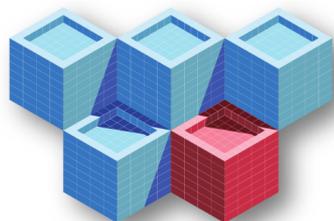




**МИНСТРОЙ
РОССИИ**

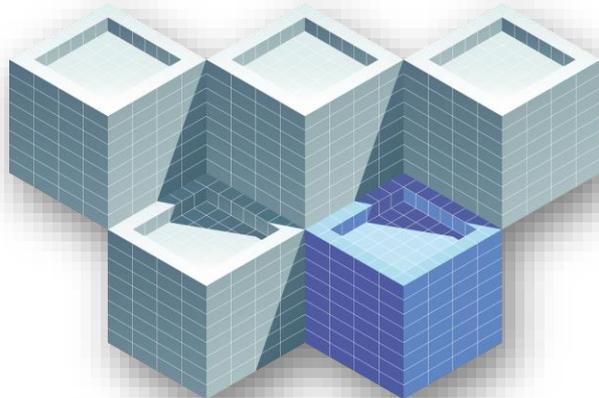


НОТИМ

НАЦИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЙ В СФЕРЕ
ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

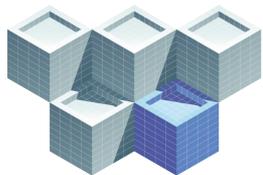


НОРНИКЕЛЬ



VI ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС
ТИМ-ЛИДЕРЫ 2021/22





VI ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС
ТИМ-ЛИДЕРЫ 2021/22

НАЗВАНИЕ ПРОЕКТА

«Создание ИЦММ промышленной площадки Кольской ГМК г. Мончегорск в составе ЦМР, ЦМС и моделей ОКС на стадии жизненного цикла «Эксплуатация»» на основе инженерных изысканий 2019-2021 г

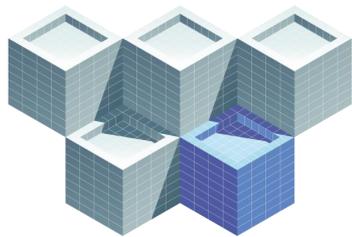


НАЗВАНИЕ НОМИНАЦИИ

**Информационное моделирование существующих
промышленных объектов
Стадия реализации проекта
«ВИМ-ПРОЕКТ»**



Содержание



VI ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС
ТИМ-ЛИДЕРЫ 2021/22



1. Описание объекта
2. О компании или участнике
3. История вопроса
4. Предпосылки перехода к ТИМ
5. Выбор платформы для ТИМ
6. Используемые продукты
7. Обработка архивных данных
8. Обработка данных лазерного сканирования и аэрофотосъемки
9. Создание цифровой модели рельефа
10. Создание цифровой модели ситуации
11. Формирование моделей ОКС
12. Интегрирование моделей ОКС в сводную модель
13. Сводная информационная модель
14. Состояние модели на сегодняшний день
15. Использование ТИМ модели



ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС
ТИМ-ЛИДЕРЫ 2021/22



Описание объекта

На период масштабной реконструкции производства, начиная с 2019 года, Управление имуществом АО «Кольская ГМК» инициировало проведение инженерных изысканий и ежегодного мониторинга промышленной площадки в г. Мончегорск для создания и обновления элементов информационной модели, состоящей из ЦМР и ЦМС объектов на стадии жизненного цикла «Эксплуатация» в целях консолидации информации об объектах КГМК г. Мончегорска на период реконструкции комбината.

Объектом информационного моделирования является промышленная площадка Кольского горно-металлургического комбината, расположенная в г. Мончегорск, Мурманской области.



Промышленная площадка АО «Кольская ГМК»
г. Мончегорск, Мурманская область



Территория - 600 гектар
~ 840 футбольных полей



2 000 объектов недвижимого имущества
737 зданий



Здания, сооружения, ж/д пути, эстакады, надземные и подземные коммуникации (360 км)

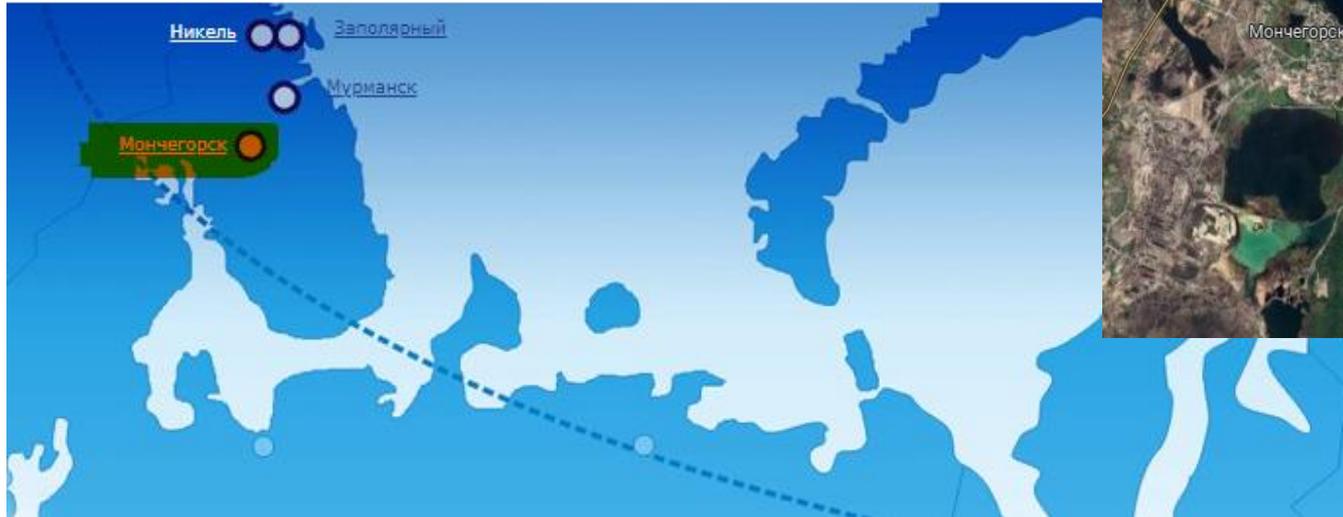
Описание объекта

Решение о создании комбината «Североникель» было принято в 1934 году. До 1940-го года на площадке комбината уже было возведено 40 объектов, которые до сих пор продолжают эксплуатироваться.

Последние крупномасштабные инженерные изыскания, выполненные на промышленной площадке комбината государственными геодезическими предприятиями СССР, относятся к 1985 – 1991 годам прошлого века.



Описание объекта



Промышленная площадка расположена за полярным кругом в арктической климатической зоне. Площадь территории комбината составляет 582 гектара. На территории расположено порядка 737 основных зданий и сооружений. Протяженность линейных сооружений и подземных сетей составляет порядка 360 км. Для части территории характерна очень плотная застройка, наличие большого количества транспортных коммуникаций, представленных железнодорожными путями, производственными эстакадами, автомобильными дорогами с покрытием и без него.



ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС
ТИМ-ЛИДЕРЫ 2021/22

Команда проекта создания ИЦММ



НОРНИКЕЛЬ

КОЛЬСКАЯ ГМК

АО «Кольская ГМК»

Заказчик

Цель участия в проекте:

Площадка и эксплуатация цифровой модели

Для повышения эффективности производства



**ООО «КОМПАНИЯ
«КРЕДО-ДИАЛОГ»**

**Программные продукты
и технологии**

Развитие цифрового продукта

Инструмент для создания и поддержания цифровой модели



ООО «МЗП»

**Исполнитель по созданию
цифровой модели**

**Повышение уровня компетенций по развитию
цифровых моделей** и получение уникального опыта

АО «Кольская ГМК»



НОРНИКЕЛЬ

КОЛЬСКАЯ ГМК

О компании

Акционерное общество «Кольская горно-металлургическая компания» (АО «Кольская ГМК») - дочернее предприятие ПАО «ГМК «Норильский никель» - ведущий производственный комплекс Мурманской области, созданный на базе старейших предприятий – комбинатов Североникель и Печенганикель, представляет собой единое горно-металлургическое производство по добыче сульфидных медно-никелевых руд и производству цветных металлов.

В Мончегорске располагается мощная производственная площадка Кольской ГМК, на которой перерабатывают медно-никелевый файнштейн, поступающий из Никеля и Заполярного, а так же привозной файнштейн Заполярного филиала ОАО «ГМК «Норильский никель».

ООО «Мурманское землеустроительное проектно- изыскательское предприятие».



О компании

ООО «Мурманское землеустроительное проектно-изыскательское предприятие» является ведущим предприятием в регионе, имеющим в штате наиболее подготовленных специалистов, располагающее самой передовой технической оснащённостью и сертифицированным программным обеспечением.

Общество с 2000 года выполняет топографические, землеустроительные и кадастровые работы на промышленной площадке Мончегорск. Обладает компетенциями, позволяющими осуществлять в интересах Заказчика полный комплекс работ, связанных с созданием элементов информационной модели комбината.

История вопроса

Начиная с 60-х годов прошлого века комбинат обеспечивается плановым материалом, необходимым для текущей производственной деятельности предприятия, а также проектирования и строительства новых производственных объектов. Крупномасштабные инженерно-геодезические изыскания на объекте выполнялись МЦМ СССР "Главцветметниипроект" Гипроникель и комплексной экспедицией «Союзмаркштрест». Отчеты о выполненных изысканиях в 1967, 1974, 1985 – 1991 годах находятся в архиве комбината. Плановый материал выпускался на бумажных планшетах масштабов 1:500 – 1:2000. Срок актуальности таких материалов в соответствии с законодательством РФ не превышает 3 – 5 лет.



Комбинат на момент начала формирования модели не обладал актуальными плановыми материалами инженерно-геодезических изысканий, служащих основой для дальнейшего развития производства.

Предпосылки перехода к ТИМ

В связи с тем, что:

- Ранее созданный по материалам инженерно-геодезических изысканий плановый материал давно потерял свою актуальность;
- Комбинат постоянно проводит работы по ремонту и реконструкции устаревших объектов производства, планирует масштабную реконструкцию производства, а также вывод из эксплуатации устаревшего имущества и оборудования.
- В процессе функционирования предприятия задействованы многие службы и всем им необходимо иметь актуальную информацию о состоянии территории, желательно в наглядном и информационном виде.

Было принято решение о формировании информационном модели территории производственного комплекса.



Факторы повлиявшие на запуск проекта по созданию ИЦММ:



Отсутствие точных сведений о местоположении объектов недвижимости на местности



Постоянные выходы на местность для уточнения информации



Отсутствие информации по инженерные изысканиям в единой системе координат



Поиск данных в архивах, множество бумажных носителей (карты, планшеты, чертежи)

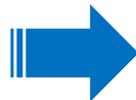


Отсутствие материалов актуальной геодезической съёмки для проектирования и реконструкции промышленных объектов



Отсутствие единого источника информации

БЫЛО



СТАЛО



Выбор платформы для ТИМ



ТЕХНОЛОГИИ CREDO

В качестве среды сбора данных и формирования информационной модели был выбран отечественный программный комплекс КРЕДО.

