмина Елена Александровна

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Томск, Россия*

Mihail.Rahimov97@yandex.ru

В работе рассматриваются подходы к автоматическому определению лексической сложности английских слов по шкале CEFR с применением нейросетевых методов. Цель исследования – создание модели, способной классифицировать слова по уровням сложности владения языком. Используемые решения основаны на современных архитектурах машинного обучения, включая трансформерные и крупные предобученные языковые модели, что открывает возможности для разработки адаптивных систем обучения, подбирающих лексику в соответствии с уровнем владения языком учащегося.

МОДЕЛЬ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Рогачев Дмитрий Юрьевич, Капитанова О.В., Семенов А.В., Малкина М.Ю.

*Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского,
Нижний Новгород, Россия*

[*rogistyle@mail.ru*](mailto:rogistyle@mail.ru)

В работе представлена модель цифрового двойника для прогнозирования валового регионального продукта (ВРП) Нижегородской области. Авторы разработали экспериментальный вариант цифрового прогнозного калькулятора, позволяющий сотрудникам профильных министерств и органов власти оперативно тестировать сценарии влияния государственных мер поддержки на социально-экономические показатели региона. В основе калькулятора лежат многоуровневые регрессионные модели для ВРП Нижегородской области и валовой добавленной стоимости в таких отраслях, как промышленность, строительство, торговля, сельское хозяйство и транспорт. Высокая гибкость модели, которая обеспечивается простотой внесения изменений в значения показателей с помощью слайдеров, позволят пользователю спрогнозировать и оценить заданные им позитивные и негативные сценарии развития событий.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТУРИСТИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ

Савина Наталья Валерьевна

*Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,
Томск, Нижний Новгород*

[*rebbik@yandex.ru*](mailto:rebbik@yandex.ru)

В данном исследовании представлены варианты цифровых моделей автомобильных и речных маршрутов применительно к сфере архитектурно-строительного туризма.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБУЛЕНТНОСТИ АТМОСФЕРНОГО ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ

Сваровский Артем Игоревич, Старченко Александр Васильевич

Томский государственный университет, Томск, Россия

svarovsky.a@math.tsu.ru

В данной работе представлены некоторые результаты сопоставления численных прогнозов с высоким разрешением (~333м) с помощью модели TSUNM3 (Tomsk State University Nonhydrostatic Mesoscale Meteorological Model), полученные с использованием 10-30м данных о рельефе и категорий землепользования для условий города Томск. Результаты расчетов сравниваются с наблюдениями метеостанций Института оптики и атмосферы СО РАН.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРА ДЛЯ ПРОЦЕССА ОРНШТЕЙНА-УЛЕНБЕКА СО СКАЧКАМИ

Сидоровский Егор Александрович, Емельянова Татьяна Вениаминовна

Томский государственный университет, Томск, Россия

egorsidorovski@yandex.ru

В работе приводятся последовательные планы для оценки параметра сноса для процесса Орнштейна-Уленбека-Леви. Исследуются свойства предложенных планов: полученные оценки являются несмещёнными и имеют гарантированную точность в среднеквадратичном смысле, а для математического ожидания длительности процедуры выводятся границы снизу и сверху. Для границ на среднюю длительность процедуры проведено имитационное моделирование.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СУПЕРКОМПЬЮТЕРА

Старченко Александр Васильевич

Томский государственный университет, Томск, Россия

starch@math.tsu.ru

В докладе представлены математические модели и комплекс вычислительных программ для краткосрочного численного прогнозирования опасных локальных погодных явлений и качества атмосферного воздуха над крупным городом и его

окрестностями. Для достижения оперативности получения численного прогноза программный комплекс ориентирован на использование многопроцессорной вычислительной техники с распределенной памятью. Для демонстрации примеров применения рассматриваются результаты прогнозирования ухудшения качества воздуха в Томске в штилевую погоду при устойчивой стратификации атмосферного пограничного слоя. Предсказанные численно характеристики атмосферного пограничного слоя сравниваются с наблюдениями, полученными в Институте оптики атмосферы СО РАН и системой контроля качества воздуха CityAir.

ВІМ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ОСНОВА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА

Терехова Мария Владимировна^{1,2}, Отрубянников Е.В.¹

¹*Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Россия*

²*ООО «Аскон-ЦР», Москва, Россия*

terekhova_mv@ascon.ru

В работе рассматривается применение ВІМ-технологии как основы для создания цифровых двойников в промышленности. Предложена многоуровневая архитектура, включающая семантическое ядро, управление инженерными данными, интеграцию и обеспечение безопасности.

О ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ОЦЕНИВАНИИ ПАРАМЕТРОВ НЕПРЕРЫВНОЙ АВТОРЕГРЕССИИ ПОРЯДКА p НА ФОНЕ СЕМИМАРТИНГАЛЬНОГО ШУМА

Трошин Антон Юрьевич

Томский государственный университет, Томск, Россия

ООО «РН-Проектирование Добыча» Томск, Россия

aytroshin@gmail.com

Рассматривается модель непрерывной авторегрессии порядка p с семимартингальным шумом. Для модели с таким видом шума устанавливаются неравенства, на основании которых приводятся условия сходимости матрицы Фишера. По некоторому классу преобразований предельной матрицы Фишера строится класс последовательных планов. В работе доказывается асимптотическая

равномерная сходимость моментов остановок и рисков в классе. Приводится имитационное моделирование с затрагиванием вопроса оптимального выбора преобразований.

ВИРТУАЛЬНЫЙ ПОМОЩНИК ДЛЯ УСТАНОВКИ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ: ПРЕДИКТИВНЫЕ МОДЕЛИ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ

Фурманов Эдуард Сергеевич

ООО «РН-Проектирование Добыча» Томск, Россия

furmanov02@mail.ru

Цифровая трансформация нефтегазовой отрасли требует новых инструментов для оперативного контроля и управления технологическими процессами. В работе представлен виртуальный помощник для установки подготовки воды, объединяющий предиктивные модели качества и расхода с оптимизацией распределения потоков. Прогнозы параметров получены методами машинного обучения и искусственного интеллекта. Система формирует понятные оператору рекомендации и предупреждения, помогая удерживать целевые показатели и сбалансировать нагрузку на оборудование.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРЕНИЯ ВОДОРОДО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В ПЛОСКОМ КАНАЛЕ МЕТОДОМ ВАН ЛИРА

Чура Евгения Сергеевна

Томский государственный университет, Томск, Россия

yulia.chura@mail.ru

Работа посвящена численному моделированию нестационарного процесса горения водородо-воздушной смеси в одномерном плоском канале. Для моделирования используется система уравнений Эйлера для многокомпонентной смеси, дополненная уравнением переноса на долю массы водорода и одностадийной кинетической моделью химических реакций. Для расчёта потоков через грани ячеек применяется схема Ван-Лира, которая ранее была успешно апробирована на классических тестовых задачах о распаде произвольного разрыва и косом скачке уплотнения. В ходе расчётов получены нестационарные поля термо-

газодинамических параметров (давление, плотность, температура) и концентрации топлива. Проанализирована динамика распространения фронта пламени, определено его положение и скорость. Результаты демонстрируют корректное воспроизведение физической картины процесса: формирование волны горения, её распространение по каналу и выгорание топлива. Полученные результаты – основа для дальнейших исследований, включая переход к двумерной постановке задачи.

СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИНТЕЗИРОВАННОЙ РЕЧИ

Шабунин Андрей Олегович

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники,
Томск, Россия*

andrey.shabunin@bk.ru

В данной работе проведено исследование и разработка метода детектирования синтезированной речи в аудиозаписях телефонных разговоров для защиты от мошенничества. Предложен подход, основанный на анализе мел-кепстральных коэффициентов (MFCC) и спектральных характеристик с последующей классификацией с использованием ансамбля алгоритмов машинного обучения. Показана эффективность метода на датасете, содержащем натуральные и синтетические голосовые записи.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСТЫВАНИЯ ЖИДКОСТИ В НАДЗЕМНОМ ТРУБОПРОВОДЕ ДЛЯ СЛУЧАЯ СТАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Шарыпина Екатерина Александровна, Гурина Елена Ивановна

Томский государственный университет, Томск, Россия

ggrenger.15@mail.ru

В настоящей работе рассматривается задача о температурном режиме нефтепровода при его остановке. Данная задача является актуальной ввиду суровых климатических условий, в которых пролегают нефтепроводы в России, а также в силу специфики химического состава нефти, добываемой на ряде месторождений в России. Для решения поставленной задачи разрабатывается математическая модель на основе неявной схемы аппроксимации с начальными и граничными условиями I,

III и IV рода. В математической постановке задачи учтено многослойное строение стенки и внутренней части нефтепровода, учтено наличие слоя парафина. Посчитано время застывания нефти (критической температуры) при различных начальных условиях в зависимости от типов теплоизоляции.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ УГОЛЬНОГО КАРЬЕРА

