

Всероссийский конкурс
научно-технологических
проектов

ПЕРВЫЕ
В НАУКЕ

 Курчатовский
институт | Это Первые 1

ТЕХНОЛОГИИ
ПЕРВЫХ

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАСЧЕТА И ОПТИМИЗАЦИИ ЗОН ПОКРЫТИЯ РАДИОПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ

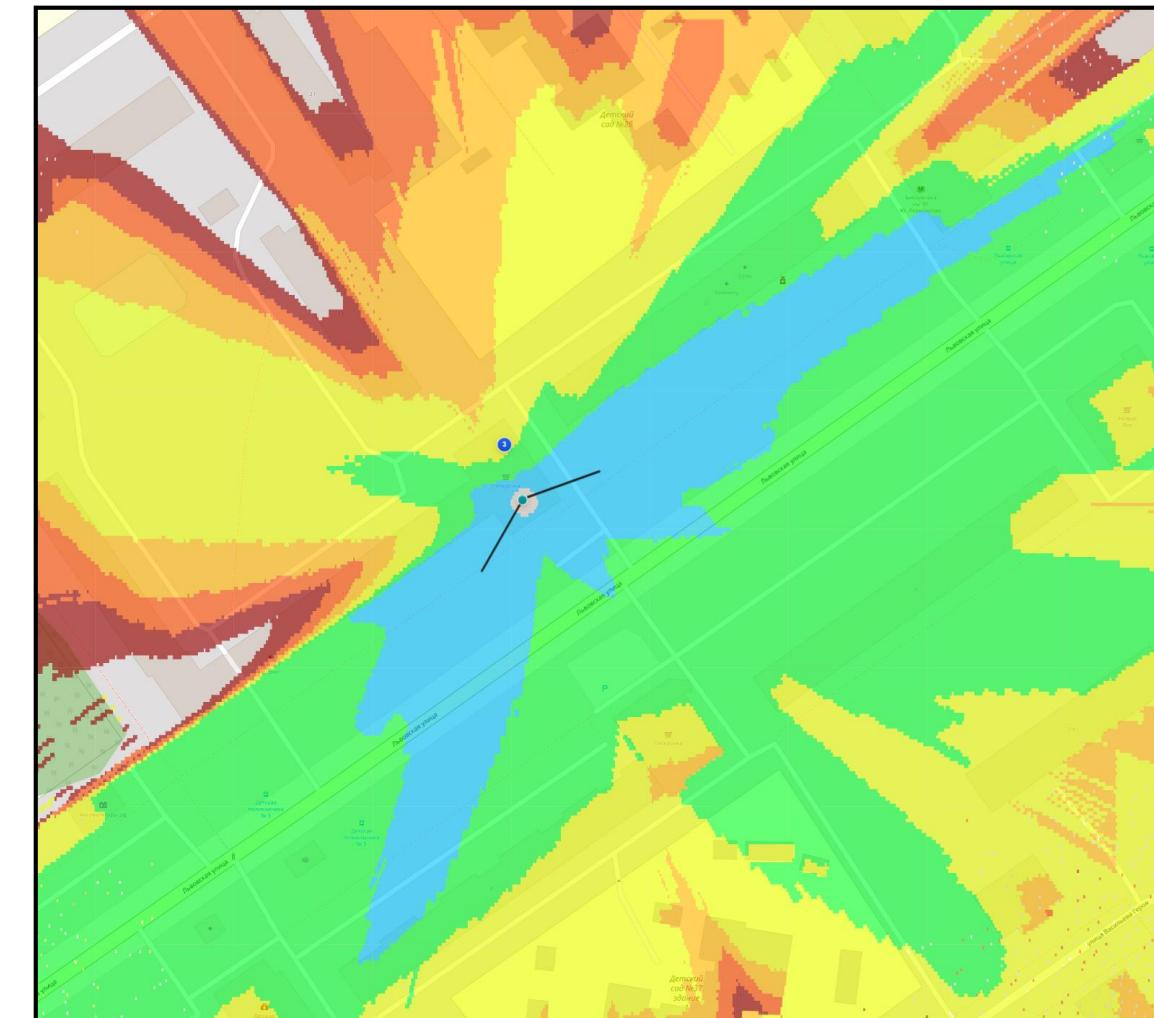
ФИО участника: Шемяков Евгений Иванович

Наставник (при наличии): Косян Анастасия Валентиновна

Регион: Нижегородская область

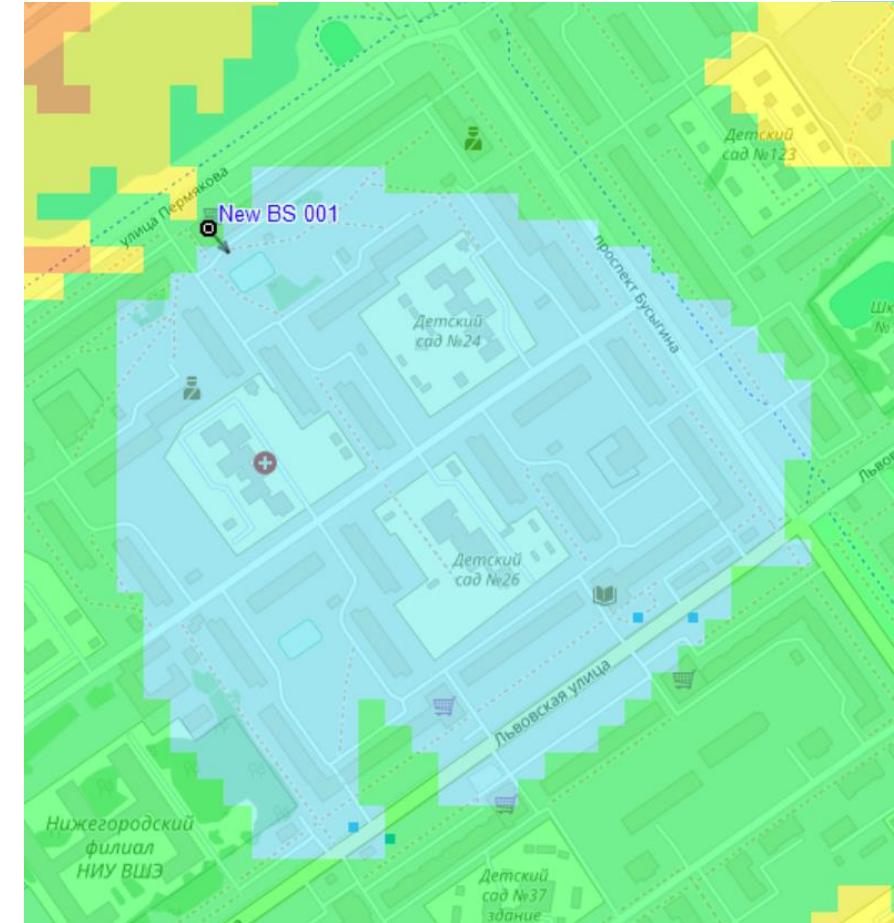
Город: Нижний Новгород

Организация, на базе которой вы реализовали идею
(при наличии):