Комплекс КРЕДО состоит из ряда систем, которые объединены в единую технологическую цепочку обработки информации — от производства изысканий и проектирования до последующей эксплуатации объекта.

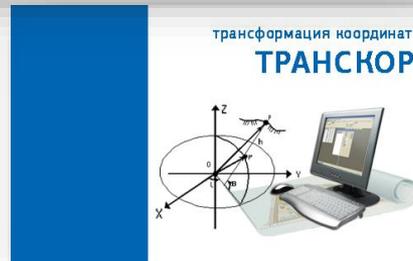
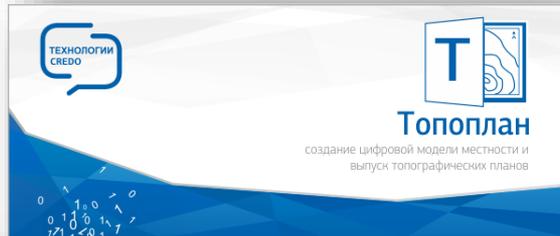
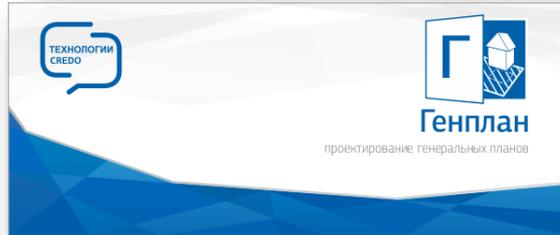
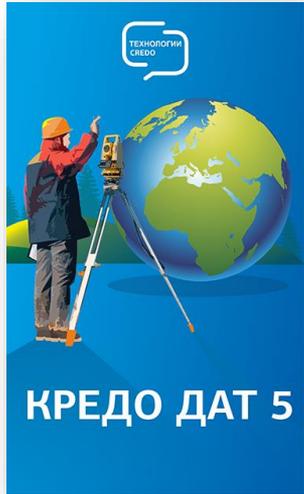
Каждая из систем комплекса позволяет сформировать единое информационное пространство, описывающее исходное состояние территории (модели рельефа, ситуации, геологического строения) и проектные решения создаваемого объекта.

Выбор платформы для ТИМ



Одной из причин выбора, являлась открытость платформы КРЕДО для использования большого количества открытых форматов, традиционно использующихся для хранения изыскательских и кадастровых материалов

Используемые продукты



Состав модулей КРЕДО использовавшихся в работе:

КРЕДО 3D СКАН – формирование цифровой модели рельефа и частично ситуации

КРЕДО ТОПОПЛАН - создания цифровой модели местности инженерного назначения

КРЕДО ГЕНПЛАН - проектирование и разработка генплана промышленных предприятий

КРЕДО ТРАНСКОР - преобразования геоцентрических, геодезических и прямоугольных плоских координат

КРЕДО ДАТ - камеральная обработка традиционных геодезических измерений и результатов постобработки спутниковых измерений



Этапы создания – Инженерной Цифровой Модели Местности

Начало реализации проекта - 2019 год

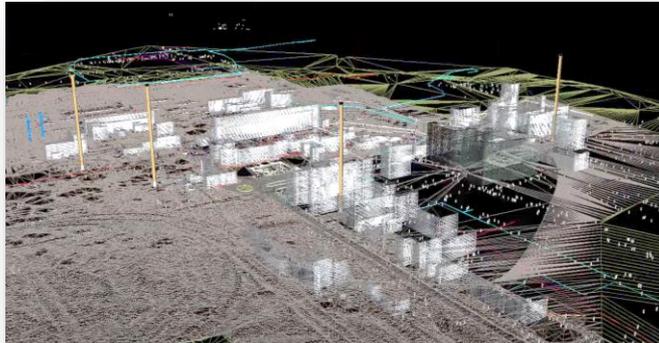


Срок создания - 2 года

Этап 1. Топографическая съемка промплощадки, площадь 600 га



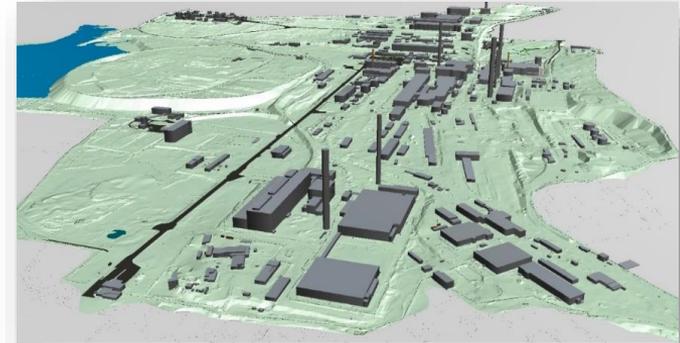
Этап 3. Выстраивание модели по топографической съемке и ортофотоплану



Этап 2. Ортофотоплан промплощадки, г. Мончегорск



Этап 4 – ИТОГ. ЦИЭМ с укрупненными твердотельными объектами





ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС
ТИМ-ЛИДЕРЫ 2021/22

Шаги создания – Детализация ИЦММ

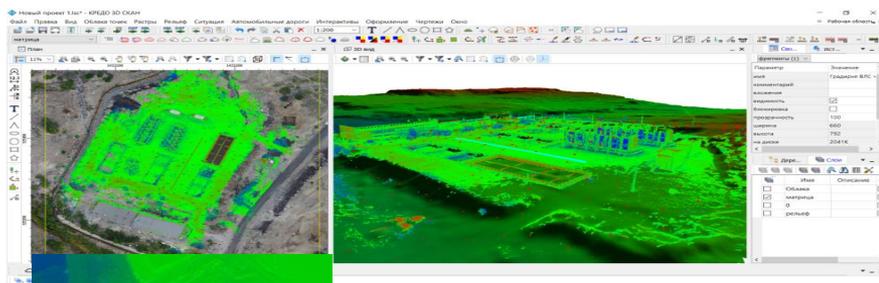
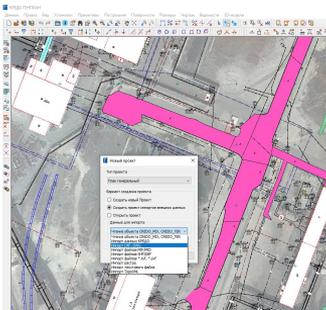


Шаг 1

Загрузка и актуализация архивных данных.

Источники:

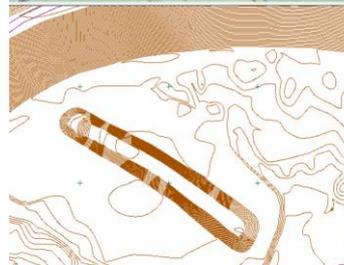
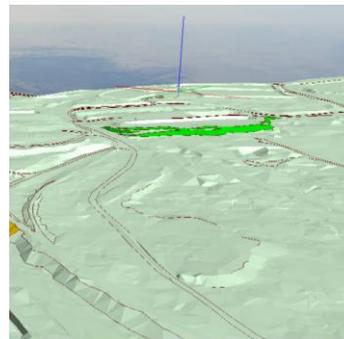
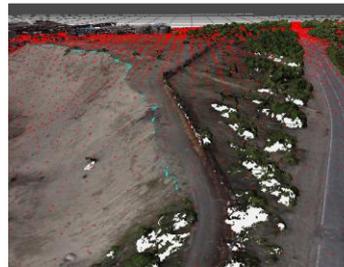
- Архивные данные форматов DXF\DWG;
- Результаты наземной инструментальной съемки
- Веб-карты



Шаг 2

Лазерное сканирование и аэрофотосъемка.

- Загрузка облаков точек в **КРЕДО 3Д СКАН**
- Формирование цифровой модели рельефа и частично ситуационных объектов.



Особенность технологии

- **Возможность совместного использования облаков точек**, полученных различным способом, растров, векторной информации для получения ЦММ и подготовки материалов для ТИМ.
- Использование распределения ресурсов и пакетная обработка данных позволили проводить **обработку всего объема данных** на обычных персональных компьютерах.
- Полученные в **КРЕДО 3Д СКАН** точки, структурные линии, точечные, линейные и площадные объекты, передавались в системы **КРЕДО ТОПОПЛАН** и **КРЕДО ГЕНПЛАН**
- Создание **векторных каркасов**, на основе которых создавались ТИМ модели зданий и сооружений.



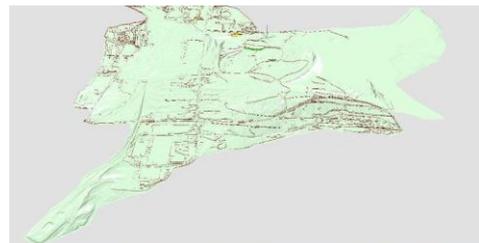
Шаги создания – Детализация ИЦММ



Шаг 3. Создание Цифровой модели рельефа



Моделирования рельефа для отдельных участков промышленной площадки КГМК.

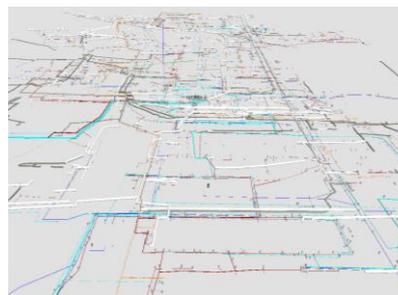


Создание сводной цифровой модели рельефа на всю территорию.

Площадь сформированной поверхности составила около 6 109 000 м².

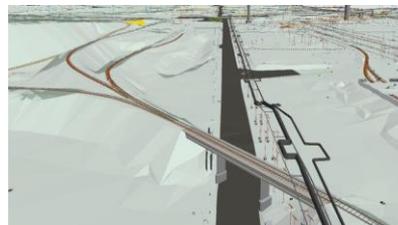


Шаг 4. Создание Цифровой модели ситуации



Формирование **цифровой модели ситуации** состояло из создания модели подземных и наземных коммуникаций по данным инженерных изысканий в системах **КРЕДО ТОПОПЛАН** и **КРЕДО ГЕНПЛАН**.

Для каждого объекта задавалось плановое и высотное положение.



