



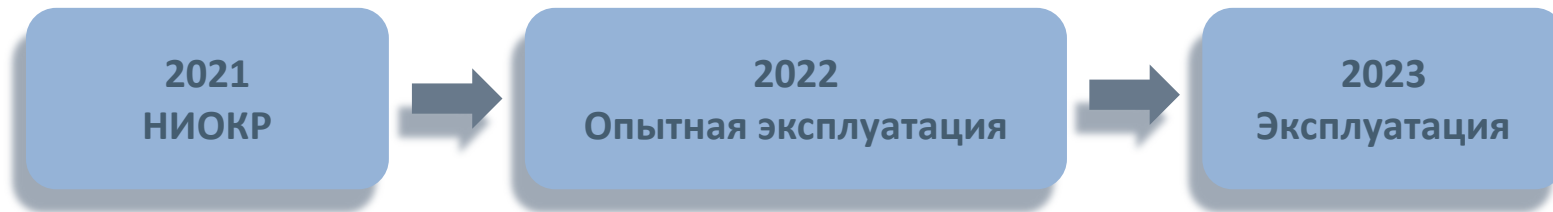
Применение беспилотных авиационных систем при контроле строительства на Восточном полигоне железных дорог

Карелов Алексей Игоревич
Начальник Центра
15.02.2024



Контроль строительных работ с применением технологии аэрофотосъемки с БАС

Этапы создания технологии



Эффекты

Сокращение сроков строительства вследствие оперативного контроля выполнения строительных работ, наличия строительной техники, оценки запасов строительных материалов

Сокращение финансовых затрат вследствие точной оценки количественных характеристик строительных работ (площади, число, объемы и т.д.)