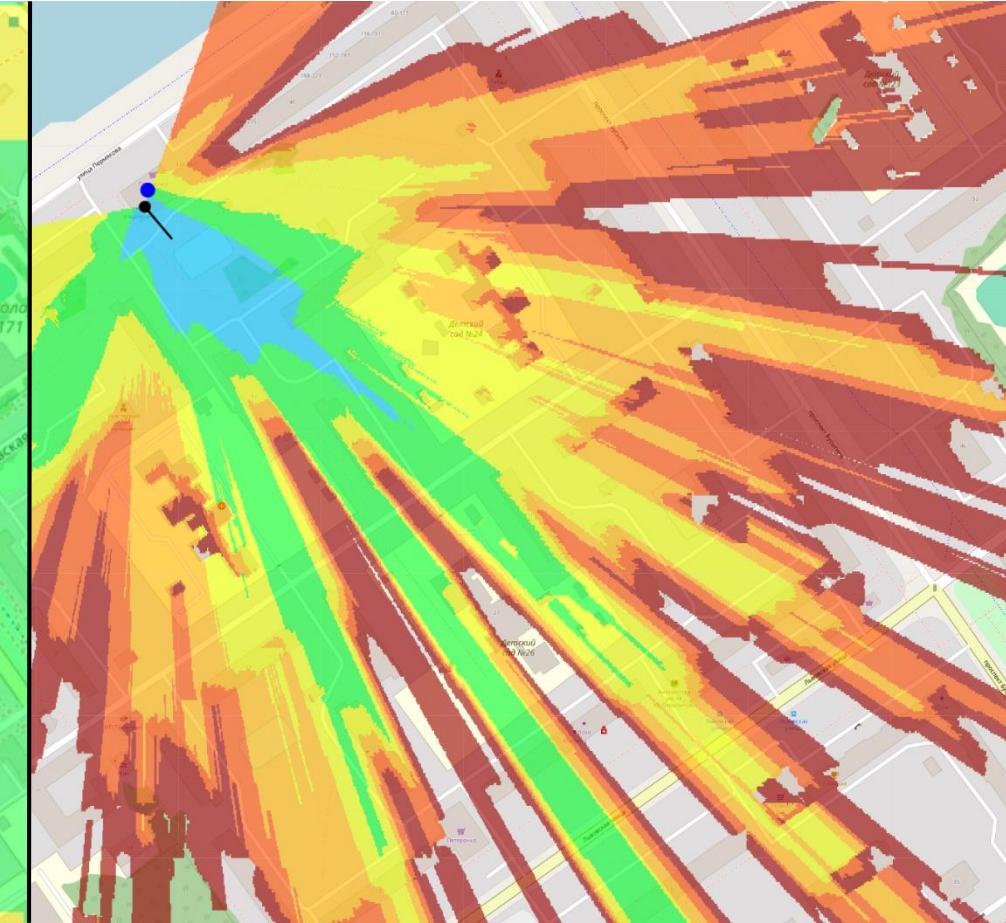


ТЕКУЩИЕ ПРОБЛЕМЫ

Современные инструменты, при помощи которых происходит радио-планирование **не учитывают затухание** сигнала через здание и его отражение от зданий, часто дают **низкое** пространственное разрешение и **ограничивают количество** отображаемых слоёв/оборудования



Инструмент, который **не учитывает** затухание сигнала через здания, имеет **низкое** пространственное разрешение, физика нарушена

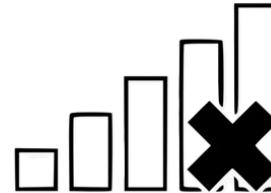
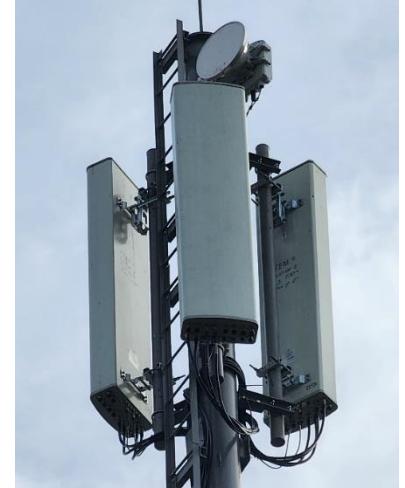


Приближенная к реальности модель распространения сигнала, **высокое** пространственное разрешение

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАЮТ ТРУДНОСТИ ДЛЯ:

» **Инженеров**, ведь они **не видят** локальных провалов покрытия и **неверно оценивают** параметры антенн (передающего оборудования)

» **Операторов связи**, ведь они **не могут** принять окончательное решение о размещении оборудования и бюджете (**повышение риска** на непредвидимые расходы)



» **Конечных абонентов**, которые **находятся в «мертвых зонах»** (**низкое качество вызовов, низкая скорость** передачи данных, а иногда даже и **полное отсутствие связи**) в отдельных точках города

» **Создаётся повышенный риск** остаться без **связи** в **экстренной/критической ситуации**

АНАЛИЗ СИТУАЦИИ

Инженерам радиоподвижной (мобильной) связи требуется новое программное обеспечение, которое будет работать быстрее и давать более точные результаты, чем существующие решения. Нынешние инструменты плохо работают с физикой (не учитывают затухание сигнала через здания и его отражение), не оптимизированы для работы с большим количеством расчётных элементов, что приводит к ухудшению качества связи, зонам интерференции и дополнительным затратам на оптимизацию сети.

Для анализа существующей проблемы были исследованы следующие материалы:

1. Ресурс «4Cells» (<https://4cells.ru/about>, предоставляет информацию о покрытии мобильных операторов на карте) с использованием метрики «RSRQ (4G only)» (метрика сигнал/шум) в крупных городах.
2. Результаты исследования качества мобильной связи на территории Нижегородской области компанией «DMTEL» (https://dmtel.ru/files/2024/report_nn.pdf)
3. Нынешние инструменты для радио-планирования («RadioPlanner 3.0», ПК «ЗОНА», ПК «OnePlan»)

Анализ реальных данных (ресурс «4Cells») показал массовые случаи, когда соседние сектора базовых станций ориентированы «сматрящими» друг на друга – их основные диаграммы направленности пересекаются в зоне покрытия. Это создаёт зону высокой взаимной интерференции между секторами, что влечёт за собой проблемы с обслуживанием абонентов (прерывания/искажения в голосовой/видеосвязи, низкая скорость передачи данных и высокие задержки). По данным исследования качества компанией «DMTEL», на территории Нижегородской области также возникают подобного рода проблемы: обрывы голосовой связи, использование устаревших голосовых кодеков (из-за низкого качества обслуживания абонентов), низкая скорость передачи данных.