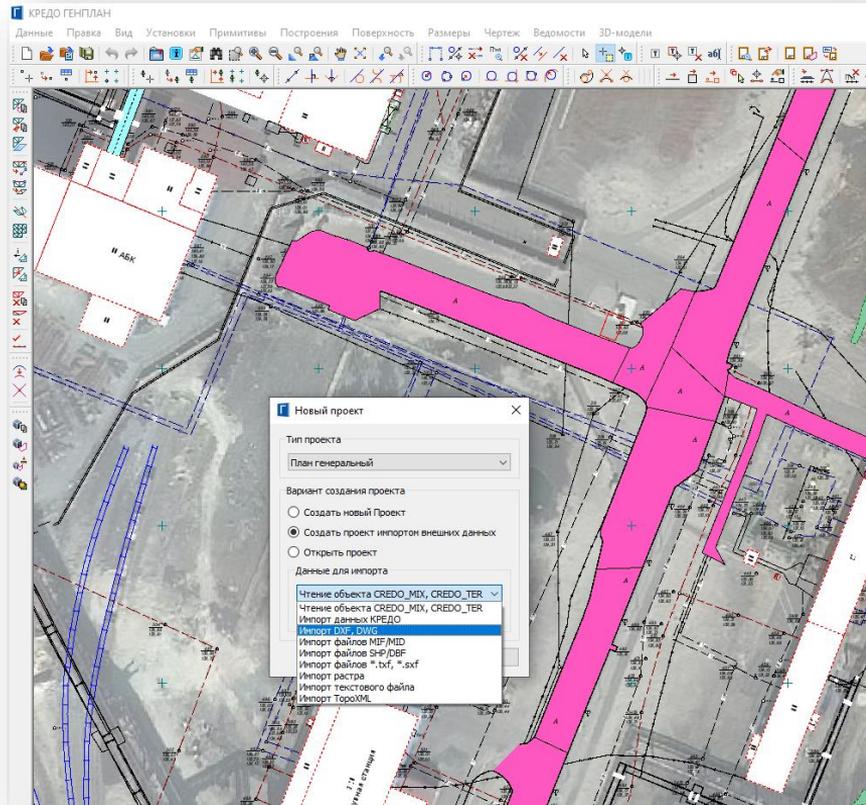
Модели объектов транспортной и инженерной инфраструктуры:

- Автомобильные и ж\д проезды;
- Эстакады;
- Здания и сооружения и пр.



Для каждого объекта был сформирован **набор атрибутивной информации** и заданы параметры отображения в 3D-модели.

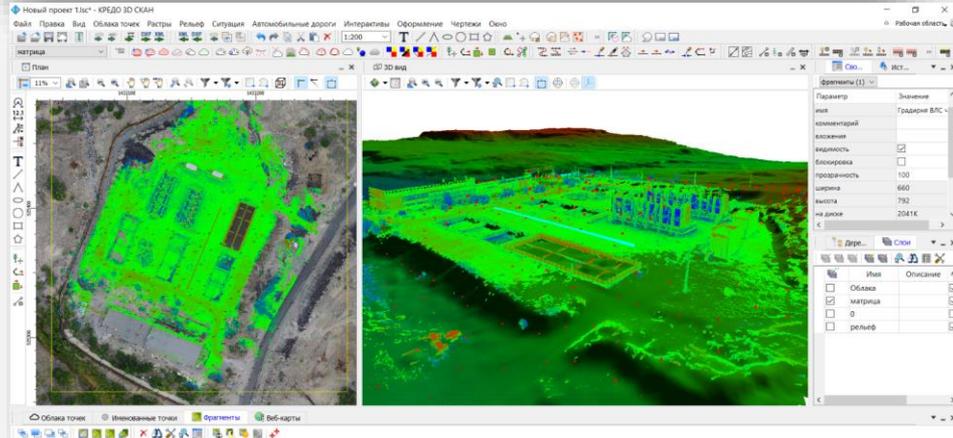
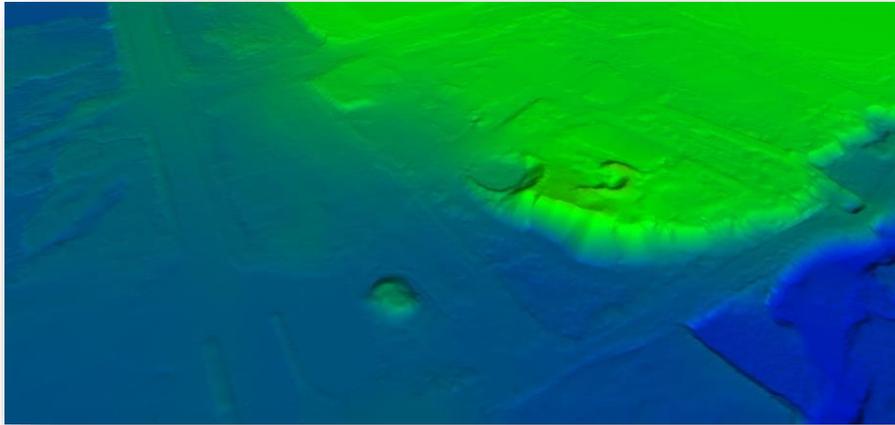
Обработка архивных данных



На первоначальном этапе формирования модели проводилась загрузка и актуализация архивных данных. В качестве источников использовались:

- Архивные данные форматов DXF\DWG;
- Результаты наземной инструментальной съемки
- Веб-карты

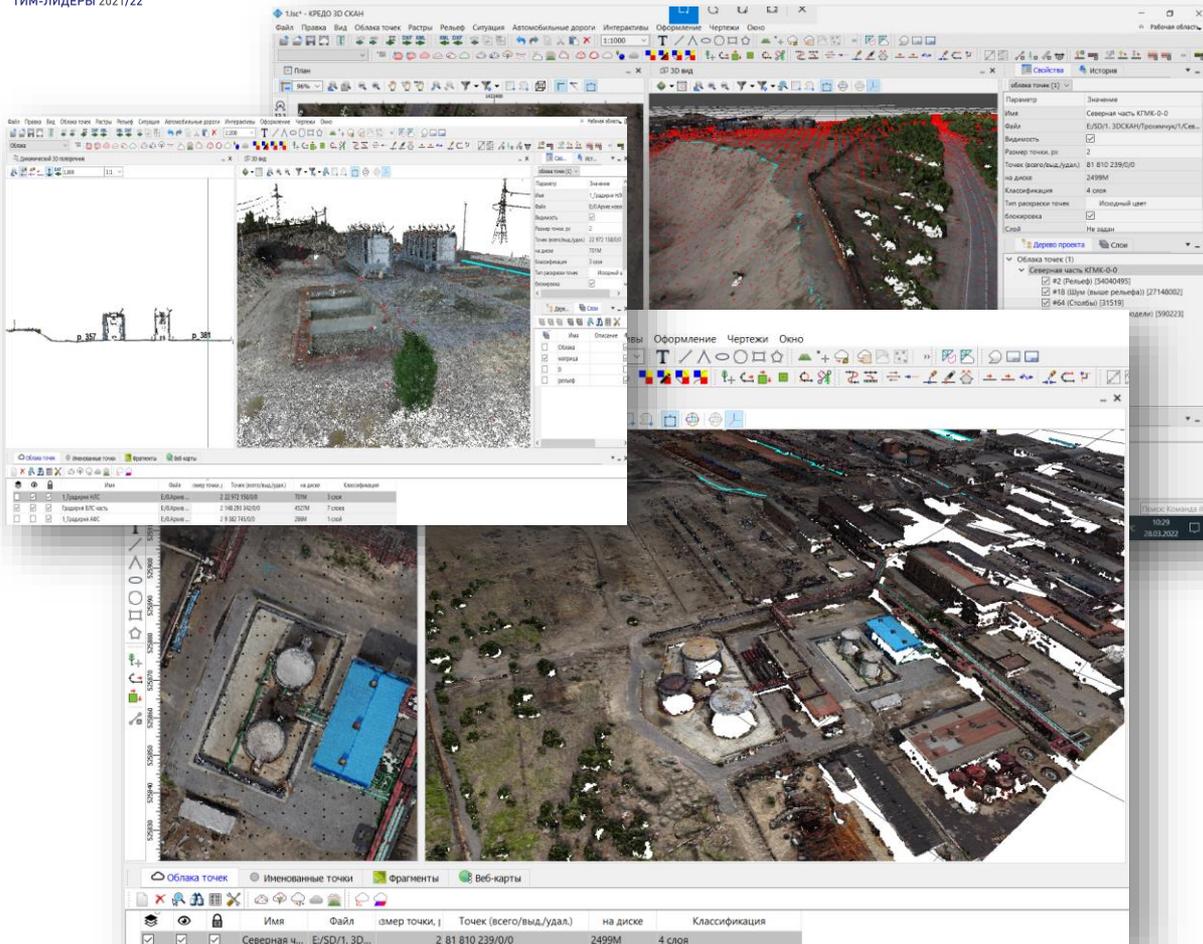
Обработка данных ЛС и АФС



В дальнейшем модель создавалась в основном с использованием технологии лазерного сканирования и аэрофотосъемки. Полученные облака точек загружались в систему **КРЕДО 3D СКАН** для формирования цифровой модели рельефа и частично ситуационных объектов.

Кроме непосредственно облаков точек использовались растровые планшеты и web-карты, данные инструментальных съемок и векторные данные в форматах DXF\DWG.

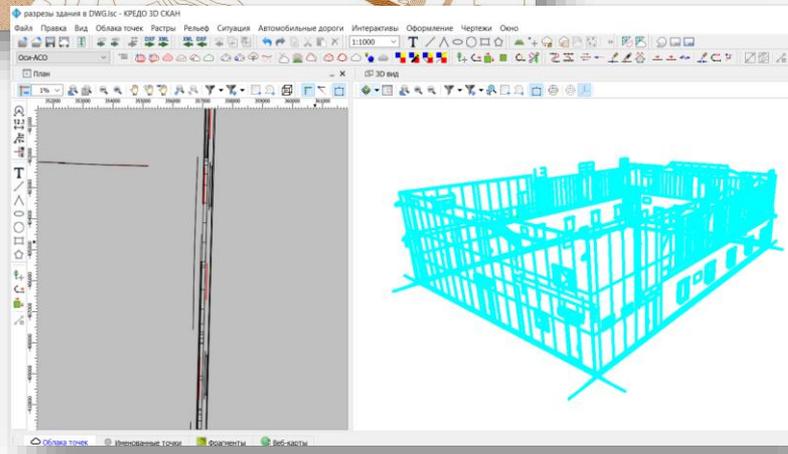
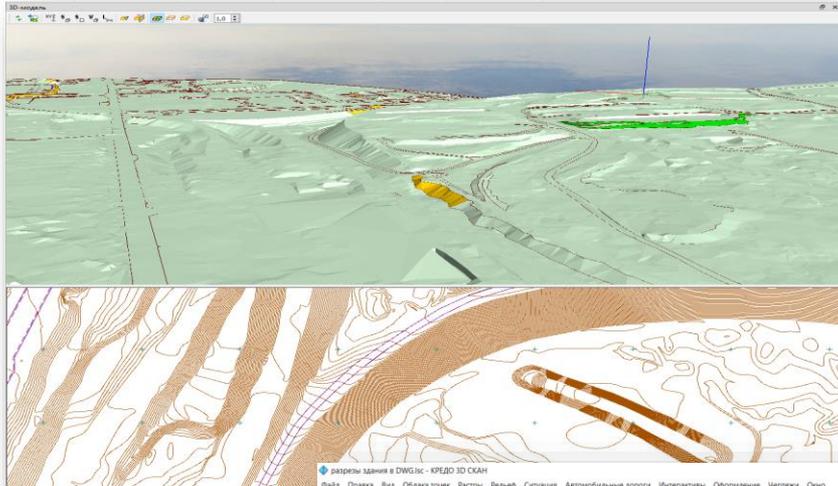
Обработка данных ЛС и АФС



Особенностью данной технологии являлась возможность совместного использования облаков точек, полученных различным способом, растров, векторной информации для получения ЦММ и подготовки материалов для ТИМ.