Заказчики

ЦУКС

ДКРС

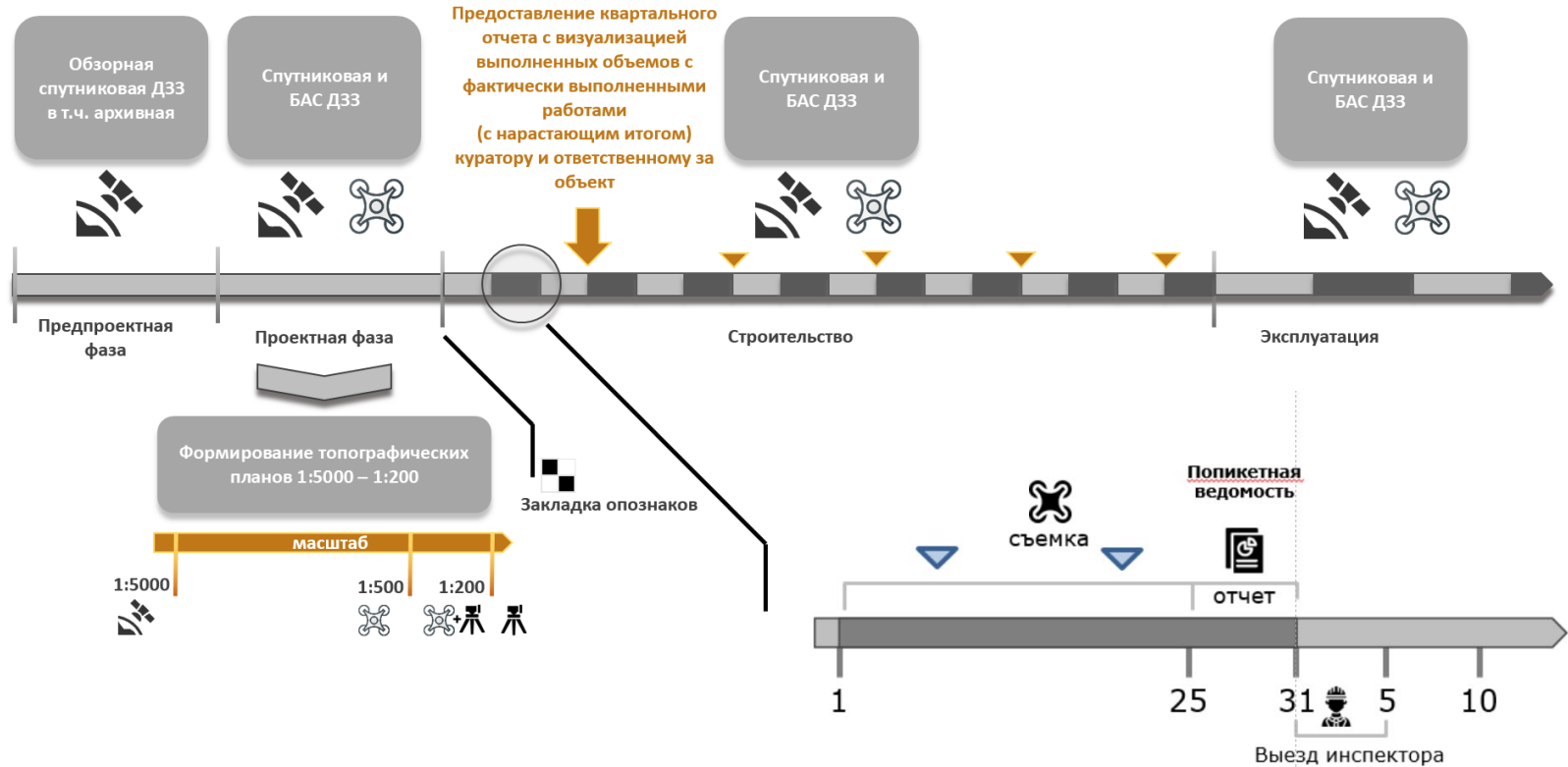
ДКСС

Увязка плана-графика строительных работ с техническим заданием на АФС



Контроль строительных работ с применением технологии спутниковой съемки и аэрофотосъемки с БАС

Сценарий мониторинга

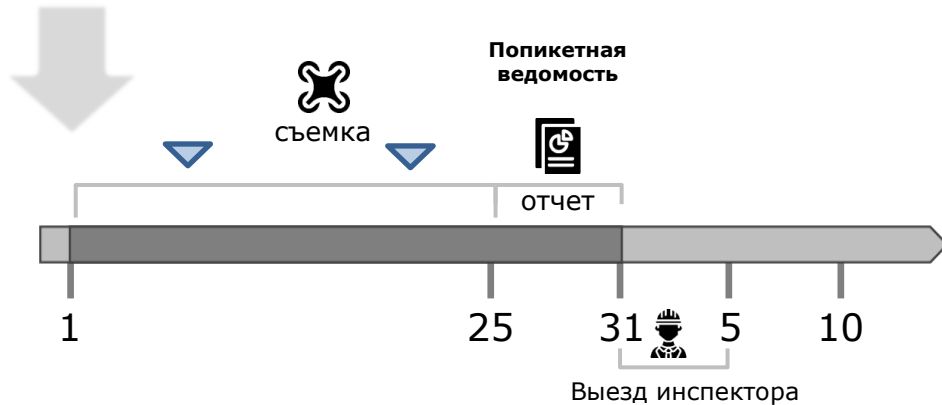


Контроль строительных работ с применением технологии аэрофотосъемки с БАС

Сценарий мониторинга



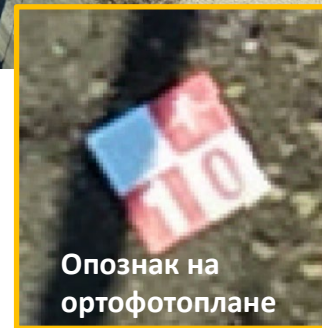
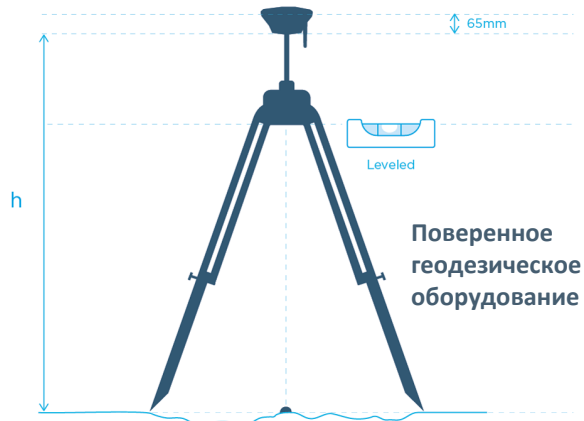
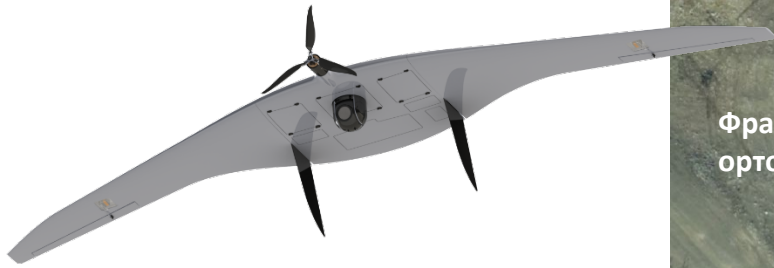
Съемка с БАС 2 раза в месяц



