



СОЮЗ
МАРКШЕЙДЕРОВ
РОССИИ



Добыча. Обогащение. Metallurgiya

ДОБЫЧА.
ОБОГАЩЕНИЕ.
МЕТАЛЛУРГИЯ

СБОРНИК ТРУДОВ

ВЫСТАВКИ-ФОРУМА

«ДОБЫЧА. ОБОГАЩЕНИЕ. МЕТАЛЛУРГИЯ»

СОДЕРЖАНИЕ

«СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗЕМНОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЁТА ITRS И ЕЁ ОТСЧЁТНОЙ 3
ОСНОВЫ ITRF И НА ИХ ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ PPP В РОССИЙСКОЙ МАРКШЕЙДЕРИИ» ВДОВИН В.С.

«СОЗДАНИЕ ЕДИНОГО ВЫСОКОТОЧНОГО КООРДИНАТНОГО ПРОСТРАНСТВА ТЕРРИТОРИЙ» ОБИДЕНКО В.М. 22

«РЕШЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА АЭРОФОТОСЪЁМКИ НА БАЗЕ ДРОНОПОРТОВ DJI DOCK 2»ЗАВЕРТКИН С.А 40

«КАТАЛОГ ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ «ЛИС» ДЛЯ МАРКШЕЙДЕРИИ И ГЕОДЕЗИИ» ДМИТРИЕВ И.В. 64

«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ ПРИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ 83
ОБЕСПЕЧЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ» КОМАРОВ И.Р.

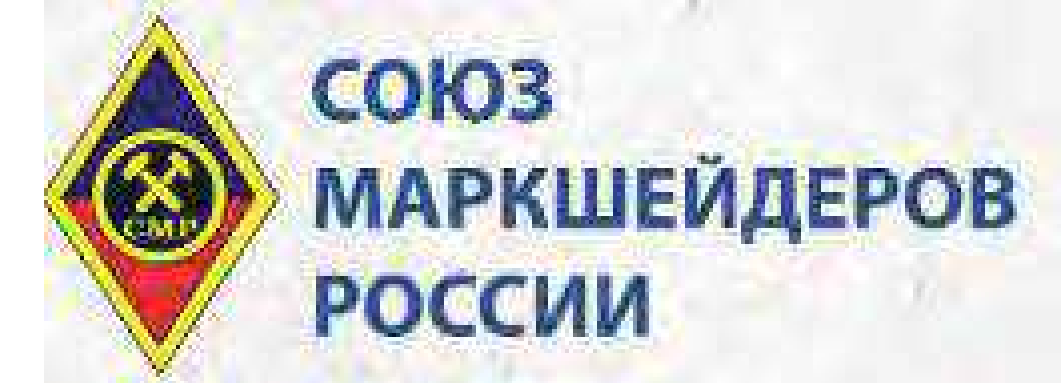
«СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ» ХРИПУНОВ М.Ю. 107

«СОЗДАНИЕ ОПОРНЫХ СЕТЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ» ШОЛОМИЦКИЙ А.А 123

«ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ СЕРВИС PPP И ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ ДЛ МАРКШЕЙДЕРИИ»РЕВНИВЫХ С.Г. 139

«ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ «ЯМАЛ» ПРИ ОГРАНИЗАЦИИ РОССИЙСКОГО СЕРВИСА PPP. 144
АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПАО «ГАЗПРОМ» КОРВЯКОВ П.В.

РОССИЙСКИЙ КОММЕРЧЕСКИЙ АППАРАТНО – ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПОТРЕБИТЕЛЯ PPP. 164
РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ И АВТОР ДУБИНКО Т.Ю.



Состояние и перспективы использования международной земной системы отсчёта ITRS и её отсчётной основы ITRF и на их основе технологии PPP в российской маркшейдерии

Вдовин В.С.