Использование распределения ресурсов и пакетная обработка данных позволили проводить обработку всего объема данных на обычных персональных компьютерах.

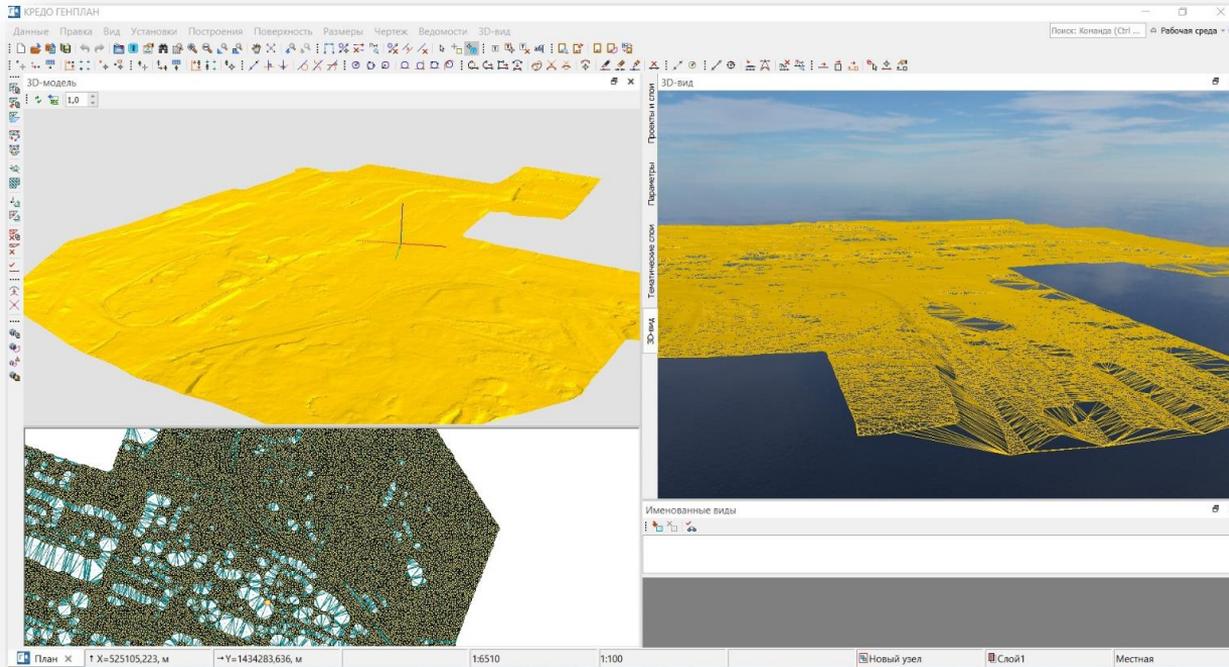
Обработка данных ЛС и АФС



Полученные в **КРЕДО 3D СКАН** точки, структурные линии, точечные, линейные и площадные объекты, передавались в системы **КРЕДО ТОПОПЛАН** и **КРЕДО ГЕНПЛАН** для подготовки окончательной цифровой информационной модели.

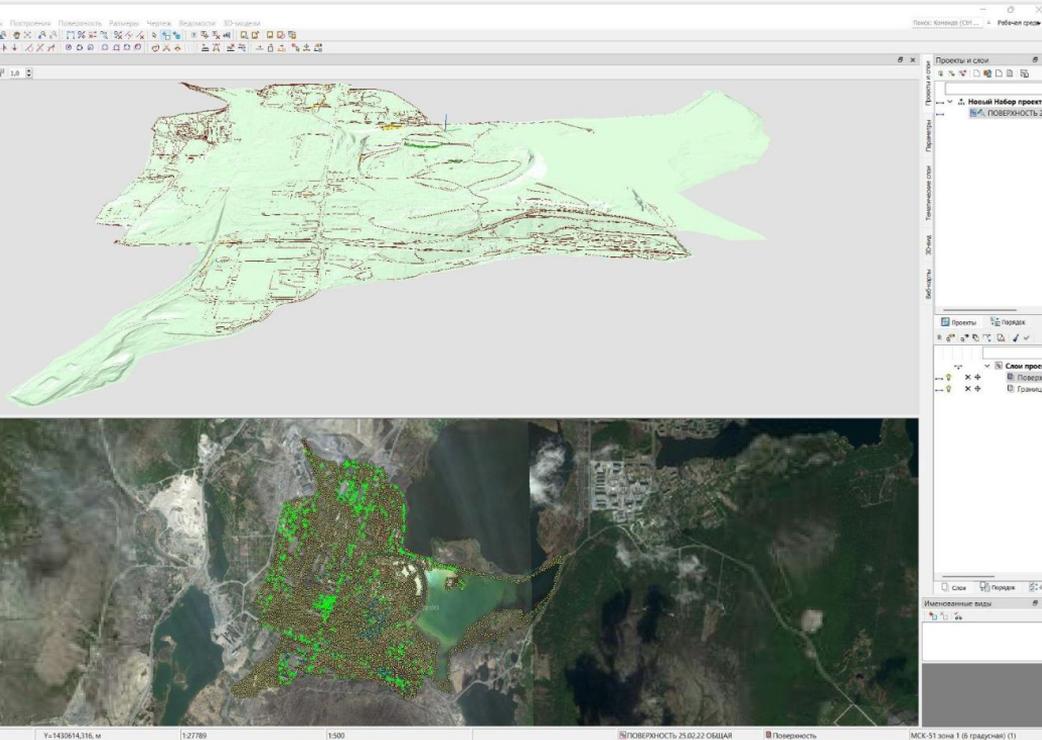
Также создавались векторные каркасы, на основе которых создавались ТИМ модели зданий и сооружений.

Создание Цифровой Модели Рельефа



По полученным исходным данным было выполнено моделирование рельефа для отдельных участков промышленной площадки КГМК.

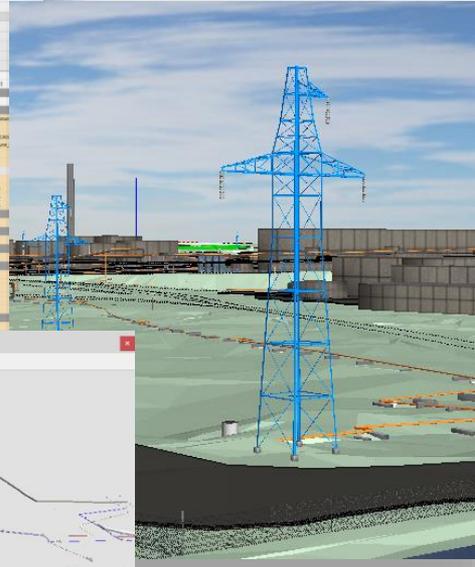
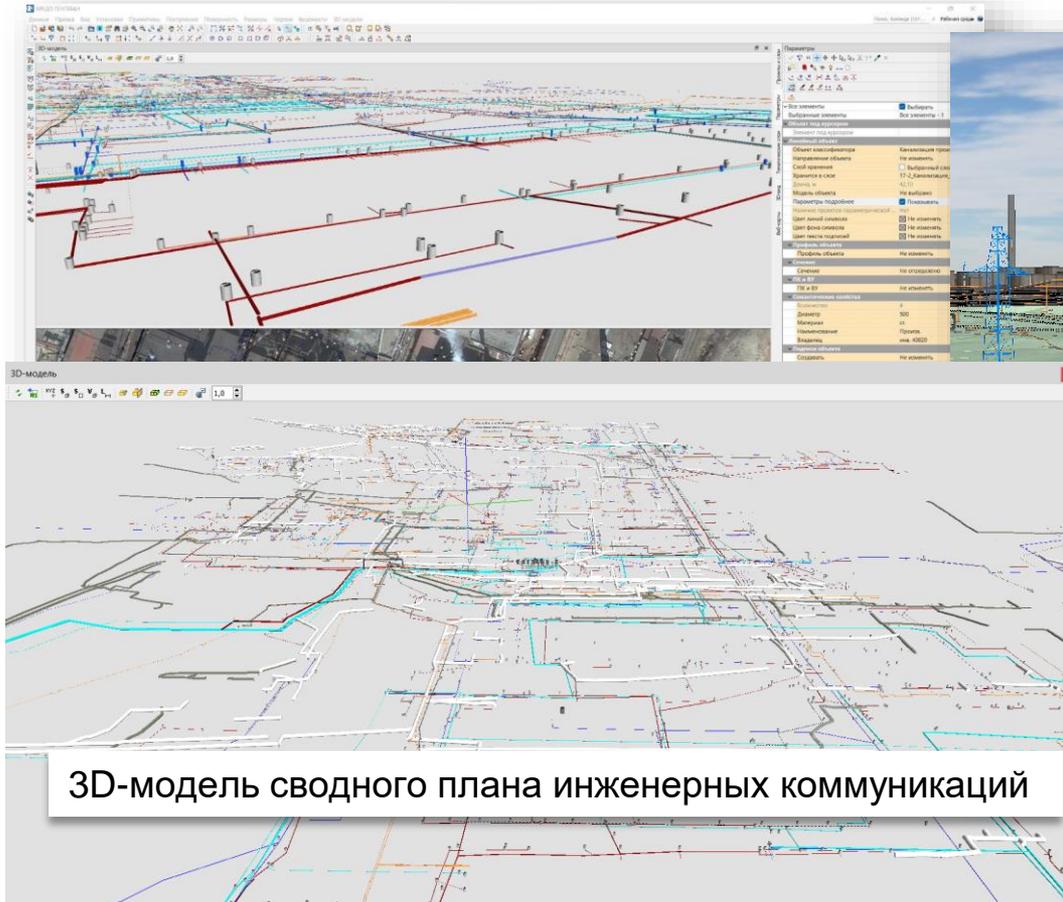
Создание Цифровой Модели Рельефа



А затем и создание сводной цифровой модели рельефа на всю территорию.