Сценарий мониторинга и форма отчетов были отлажены в процессе работ по мониторингу строительства объектов Восточного полигона в 2022 году

Контроль строительных работ с применением технологии аэрофотосъемки с БАС

Оборудование для проведения АФС



Визуализация динамики строительных работ с применением технологии аэрофотосъемки с БАС

Разновременные слои строительства моста на ПК 10293 на перегоне Гуджекит – Тья в 2023 году

Июнь 2023



Июль 2023



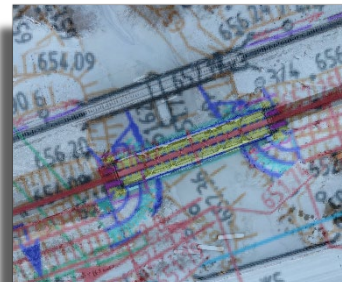
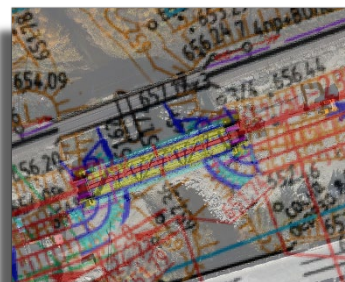
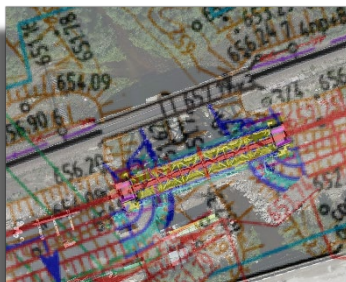
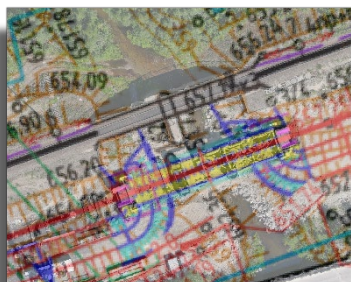
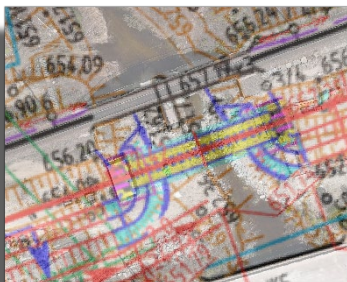
Август 2023