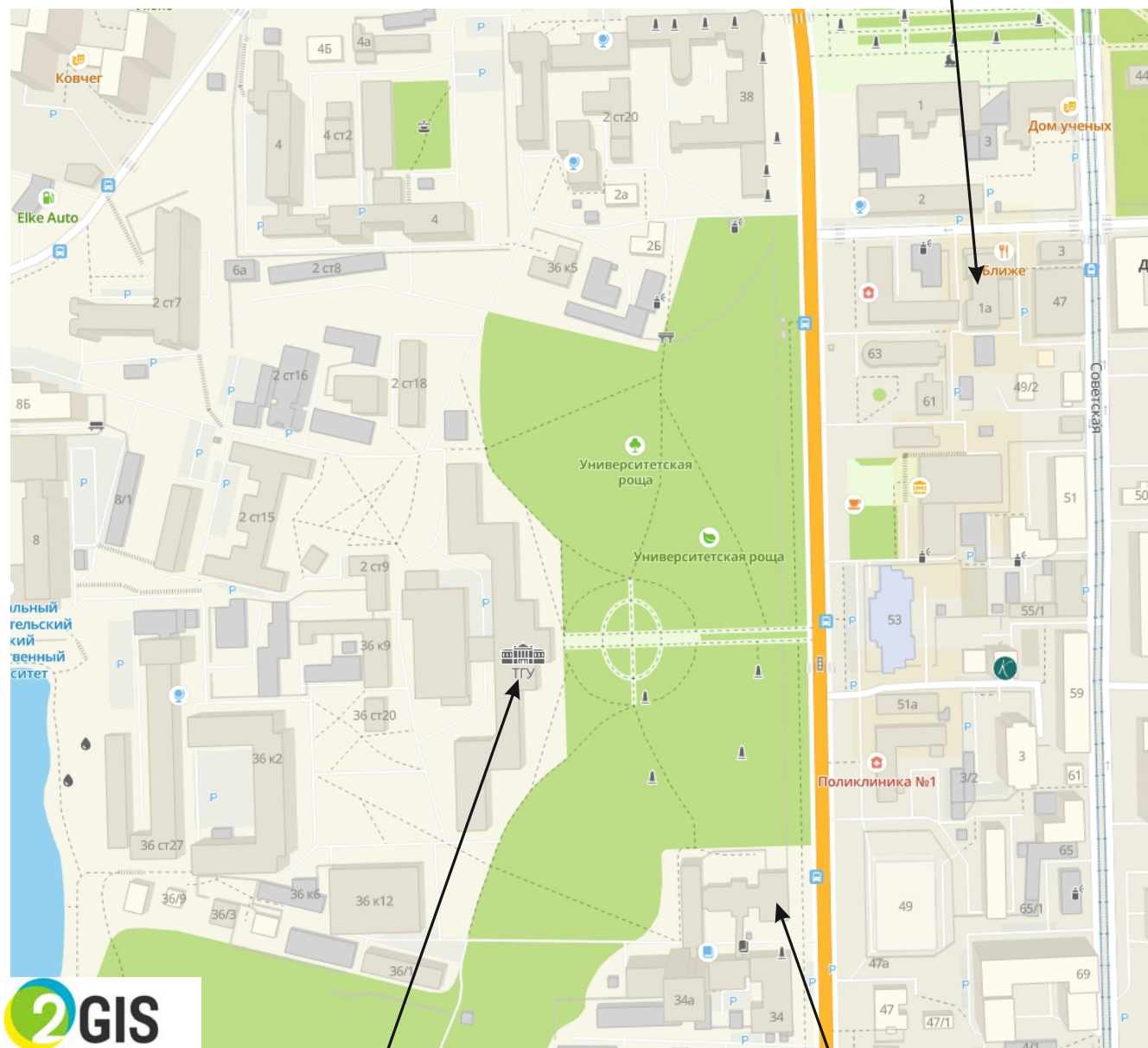
Юмин Кирилл Викторович, Старченко Александр Васильевич,
Данилкин Евгений Александрович

Томский государственный университет, Томск, Россия

[*juminkir@mail.ru*](mailto:juminkir@mail.ru)

В работе исследуется естественное проветривание участка открытых горных работ. Для численного исследования привлекаются уравнения Рейнольдса, *k-eps* модель турбулентности и уравнение переноса. Выполнено моделирование распространения пассивной газообразной примеси над рассматриваемой территорией.

Отель "Bon Apart"



Главный корпус
ТГУ

Научная
библиотека ТГУ