Площадь сформированной поверхности составила около 6 109 000 м².

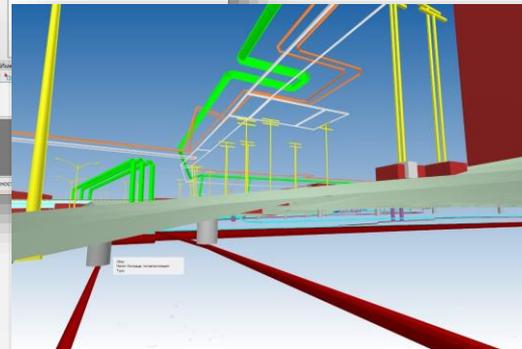
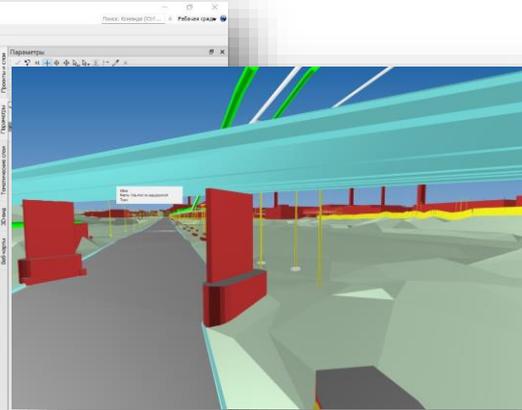
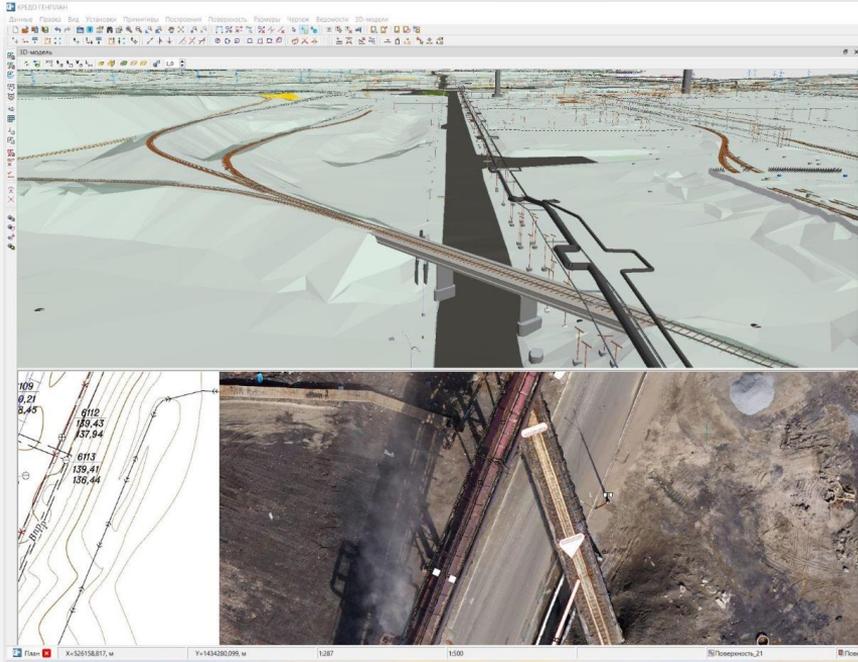
Создание Цифровой Модели Ситуации



Формирование цифровой модели ситуации состояло из создания модели подземных и наземных коммуникаций по данным инженерных изысканий в системах **КРЕДО ТОПОПЛАН** и **КРЕДО ГЕНПЛАН**.

Для каждого объекта задавалось плановое и высотное положение.

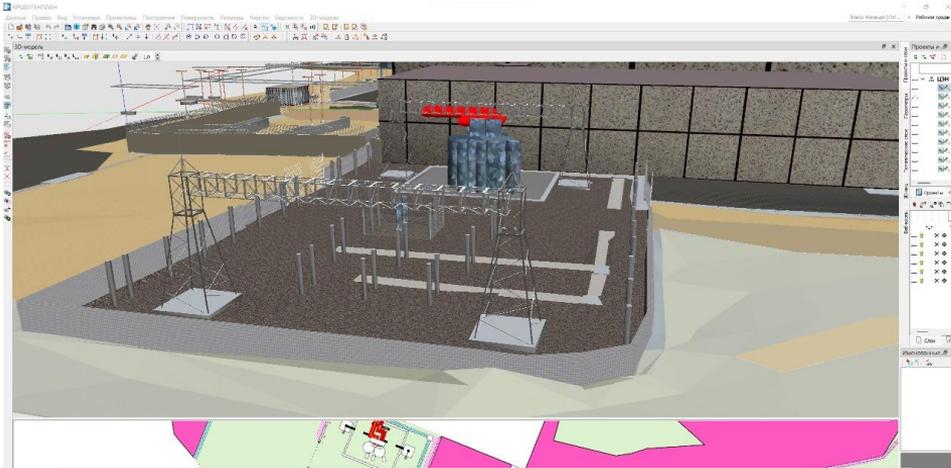
Создание Цифровой Модели Ситуации



Модели объектов транспортной и инженерной инфраструктуры:

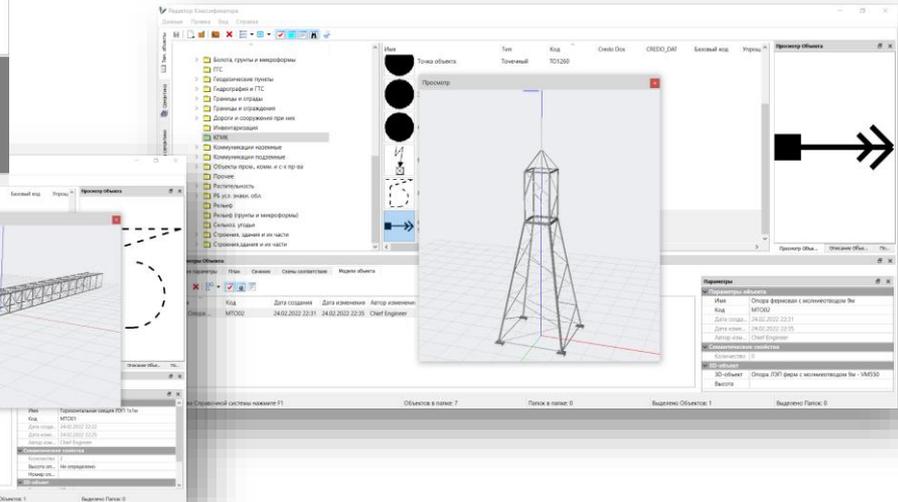
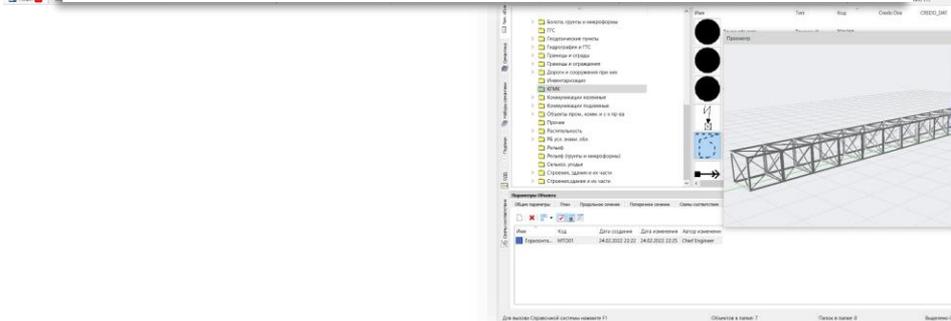
- Автомобильные и ж\д проезды;
- Эстакады;
- Здания и сооружения и пр.

Создание Цифровой Модели Ситуации

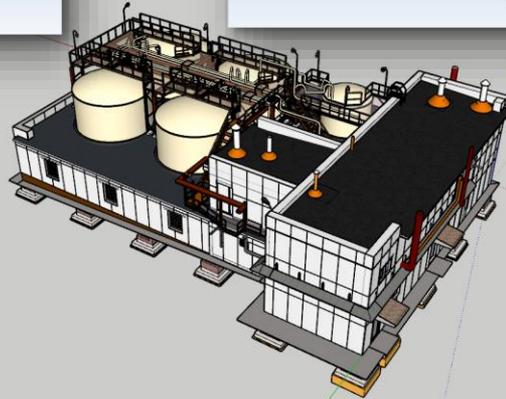
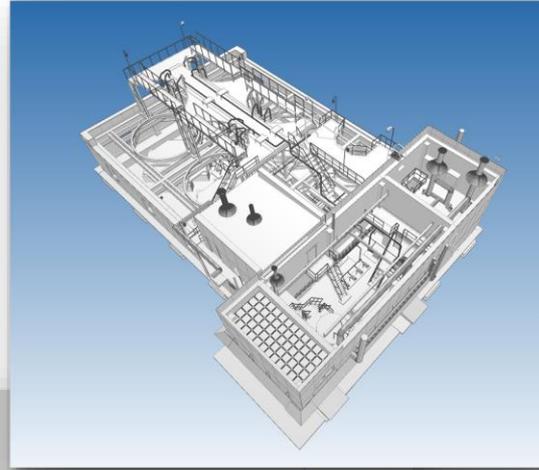
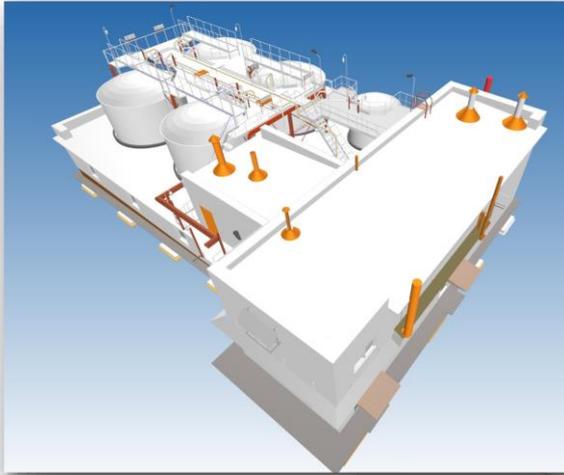


В ходе работы над объектом библиотека данных постоянно корректировалась и наполнялась различными моделями, позволяющими корректно визуализировать элементы информационной модели.

Законченная сборная модель из разных элементов Классификатора.