Сентябрь 2023



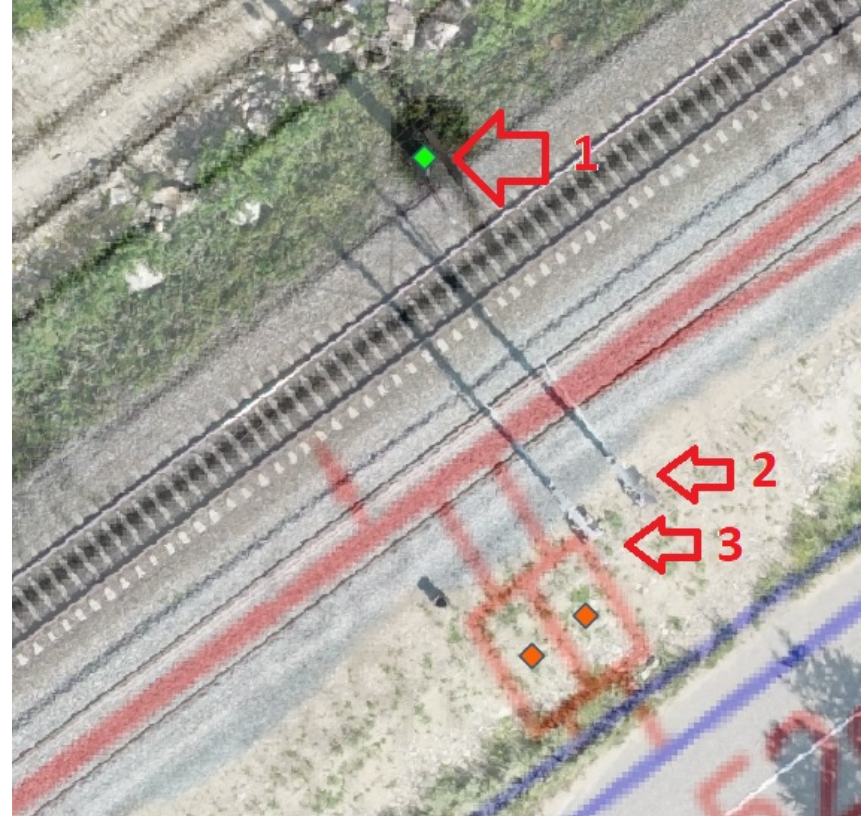
Декабрь 2023



Контроль соответствия проекту

На рисунке представлено фактическое и проектное расположение опор №52а и №52. Согласно фрагменту ортофотоплана на основе аэрофотосъемки с БВС на дату 29.07.2023, выявлено отклонение фактического положения установленных опор №52а и №52 на 3,8 метра и 3,8 метра соответственно.

Стрелка №1 указывает на существующую опору, положение которой совпадает с проектной документацией, стрелки №2 и №3 указывают на положение новых опор (№52а и №52), которые не совпадают с проектным положением (оранжевые ромбы) на 3,8 метра и 3,8 метра соответственно.



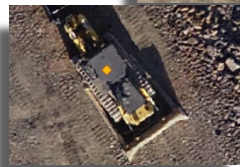
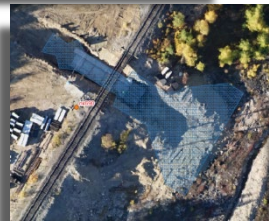
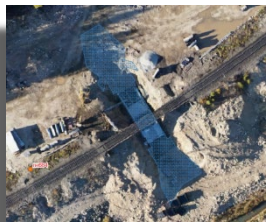
Аналитика пространственных данных в рамках контроля строительства

Соответствие проекту

Строительная техника на объектах

Подсчет объемов земляных работ

Сравнение проектного и фактического поперечного профиля земляного полотна



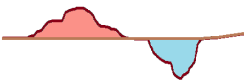
ЦМР на момент месяца N



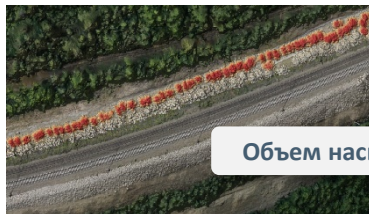
ЦМР на момент месяца N+1



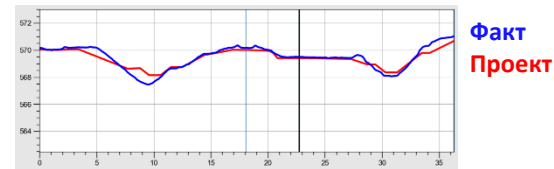
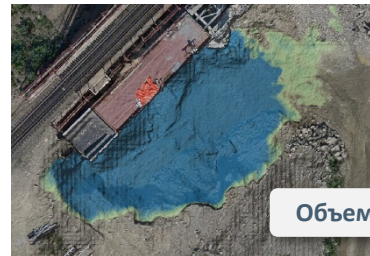
$\text{ЦМР}_{N+1} - \text{ЦМР}_N$



Объем насыпи



Объем выемки



Структура ежемесячных отчетов по строительному контролю

Список видов строительных работ контролируемых с применением АФС

Таблица 1.1 Список видов строительных работ, требующих контроля объектов с применением АФС с объекту «Второй главный путь на участке Ниа – Тагань Восточь. Сабуровской железной дороги» (ДКРС)