Но, нынешние инструменты показали в тех же местах «зелёный» результат: рассчитанные зоны радио-покрытия показывают значения, соответствующие уровню «идеальной связи». Оператор видит, что программа рассчитала идеальные значения и устанавливает вышку радиоподвижной связи, но в реальности программа солгала и дала неверные данные.

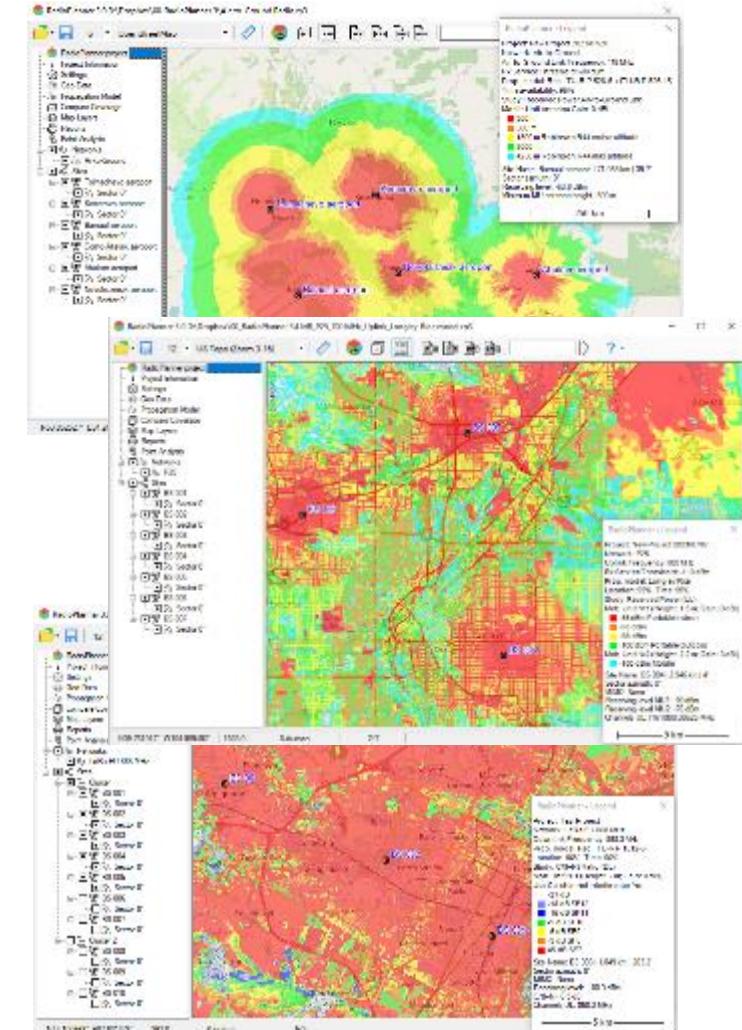
СУЩЕСТВУЮЩИЕ РЕШЕНИЯ



RadioPlanner 3.0 (Частотно-территориальное планирование подвижной радиосвязи)
От разработчика «Центр телекоммуникационных технологий»

Программа предназначена для частотно-территориального планирования:

- » Мобильных сетей: LTE, UMTS, GSM, GSM-R, WCDMA и других;
- » Сетей подвижной связи стандартов DMR, TETRA, P25, dPMR, NXDN и других;
- » Беспроводных сетей интернета вещей IoT LPWAN: LoRaWAN, LTE NB-IoT Cat-M1/Cat-NB1/Cat-NB2, SigFox, NB-Fi т.п;
- » Сетей наземного радио- и телевизионного вещания стандартов DVB-T2, ATSC, DVB-T, ISDB-T, DTMB, DAB, DAB+;
- » Систем авиационной радиосвязи и радионавигации (ADS-B, VOR, DME), в том числе систем связи с БПЛА, работающими в диапазонах частот ОВЧ, УВЧ и СВЧ