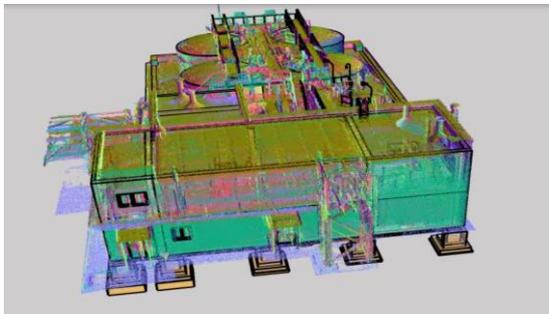
Формирование моделей ОКС



За период 2021 г. ООО «Мурманское землеустроительное предприятие» выполнены работы по детальному обследованию и 3D-моделированию складского здания КГМК, находящегося в стадии жизненного цикла «Эксплуатация».

3D модель существующего здания «Склад соляной кислоты» (в т. ч. конструктивные элементы)

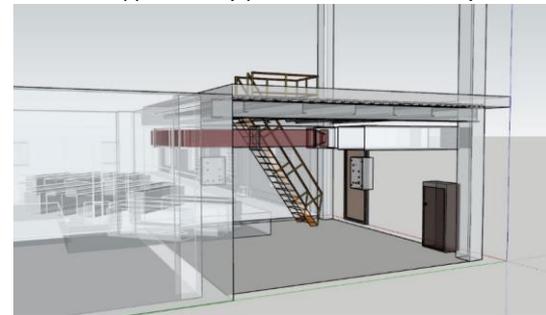
Облако точек, полученное с помощью лазерного сканирования снаружи здания



Внешняя модель здания

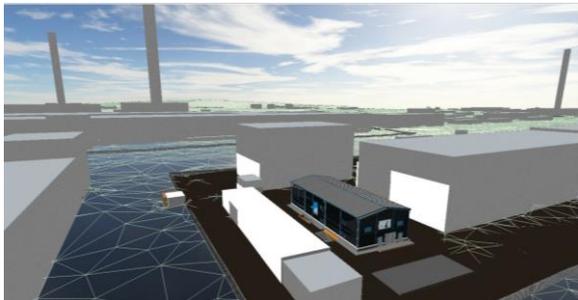


Внутренняя 3d модель здания с моделями оборудования (предвестник BIM-модели)

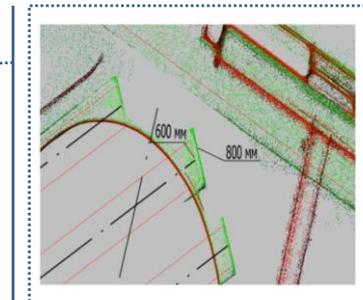


Привязка проектной 3D модели к системе координат ИЦММ

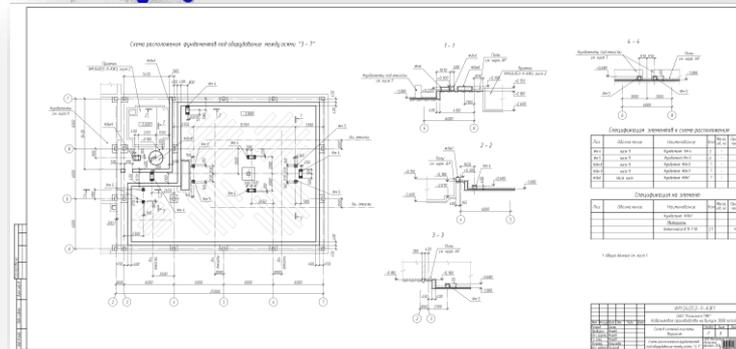
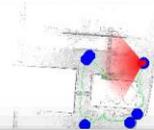
Проектная 3D модель здания с привязкой к системе координат



Облако точек полученное с помощью лазерного сканирования

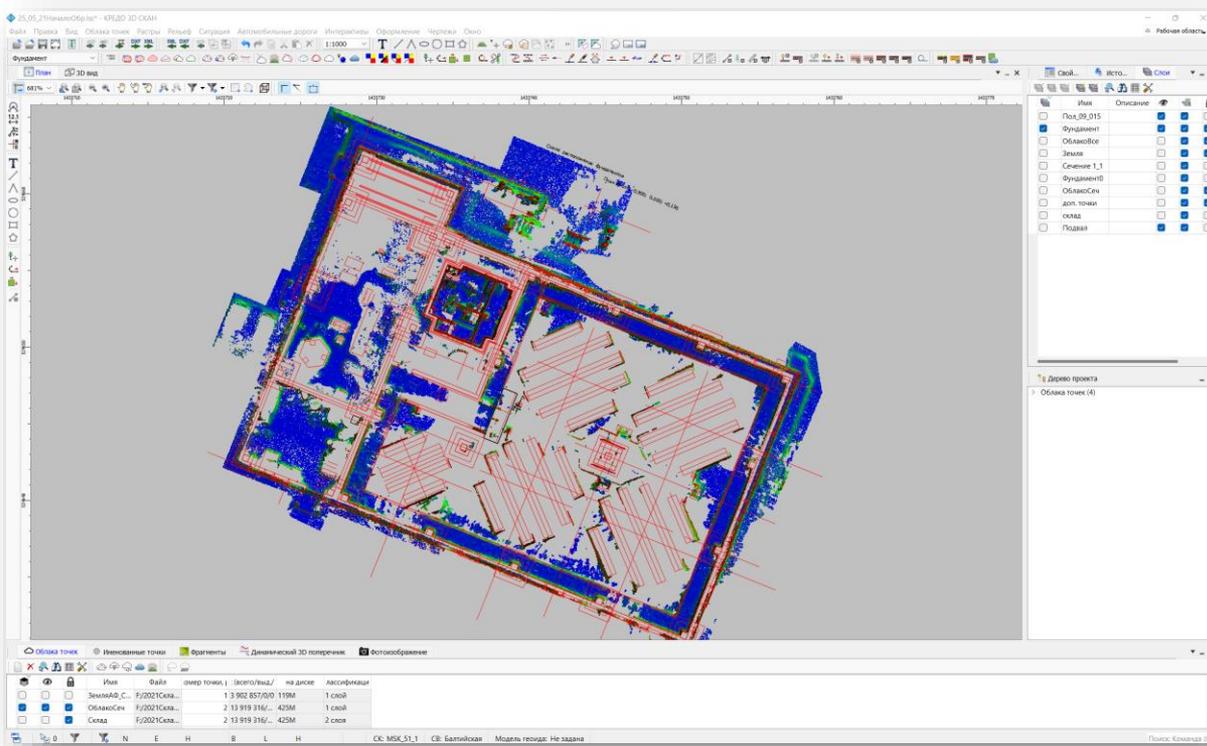


Формирование моделей ОКС



Создание модели ОКС КГМК выполнено с использованием технологий 3D-моделирования на основе сведений, полученных из проектных чертежей, и данных, полученных при выполнении съемочных и обмерных работ по внешнему контуру ОКС и внутренних помещений по принципам «как построено» и «как измерено».

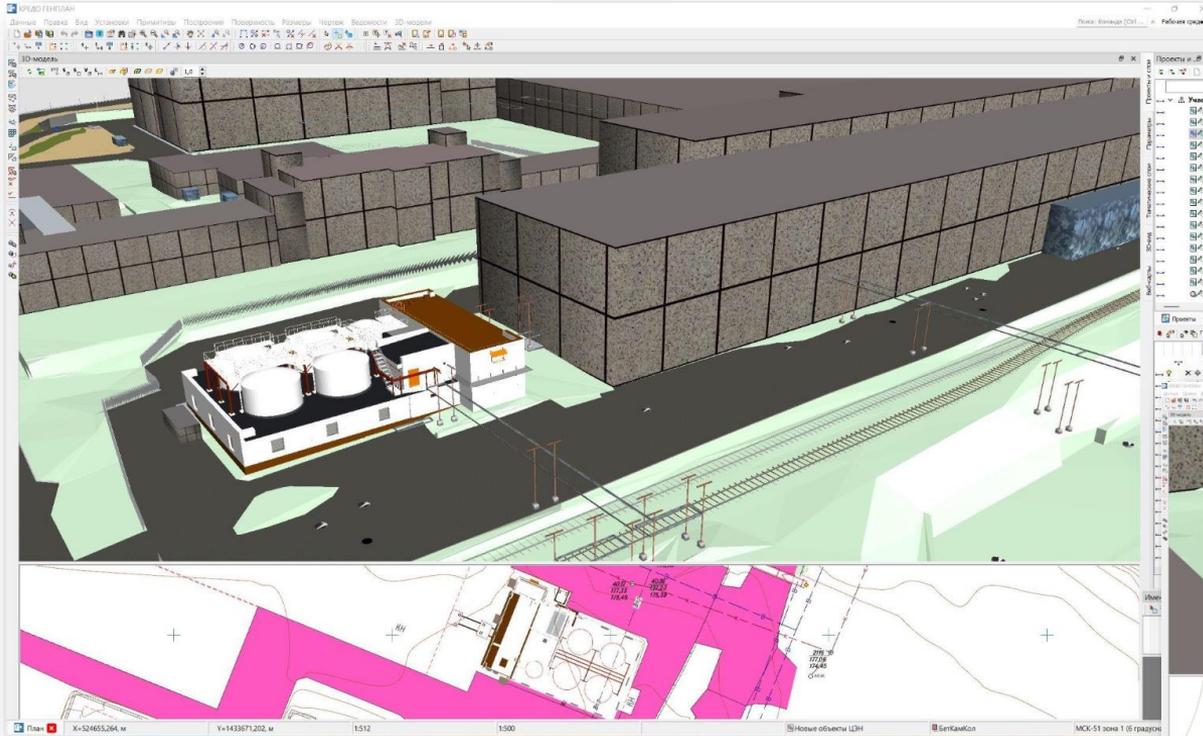
Формирование моделей ОКС



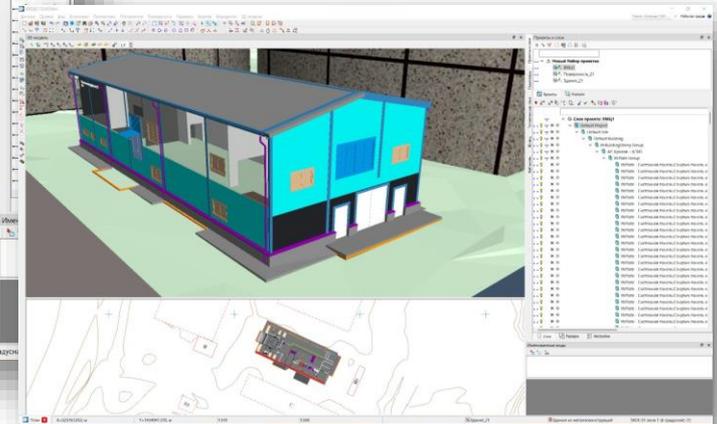
Особенностью моделирования явилось то, что скрытые или недоступные для измерений строительные элементы объекта воссоздавались по проектным чертежам.