| код | Наименование работы | С/П | П/П | Ф/П | П/П | П/П | П/П | П/П | П/П | П/П | П/П | П/П | П/П | П/П | П/П | П/П | П/П | П/П | П/П | П/П | |
|--|--|--------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | П/П |
| Назначение, проверка готовности | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Выбор конструкции и уровня | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Схема устройства ПУ | 9,85 | X | X | X | 3,3 | 3,3 | 2,35 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2 | Вывод уровня 100 мм | 140,11 | X | X | X | 35 | 35 | 34 | 33,31 | 33 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Устройство и проверка качества выполнения работ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 91,01 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 9,701 | X | X | X | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| 3 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 36,57 | X | X | X | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 1,931 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Генеральный план | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 11,533 | X | X | X | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| 2 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 3,853 | X | X | X | 0,39 | 0,14 | 0,16 | 0,42 | 1 | X | X | X | 1 | X | X | 1 | X | X | 1 | X |
| 3 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 46,612 | X | X | X | 3,9 | 1,5 | 0,5 | 3,2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Объемные измерения, измерение и планирование | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ИА Структурные измерения, измерение работ и планирование | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 11,533 | X | X | X | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| 2 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 3,853 | X | X | X | 0,39 | 0,14 | 0,16 | 0,42 | 1 | X | X | X | 1 | X | X | 1 | X | X | 1 | X |
| 3 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 46,612 | X | X | X | 3,9 | 1,5 | 0,5 | 3,2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ИА Работы по устройству железобетонных монолитных конструкций 100мм | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 11,533 | X | X | X | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| 2 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 3,853 | X | X | X | 0,39 | 0,14 | 0,16 | 0,42 | 1 | X | X | X | 1 | X | X | 1 | X | X | 1 | X |
| 3 | Устройство железобетонных монолитных конструкций 100мм | 46,612 | X | X | X | 3,9 | 1,5 | 0,5 | 3,2 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

Подсчет вырубок

На объекте выделены вырубкой общей площадью 43 595 кв. м.

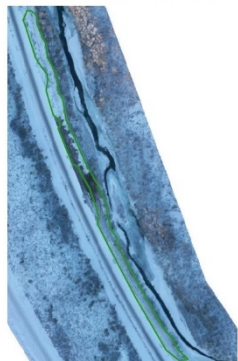


Рисунок 0.1. на8216+70 – на8204+71 (площадь 4142 кв. м.)

Места складирования

8. Складирование строительных материалов на Объекте



Рисунок 8.1. Складирование строительных материалов на ПК 8216 – ПК 8217

Поликетная ведомость наблюдаемых работ

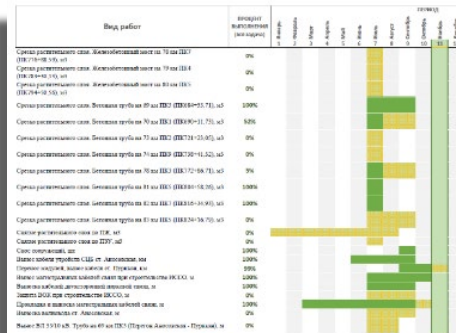
Таблица 6.1. Наблюдаемые по отработочному работам на объекте

| № | ПК | Работы | Фотографии | Примечания |
|---|------|--|------------|------------|
| 1 | 8205 | Работы не ведутся | | |
| 2 | 8206 | Работы не ведутся | | |
| 3 | 8207 | Работы не ведутся | | |
| 4 | 8208 | Работы не ведутся | | |
| 5 | 8209 | Работы не ведутся | | |
| 6 | 8210 | 8210-77 – 8214-74 Выполнена платформа по правой стороне пути, правое пресечение | | |
| 7 | 8211 | 8210-77 – 8214-74 Выполнена платформа по правой стороне пути, правое пресечение | | |
| 8 | 8212 | 8210-77 – 8214-74 Выполнена платформа по правой стороне пути, правое пресечение | | |

Процент выполнения задачи на текущий период



Соответствие графику выполнения строительных работ



Оценка динамики работ на объекте строительства

3. Динамика выполнения работ

Таблица 3.1. Устройство выравнивающего слоя из ШПГС, 1000мм3. Главная пята Дрейфовый грунт.

| Промежуточные работы | Динамика выполнения работ | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------|---------|------|--------|-------|-------|-------|--------|----------|---------|--------|---------|
| | Январь | Февраль | Март | Апрель | Май | Июнь | Июль | Август | Сентябрь | Октябрь | Ноябрь | Декабрь |
| Устройство выравнивающего слоя из ШПГС, 1000мм3, ПЛАН | X | X | X | 0,790 | 0,140 | 0,160 | 0,620 | 1,000 | X | X | X | X |
| Устройство выравнивающего слоя из ШПГС, 1000мм3, ФАКТ | - | - | - | - | - | - | - | 0,746 | X | 0,090 | 1,000 | - |

График 3.1. Устройство выравнивающего слоя из ШПГС, 1000мм3. Главная пята Дрейфовый грунт.