Главный специалист ИТПЗ РАН

Член Центрального совета Союза маркшейдеров России

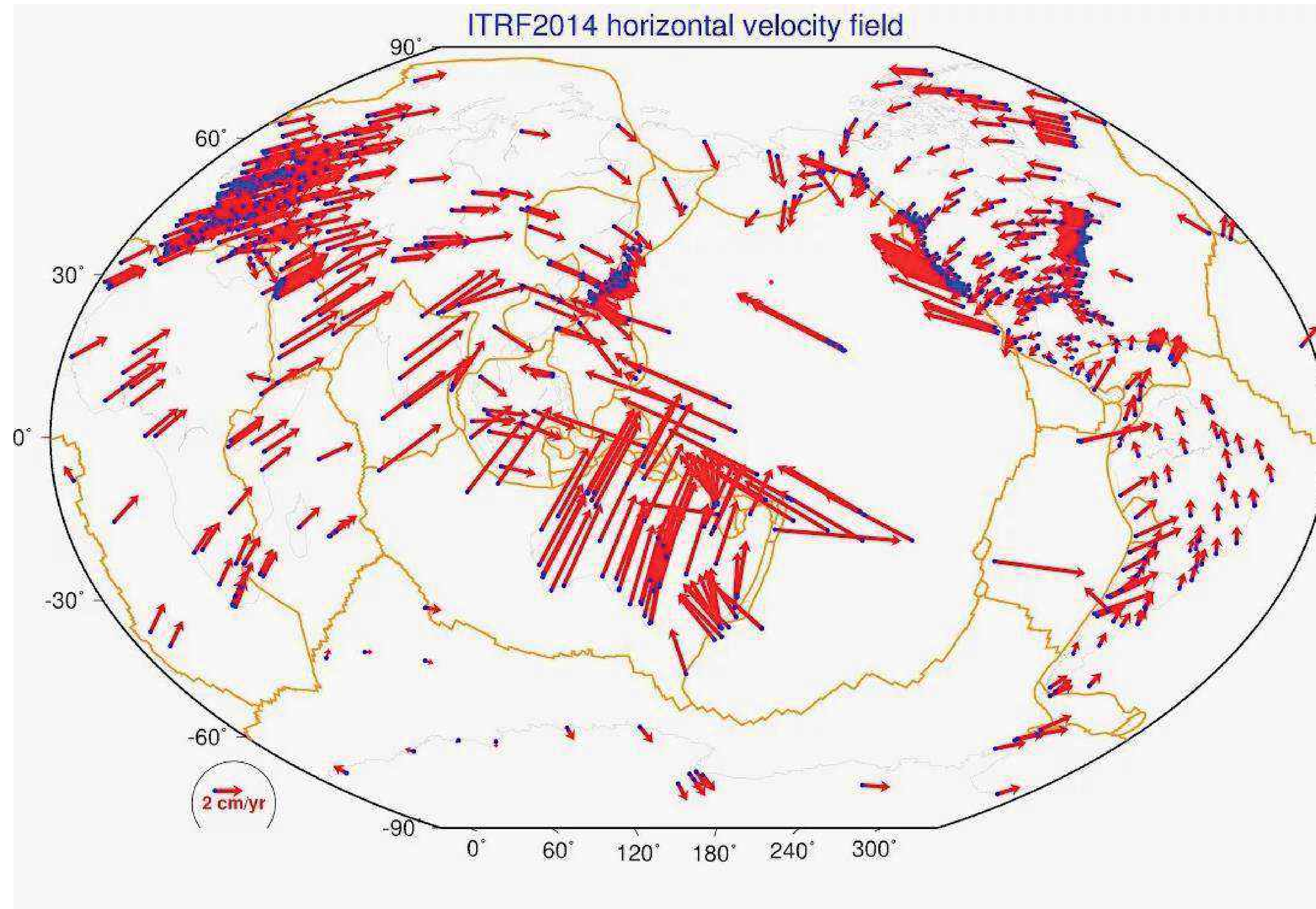
vdo-vladimir@yandex.ru

t.me/VVS19582025

Содержание

1. Общее описание ITRS/ITRF.
2. Современное место ITRS/ITRF в российской геодезии и не только в ней (от ФЗ 431-ФЗ и ниже).
3. Стандарт ISO 19111:2019 - революция в теории мировой геодезии и не только в ней.
4. ГОСТ 70846.16-2024 – первый шаг по внедрению стандарта ISO 19111:2019 в России.
5. Стандарт ISO 19161-1:2020 - практическое руководство для перехода от теории динамической геодезии к практике.
6. Связь ITRS/ITRF с PPP.
7. Место ITRS/ITRF и PPP в российской маркшейдерии.
8. Первые шаги Союза маркшейдеров России по реализации ITRS/ITRF и PPP в российской маркшейдерии.
9. Дискуссия об измеримости геодезических координат.