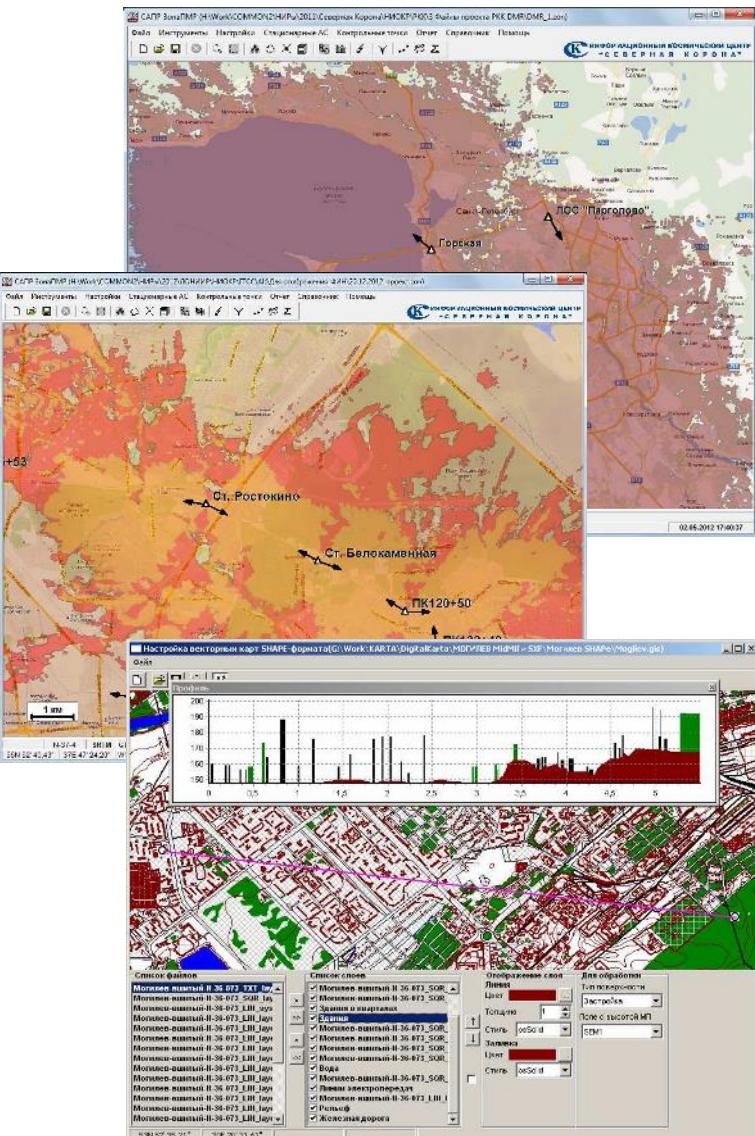
СУЩЕСТВУЮЩИЕ РЕШЕНИЯ

Программный комплекс «ЗОНА»

От разработчика «АО Информационный космический сервис «Северная корона»»

Основные функциональные возможности:

- » Расчет зон радио-покрытия радиосетей всех основных стандартов (TETRA, DMR, GSM-R, LTE и др.) для разных типов абонентских станций в прямом, обратном и совместном направлениях;
- » Возможность учета межсистемной ЭМС (опционально, необходимы данные РИЧ);
- » Настройка требуемой конфигурации сети, обеспечивающей учет режимов работы (дуплексная, симплексная), топологии и мешающего действия базовых и абонентских станций;
- » Поддержка различных форматов цифровых карт местности (ЦКМ): SRTM1, SRTM3, GTOPO30, ESRI SHAPE;
- » Поддержка работы в любой системе координат: WGS-84, СК-42, СК-95, ГСК-2011, ПЗ-90.02, ПЗ-90.11;