13 Устройство выравнивающего слоя из ШПГС, 1000мм3

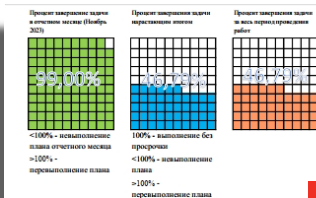
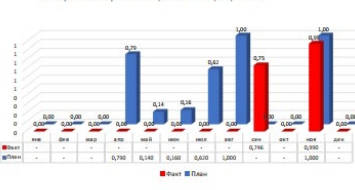
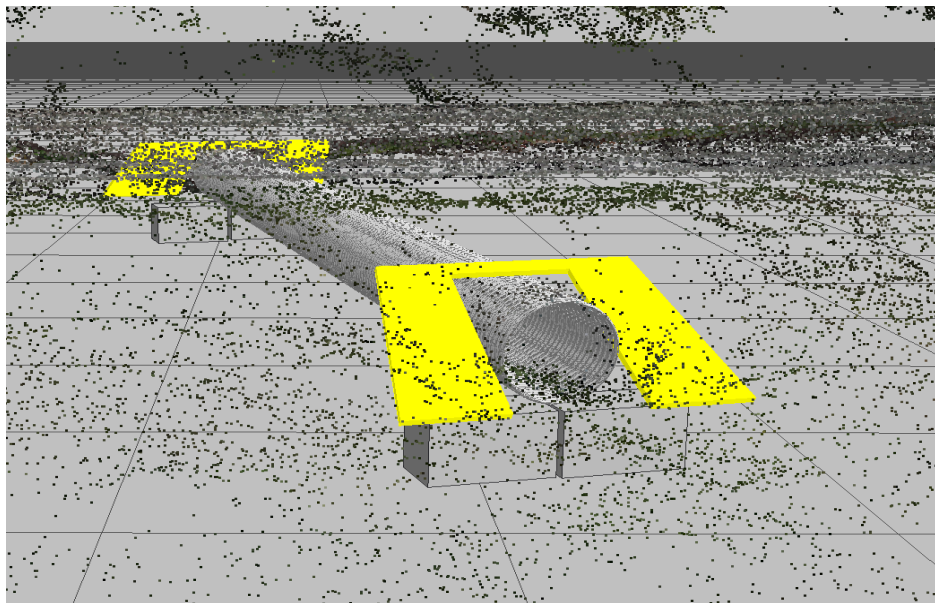


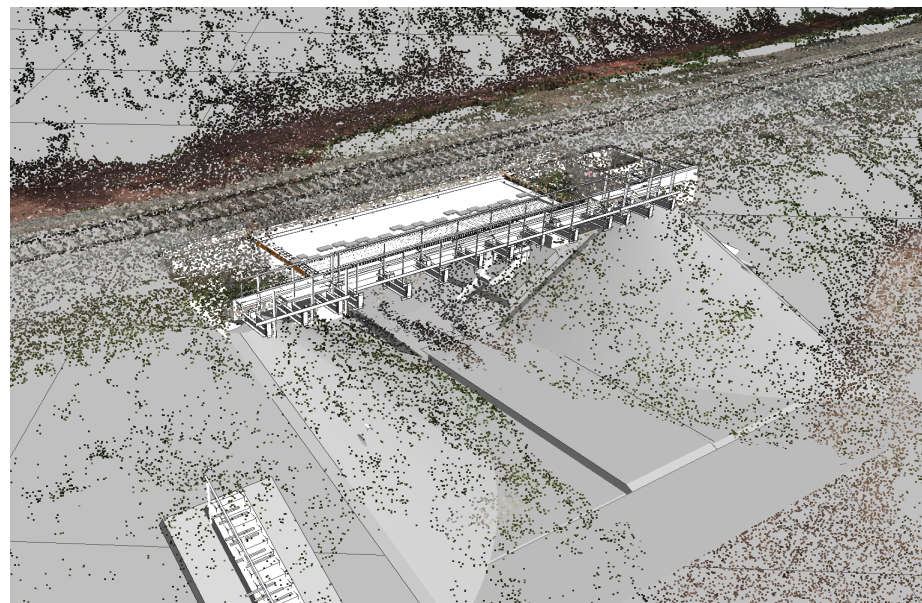
Рисунок 3.1. Устройство выравнивающего слоя из ШПГС, 1000мм3. Главная пята Дрейфовый грунт.