Внешнее сходство с моделируемым объектом достигалось путем применения различных текстур и цветов согласно фото и видео фиксации элементов объекта

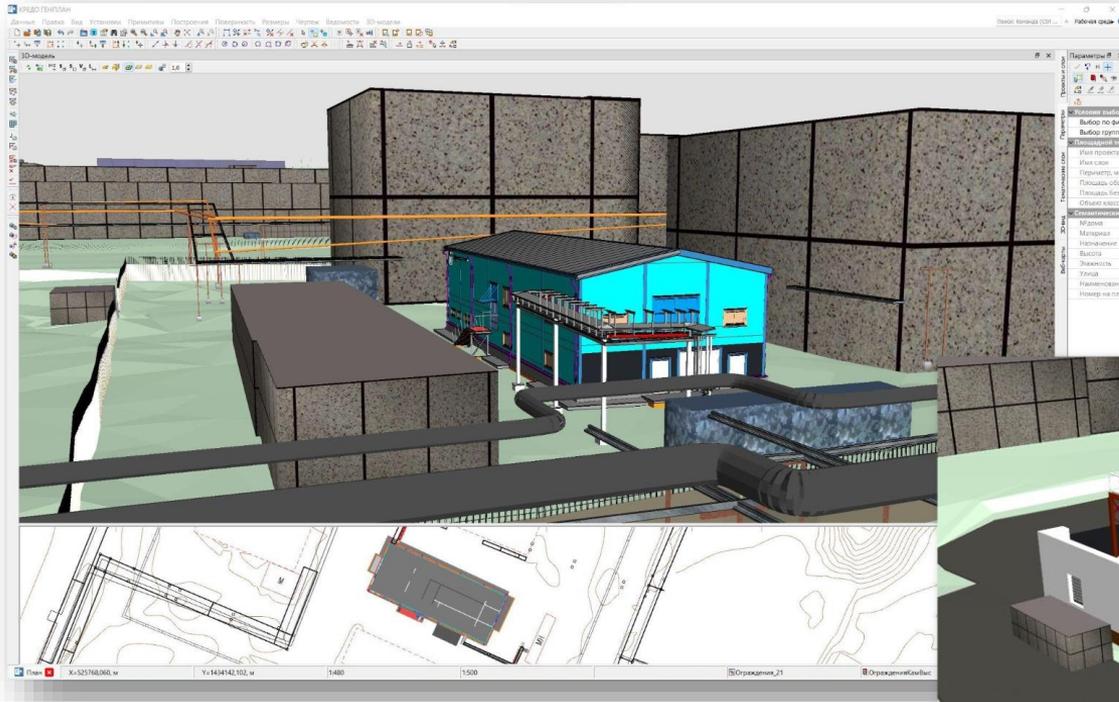
Интегрирование моделей ОКС в сводную модель



Посредством ПО КРЕДО смоделированные в специализированном ПО модели ОКС интегрированы в состав сводной модели промплощадки Кольской ГМК г. Мончегорск.



Пример внедрения модели ОКС на стадии проектирования и строительства

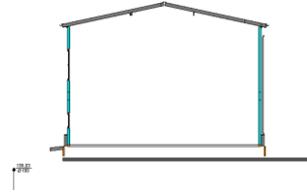
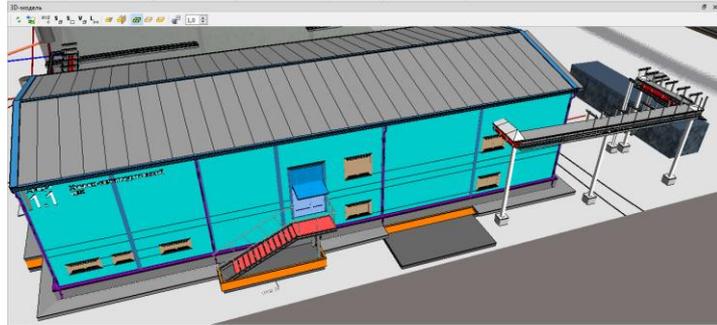


Объекты подгружались посредством формата IFC, на сегодняшний день являющегося стандартом для ТИМ решений.

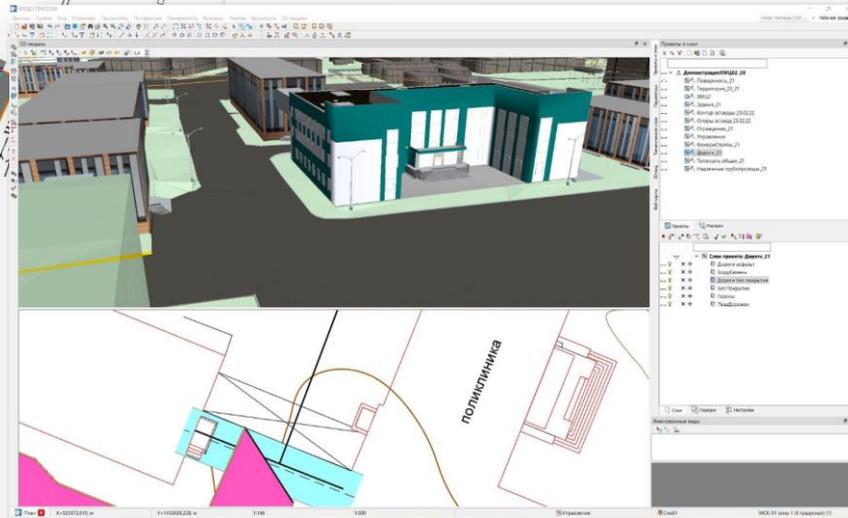
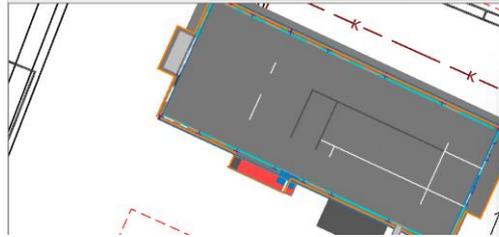
В модель возможно встраивание ОКС на любой стадии жизненного цикла.



Интегрирование моделей ОКС в сводную модель



Все внешние объекты полностью интегрированы в модель. Их можно просматривать во всех проекциях.



Кроме того встроенные в ПО КРЕДО инструменты позволяют достигать точного соответствия отдельных элементов модели реальным объектам.

Сводная информационная модель



Результатом данной работы стала сводная информационная модель промышленной площадки Кольского горно-металлургического комбината. Модель включает в себя поверхность рельефа, все ситуационные объекты с необходимой атрибутикой, отдельные модели ОКС

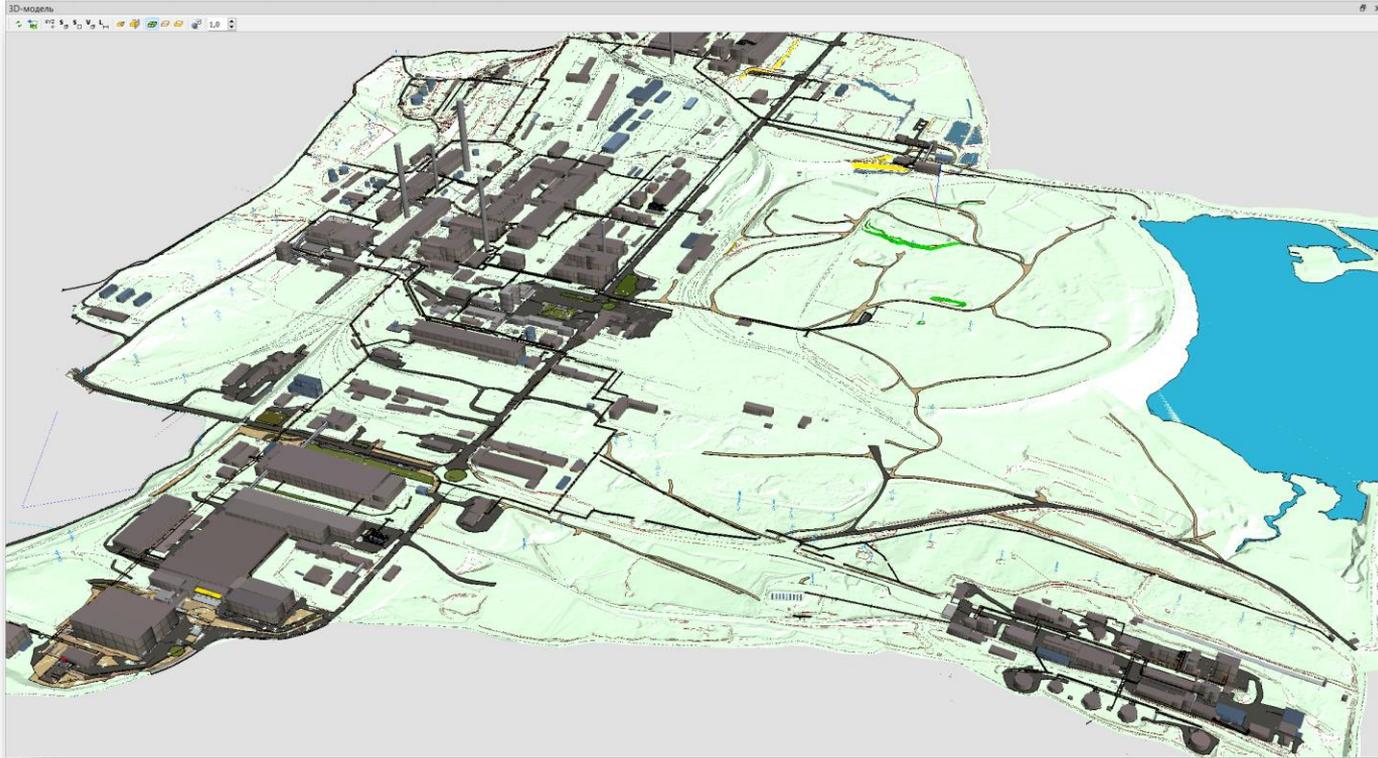


Ведомость объемов работ по моделированию объектов местности, зданий, сооружений, коммуникаций промплощадки КГМК г. Мончегорск по состоянию на 2021 год

№пп	Наименование моделируемого объекта	ед. изм.	Количество
1	2	3	4
1	Здания и элементы зданий в т.ч. цеха, склады и др.	ед.	2474
2	Бетонные сооружения	ед.	1649
3	Объекты электропередачи	ед.	3455
4	Опоры ЛЭП	ед.	2534
5	Столбы освещения	ед.	64
6	Выходы подземных коммуникаций	ед.	636
7	ЦМР общей площадью	га.	3442
8	Дороги и бортовые камни	м.	619,5
9	Железные дороги	м.	22596,69
10	Водопровод	м.	44308,90
11	Канализация	м.	68331,30
12	Теплосети	м.	55745,88
13	Электрокабели высокого напряжения	м.	39977,94
14	Электрокабели низкого напряжения	м.	15402,31
15	Линии связи и <u>техн. средств подз.</u> , кабельные	м.	27188,21
16	Эстакады	м.	13226,53
17	Ограждения	м.	27111,64
			23173,33

На сегодняшний день
информационная модель состоит из:

- Более 2000 моделей зданий и сооружений;
- Более 40 км железных и 20 км автомобильных дорог;
- Десятков километров подземных и надземных коммуникаций;
- Эстакад, ограждений линии связи и многого другого.