СУЩЕСТВУЮЩИЕ РЕШЕНИЯ



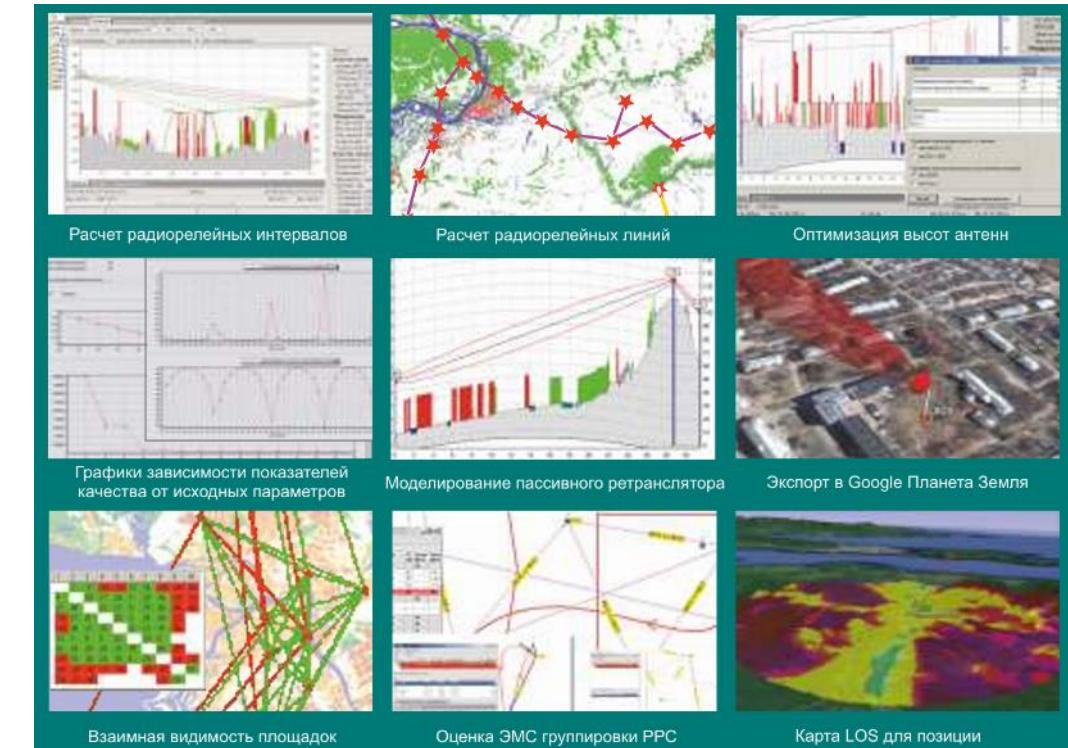
ИНФОТЕЛ Программный комплекс «OnePlan»

Интеллект. Опыт. Результат.

От разработчика «ООО Инфотел»

Основные функциональные возможности:

- » Поддержка многопроцессорных и распределенных расчетов
- » Диапазон применения при расчете трасс связи из пункта в зону: 30 МГц — 30 ГГц
- » Моделирование сетей радиосвязи различных стандартов, в том числе: мультистандартных сетей сотовой связи GSM/GPRS/EDGE, UMTS/HSPA/HSPA+; CDMA/1xRTT/EVDO, LTE, LTE-A, NR (частично); интернета вещей; систем широкополосного доступа (WiMAX/WiFi).
- » Поддержка TDMA, CDMA, OFDMA, FDD, TDD; пространственное разнесение, SU-MIMO, AMS; QoS, Throughput; C/I, C/A, C/IA, SINR, Ec/No, Eb/No, RSRQ и другие расчёты.



СУЩЕСТВУЮЩИЕ РЕШЕНИЯ

Критерий	RadioPlanner 3.0	ПК «Зона»	ПК «OnePlan»
Поддерживаемые поколения радиоподвижной (мобильной) связи	5G (NR), 4G (LTE), UMTS, WCDMA, GSM	4G (LTE), UMTS, WCDMA, GSM, GSM-R	5G (NR), 4G (LTE), UMTS, WCDMA, GSM
Источники цифровой модели рельефа	SRTM (Shuttle Radar Topography Mission, миссия NASA), 2000 год		
Источники застройки («цифровой модели» города)	Не имеет данных, а также не умеет работать с физикой прохождения/отражения радиоволн	Не имеет данных, а также не умеет работать с физикой прохождения/отражения радиоволн	OSM и закрытые данные
Использование цифровой модели рельефа с интеграцией трёхмерной модели застройки и физики прохождения/отражения радиоволн (приближенная к реальности модель)	Не имеет данных, а также не умеет работать с физикой прохождения/отражения радиоволн	Не имеет данных, а также не умеет работать с физикой прохождения/отражения радиоволн	Умеет работать с физикой прохождения/отражения радиоволн
Максимальный шаг сетки (пространственное разрешение)	10 метров	15 метров	10 метров
Скорость обработки данных (радиус: 1500 метров, шаг сетки: максимальный для программы, 4 процессорных потока)	1.48 секунд	7.13 секунд (нет многопоточной обработки)	10.74 секунд
Возможность объединения нескольких проектов в один	Нет	Нет	Нет
Вычисления происходят на отдельном от клиента оборудовании (серверном)	Не имеет возможности развёртки на серверном оборудовании	Не имеет возможности развёртки на серверном оборудовании	Да
Возможность масштабирования оборудования для увеличения скорости расчёта зоны покрытия	Не имеет возможности развёртки на серверном оборудовании	Не поддерживает масштабируемость	

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

ЗАДАЧИ

ЦЕЛЬ

Разработать и реализовать программное обеспечение для расчёта и оптимизации зон покрытия радиоподвижной (мобильной) связи с учётом распространение волн в городской среде (учитывающее затухания в зданиях, многократные отражения), обеспечивающее более высокую скорость расчётов и повышенную точность прогнозирования по сравнению с аналогами на рынке.