Контроль строительных работ, спроектированных с применением технологии информационного моделирования в строительстве (BIM), на основе данных воздушного лазерного сканирования

Второй главный путь на перегоне Ния - Таковка Восточно-Сибирской железной дороги



Металлическая отводная труба 1,5м под проектный путь на ПК8256+48,67.



Железобетонный мост пролетное строение 11,50м под проектный путь на ПК8262+86,38

Статистика выполнения работ на объектах строительства Восточного полигона

В 2022 году выполнялась апробация технологии осуществлен мониторинг **12 объектов** строительства, протяженностью **87 км**. В общей сложности аэрофотосъемка объектов выполнена **148 раз**. Сформированы цифровые модели и ортофотопланы на территорию более **200 квадратных километров и общей протяженностью более 1 000 км**.

В 2023 году выполняется мониторинг **16 объектов**, протяженностью более **200 км**, в том числе 2 объекта спроектированных с применением технологий информационного моделирования. В общей сложности аэрофотосъемка объектов выполнена **184 раза**. Сформированы цифровые модели и ортофотопланы на территорию более **417 квадратных километров и общей протяженностью порядка 2 300 км**.

Спасибо за внимание!

Перечень объектов для строительного мониторинга с БАС 2022 и 2023 г

| |
|--|
| Двухпутная вставка на перегоне Новый Уоян — Баканы с примыканием к станции Новый Уоян |
| Второй главный путь на перегоне Аносовская — Пурикан |
| Двухпутная вставка на перегоне Анамакит — Новый Уоян с примыканием к станции Новый Уоян |
| Двухпутная вставка на перегоне Лодья — Аку примыканием к разъезду Лодья |
| Станция Магдагачи |
| Строительство двухпутной вставки на перегоне Горелый – Штурм с реконструкцией станции Горелый |
| Разъезд на перегоне Дрогосевск – Скалистый Дальневосточной железной дороги |
| Второй путь на перегоне Блок Пост 9 км. – Кумтэ Дальневосточной железной дороги |
| Второй путь на перегоне Кенай – Удоми Дальневосточной железной дороги |
| Разъезд Апкан на перегоне Мони - Эворон |
| Третий путь на перегоне Слюдянка I - Слюдянка II |
| Строительство ж.д. пути необщего пользования морского угольного порта ООО "Морской порт Суходол" с примыканием к ст. Смоляниново |

| |
|---|
| Второй главный путь на перегоне Сенаторский – Икабьекан Восточно-Сибирской железной дороги |
| Второй главный путь на перегоне Гуджекит – Тья Восточно-Сибирской железной дороги |
| Двухпутная вставка на перегоне б.п. 1068 (Северобайкальск) - б.п. 1084 с примыканием к б.п. 1084 Восточно-Сибирской железной дороги |
| Двухпутная вставка на перегоне Янчуй – Чуро с примыканием к станции Чуро Восточно-Сибирской железной дороги |
| Двухпутная вставка на перегоне Туюн – Стланик с примыканием к разъезду Стланик Дальневосточной железной дороги |
| Двухпутная вставка на перегоне Улак – Верхнезейск с примыканием к станции Улак Дальневосточной железной дороги |
| Двухпутная вставка на перегоне Исакан – Иса с примыканием к разъезду Исакан Дальневосточной железной дороги |
| Двухпутная вставка на перегоне Лумбир –Хорогочи Дальневосточной железной дороги |
| Переустройство разъезда Мостовой в двухпутную вставку на перегоне Дюгабуль – Ункур Дальневосточной железной дороги |
| Двухпутная вставка на перегоне Лопча – Эльгакан с примыканием к разъезду Эльгакан Дальневосточной железной дороги |
| Двухпутная вставка на перегоне Огорон - Молдавский с примыканием к разъезду Молдавский Дальневосточной железной дороги |
| Двухпутная вставка на перегоне Звонкое - Демченко с примыканием к разъезду Звонкое Дальневосточной железной дороги |
| Второй главный путь на перегоне Ния - Таковка Восточно-Сибирской железной дороги |
| Второй главный путь на перегоне Гвоздевский - Мустах Дальневосточной железной дороги |
| Строительство дополнительных приемоотправочных путей на станции Ядрин Дальневосточной железной дороги |
| Станция Хабаровск 2 Дальневосточной железной дороги Нечетный приемоотправочный парк из 4 путей |