1. Общее описание ITRS/ITRF



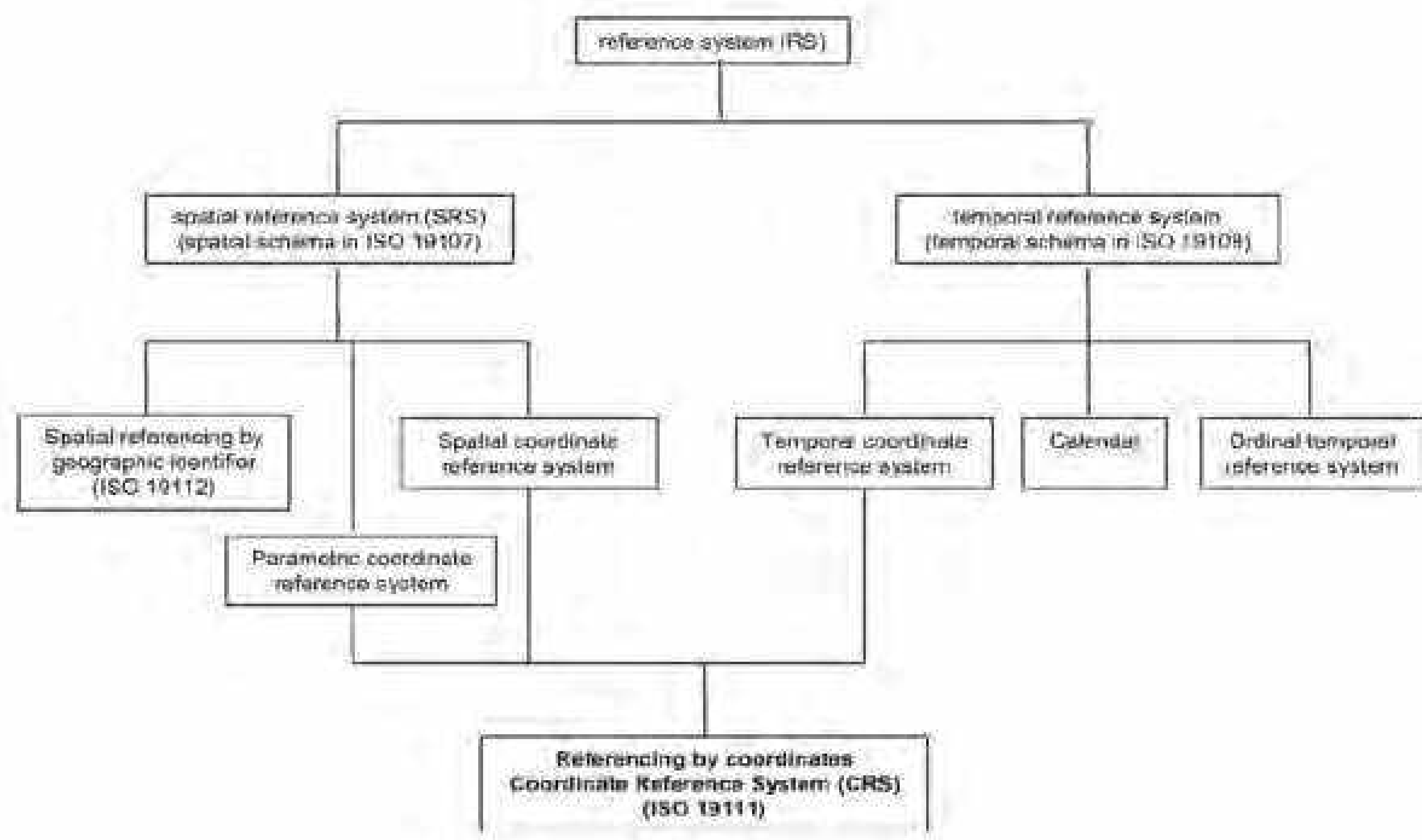
2. Современное место ITRS/ITRF в российской геодезии и не только в ней (от ФЗ 431-ФЗ и ниже)

1. В Федеральном законе от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных» закреплено понятие **международной <геодезической> системы координат**.
2. К международным системам координат отнесены системы координат, использование которых предусмотрено международными договорами Российской Федерации, и системы координат зарубежных спутниковых навигационных систем.
3. Это даёт путь для использования ITRS/ITRF, однако наличие международного договора Российской Федерации по использованию ITRS/ITRF остаётся под вопросом.
4. По линии подзаконных нормативных актов Российской Федерации, и в частности в области государственной стандартизации, использование ITRS/ITRF установлено действующим международным стандартом **ISO 19161-1:2020** «Географическая информация. Геодезические отсчёты. Часть 1: Международная земная система отсчёта (ITRS)» (Geographic information — Geodetic references — Part 1: International terrestrial reference system (ITRS)), зарегистрированном в Федеральном информационном фонде стандартов.