- Проанализировать существующие на рынке программы для радио-планирования, узнать как их достоинства, так и недостатки, которые в дальнейшем можно исправить в новом программном обеспечении.
- Проанализировать последние отчёты различных компаний, которые занимаются сотовой связью.
- Изучить теоретический материал:
 1. Распространение волн в пространстве (радиофизика)
 2. Написание серверных приложений на C#/C++, использование баз данных SQLite
 3. Написание клиентского приложения на Python/JS с использованием элементов Frontend (HTML/JS/CSS)
- Найти ресурс, на котором можно получать виртуальную «картину» города в удобном машиночитаемом формате
- Проработать систему взаимодействия между серверным и клиентским приложением
- Найти и заключить договор с компанией, у которой можно получать данные для обучения искусственного интеллекта в сфере радиопланирования
- Разработать серверное приложение (Backend) на C#/C++/Python, которое будет рассчитывать зону покрытия базовой станции по определенным параметрам с использованием алгоритмов и искусственного интеллекта (ИИ)
- Разработать клиентское приложение (Frontend), которым будут пользоваться инженеры для расчёта зоны покрытия определенных заведённых ими базовых станций в проект.

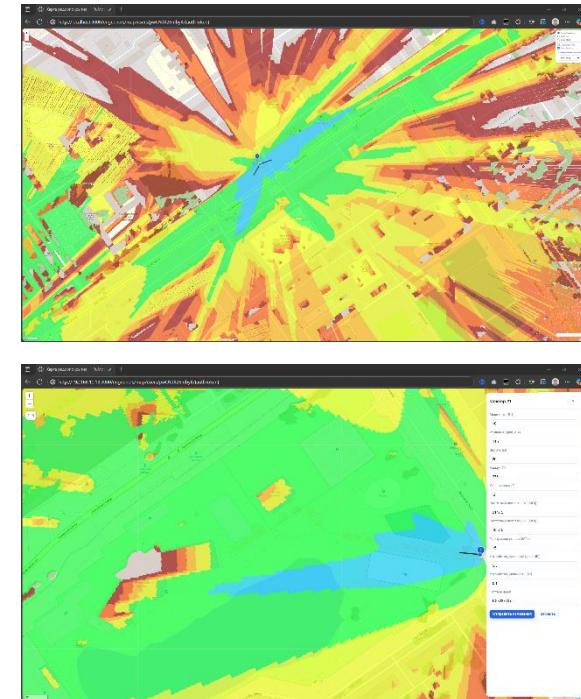
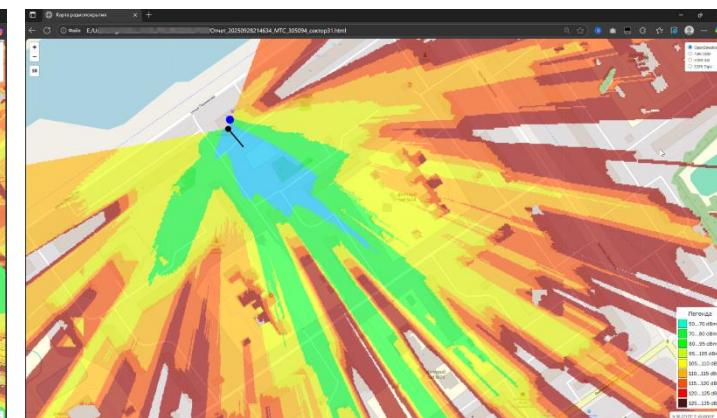
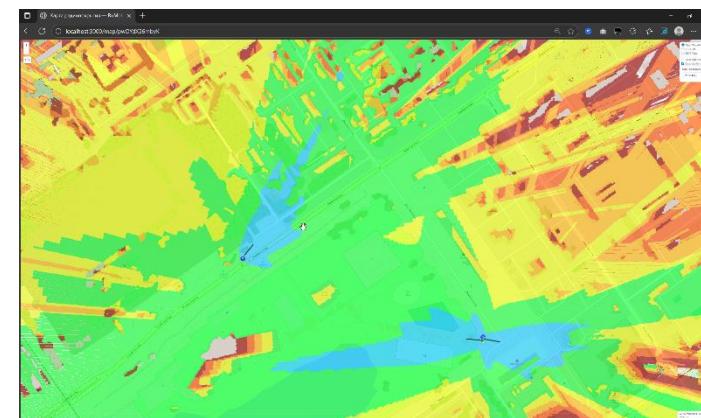
РЕШЕНИЕ