Весь объем работ выполнен ООО «Мурманское землеустроительное предприятие» за период июнь – декабрь 2021 года в составе группы из 7 специалистов предприятия при консультационном участии специалистов АО «Кольская ГМК» и ООО «КОМПАНИЯ «КРЕДО-ДИАЛОГ».



VI ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС
ТИМ-ЛИДЕРЫ 2021/22

Задачи модели

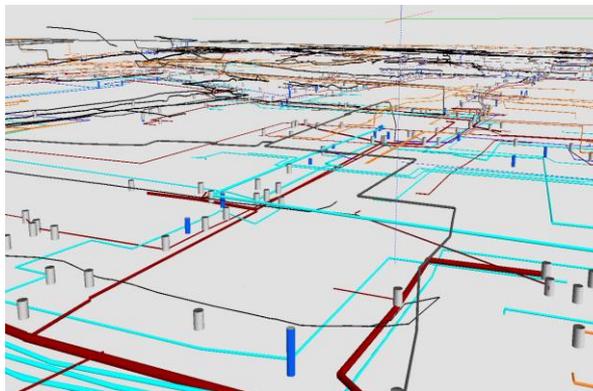


НОРНИКЕЛЬ



Реализовано:

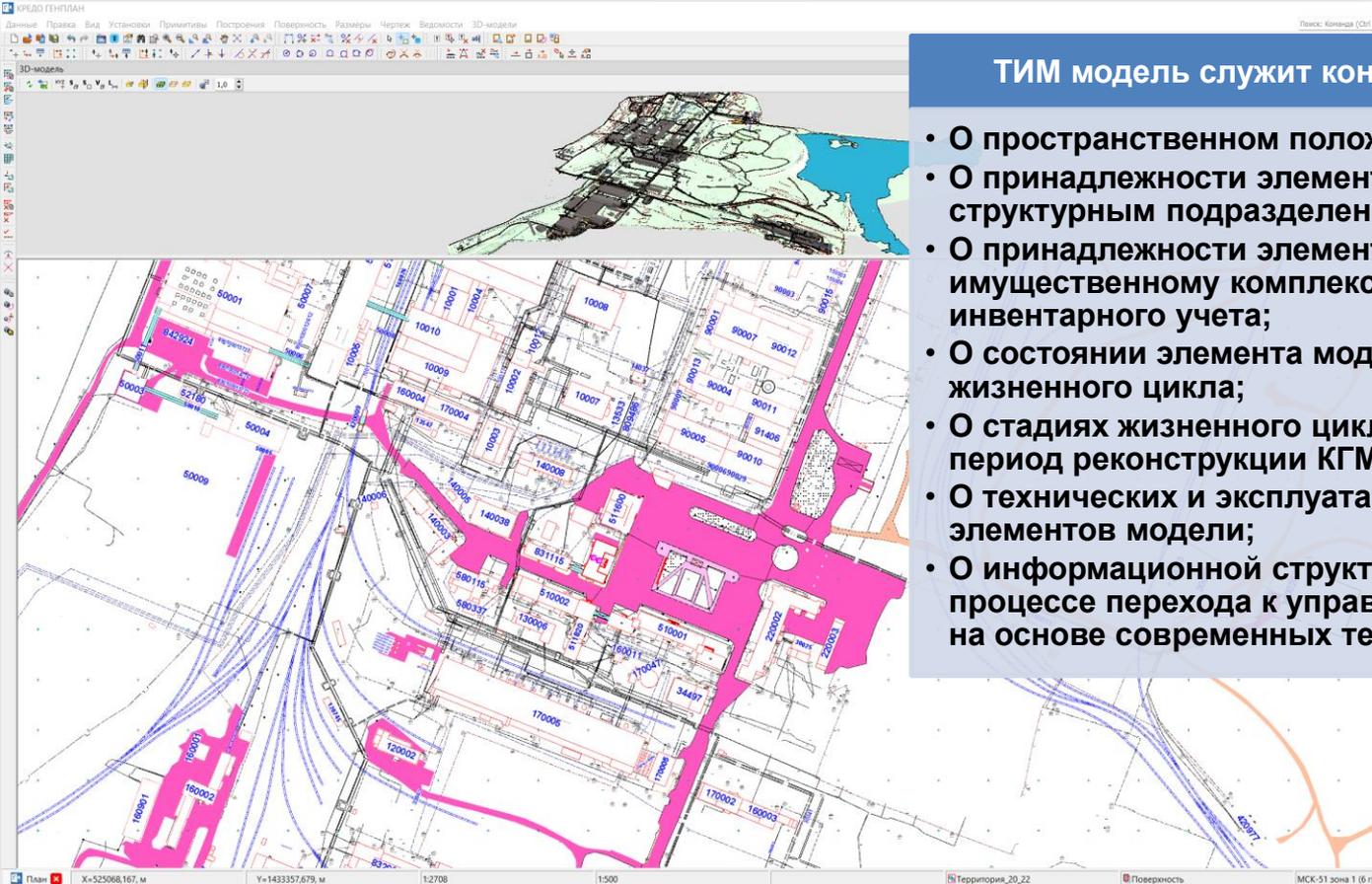
- Актуальная информация об объектах недвижимости
- Электронный архив данных недвижимого имущества (техпаспорт, правоустанавливающие документы)
- «Единое окно» получения информации
- Точное позиционирование объектов (в т.ч. коммуникаций)
- Исходные геодезические данные для реализуемых проектов
- Получение начальных сведений без выезда на местность
- Ведение инвентаризационного учета объектов (в т.ч. эстакад)
- Определение балансовой принадлежности объектов.



Перспективы:

- Лазерное сканирование внутренней инфраструктуры объектов и моделирование технологического оборудования
- Единая база данных зданий, сооружений, коммуникаций, дорог, оборудования в необходимой детализации
- Формирование слоя «3d Геология»
- Превентивный контроль опасных зон
- Привязка проектной документации к существующим объектам
- Обеспечение полноты сведений об объектах ЦИЭМ

Использование ТИМ модели



ТИМ модель служит консолидации информации:

- О пространственном положении элементов модели;
- О принадлежности элементов модели к конкретным структурным подразделениям КГМК;
- О принадлежности элементов модели к имущественному комплексу, как элементу инвентарного учета;
- О состоянии элемента модели в процессе его жизненного цикла;
- О стадиях жизненного цикла элементов модели на период реконструкции КГМК;
- О технических и эксплуатационных характеристиках элементов модели;
- О информационной структуре элементов модели в процессе перехода к управлению эксплуатацией ОКС на основе современных технологий.

Целевое состояние – Инженерной цифровой модели местности КГМК



Инженерно-топографический план
(топографическая съемка)

Твердотельная модель

фактические цифровые слои

3d модель **Зданий**

3d модель **Сооружений**

3d модель **Коммуникаций**

3d модель **Оборудования**

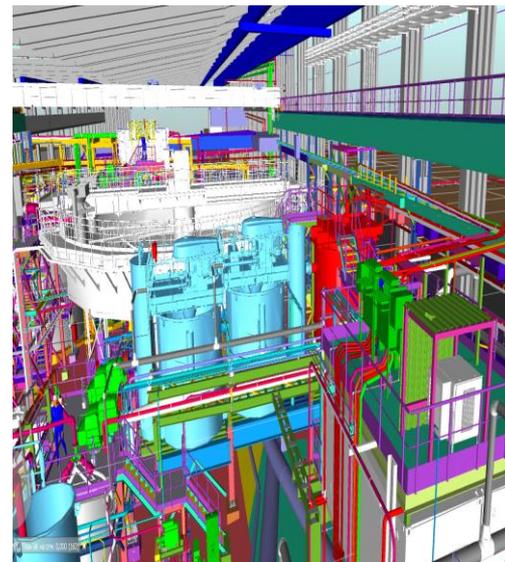
3d модель **Рельефа**

3d модель **Геологии**

3d модель **Проектного слоя**

+ Атрибутивные сведения

ЦЕЛЕВАЯ МОДЕЛЬ



**Эксплуатационная
ТИМ модель**

Оценка эффективности проекта



1 Создание Цифровой модели местности

- Закладка пунктов и привязка к ГГС
- Топографическая съемка
- Аэрофотосъемка
- Съемка подземных коммуникаций

1

2 Мониторинг изменений и внесение сведений в ИЦММ

- Аэрофотосъемка
- Анализ изменений
- Топографическая съемка изменений
- Внесений изменений в ИЦММ.

2

3 3D модель склада соляной кислоты (пилотный проект)

- Лазерное сканирование объекта
- Обработка плотного облака точек
- Создание 3D-модели конструктивной части
- Привязка к ИЦММ

3

Показатели эффективности

Точная привязка объектов 3D-модели

Выдача подрядчикам актуальной информации о ЦММ

Сокращение затрат на проведение изысканий в составе других проектов

Устранение коллизий при проектировании объектов

Исключение наложений при планировании размещения новых объектов

Актуальный электронный архив данных

Оптимизация бизнес-процессов на основе данных 3D-модели

Возможности развития ИЦММ на примере Пилотного проекта



ХРАНЕНИЕ

Постоянная
доступность точной
информации



IIOT

Повышение скорости
выполнения бизнес-процессов,
выявление факторов
тормозящих производственный
процесс

УВЕДОМЛЕНИЯ

Выявление и
предупреждение
потенциально опасных
мест и ситуаций



ГЕОЛОКАЦИЯ

Точность и достоверность
позиционирования
объектов

ЦИФРОВАЯ ИНЖЕНЕРНО- ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ

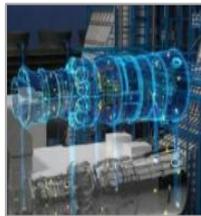
ТОиР

Своевременное
выполнение ремонтов и
поддержание основных
фондов



НАВИГАЦИЯ

Сокращение времени и
расходов ГСМ



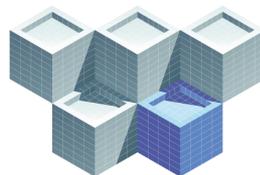
ДВОЙНИК ОБОРУДОВАНИЯ

Своевременное выявление
дефектов и подбор
оптимальных параметров
работы

МОБИЛЬНЫЕ ГИС

Использование
мощностей ЦИЭМ в
полевых условиях





VI ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС
ТИМ-ЛИДЕРЫ 2021/22



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