Мной было найдено верное решение – написать программный комплекс, который решит проблемы, связанные с неверным расчётом зоны покрытия радиоподвижной (мобильной) связи, неудобством использования аналогичных программ, долгой обработкой в связи с устаревшими алгоритмами и неподдерживаемой многопоточностью. Инженеры сотовой связи используют данное решение для расчёта зоны покрытия с учётом затухания сигнала через здания и его отражение от зданий с высоким пространственным разрешением и использованием многопоточных вычислений. Оно поставляется в виде серверного программного комплекса, который необходимо развернуть оператору сотовой связи на своём серверном оборудовании и предоставить уникальную ссылку Администратору, который создаст необходимые аккаунты (для инженеров и других). Инженеры могут работать как с одиночным проектом (расчётом одной базовой станции), так и с уже готовыми проектами (например, внедрение базовой станции в уже готовый городской проект).

Для того, чтобы расчёт зоны покрытия был максимально точным, было принято решение обучать искусственный интеллект на уже полученных данных. Для этого **было достигнуто сотрудничество с компанией «ООО «4С»», создателем сервиса «4Cells»**: они предоставляют данные изменений на основе которых происходит обучение искусственного интеллекта. Но, при этом для этой компании предоставляется часть программного комплекса, которая поможет создать свой сервис для определения локации устройства по известным параметрам сети с точностью до 0.5м (50см).

РЕЗУЛЬТАТ ПРОЕКТА

В результате был написан программный комплекс для расчёта и оптимизации зон покрытия радиоподвижной (мобильной) связи «RadioMobile» (РадиоМобайл), который решает основные проблемы и недостатки решений на рынке. Он умеет просчитывать затухание сигнала в зданиях, его отражение от зданий, позволяет настраивать пространственное разрешение вплоть до 0.5 метра (полезно, например, для построения сетей 5G в миллиметровом диапазоне).



ЭКОНОМИКА ПРОЕКТА

Получение лицензии

Для того, чтобы предоставлять оборудование операторам сотовой связи, необходимо получить лицензию, в которой подтверждается безопасность расчётов, точность и соответствие стандартам. Стоимость тестирований на получение необходимых лицензий агрегаторами не называется.

Получение актуальной «картины» городов

На данном этапе проект использует открытые данные (OSM), но чтобы получать полную и достоверную «картину» города, необходимо использовать внешние источники, например «Яндекс.Карты». Компания не предоставляет открытые цифры о стоимости ресурсов.

Пилотные тестирования

Необходимо после обновлений алгоритмов тестировать программное обеспечение в формате «drive-tests»: выбирается оборудование, происходят реальные замеры, далее они сравниваются с значениями, которые выдала программа. Конечная стоимость зависит от того, сколько единиц оборудования будет выбрано и насколько большим будет маршрут тестирования.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОЕКТА

Улучшение алгоритмов и ИИ

Чтобы получать максимально достоверные данные, планируется улучшить алгоритмы вычисления и внедрить ИИ (искусственный интеллект)

Сотрудничества

Планируются сотрудничества с крупными операторами сотовой связи в России («МТС», «Мегафон», «Т2») и Беларуси («beCloud»)

Выход на международный рынок

При долгосрочном и перспективном развитии планируется выход на международный рынок программного обеспечения и предоставление решений для операторов, находящихся в других странах.

Получение лицензии

Для того, чтобы законно предоставлять программное обеспечение операторам сотовой связи, планируется получить лицензию от ГРЧЦ

Внедрение 5G в России и Беларуси

Программный комплекс помогает инженерам и операторам сотовой связи распределять расходы на установку базовых станций, ведь расчёты максимально приближены к реальной физике распространения сигнала. Можно максимально точно рассчитывать параметры антенн и получать максимально точную зону распространения сигнала.

Всероссийский конкурс
научно-технологических
проектов

ПЕРВЫЕ
В НАУКЕ

 Курчатовский
институт | Это Первые 1

ТЕХНОЛОГИИ
ПЕРВЫХ