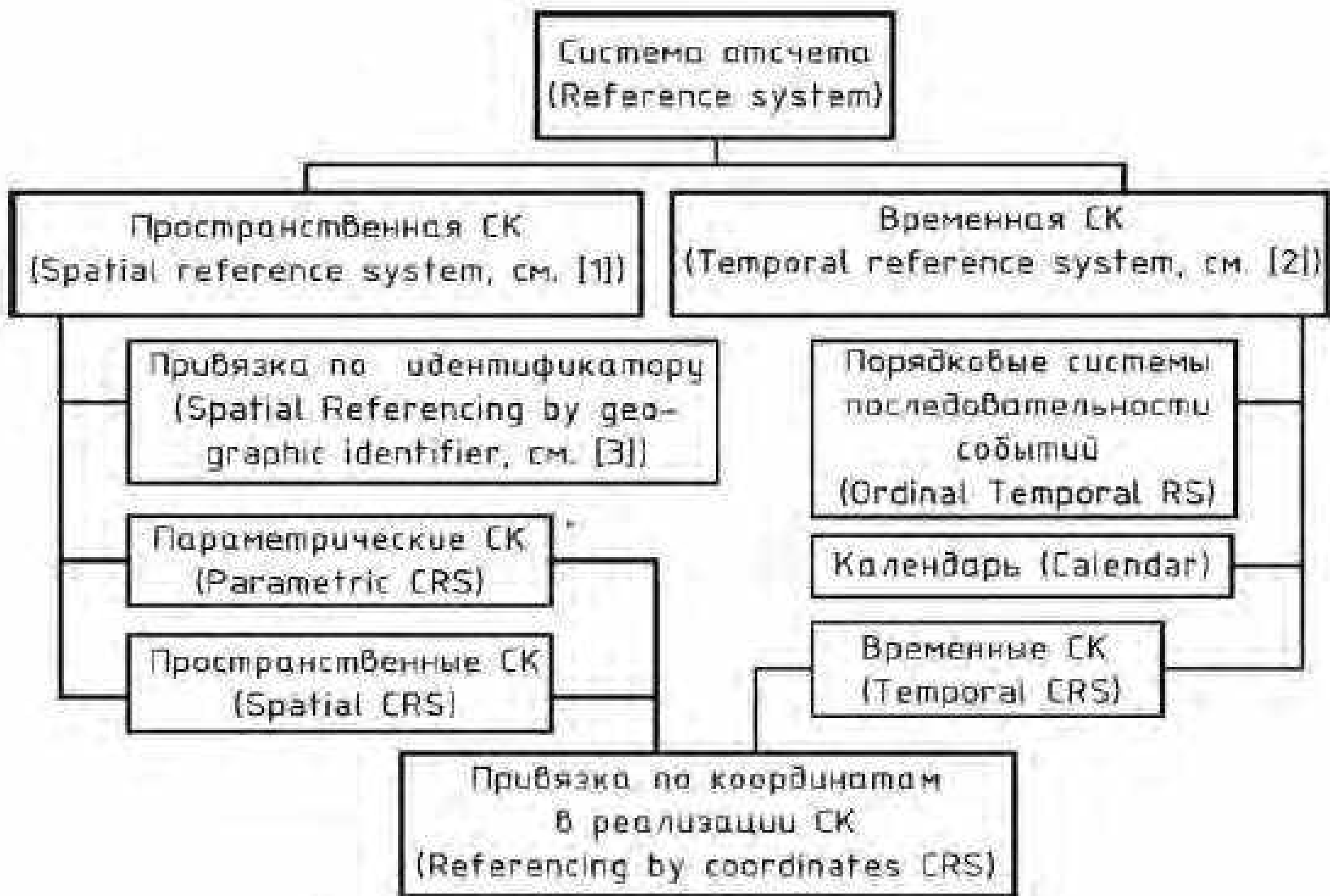
3. Стандарт ISO 19111:2019 – революция в теории мировой геодезии и не только в ней

1. В Российской Федерации действует также международный стандарт **ISO 19111:2019** «Географическая информация. Пространственная привязка по координатам» (Geographic information — Referencing by coordinates), который стал концептуальной революцией в мировой геодезии и связанных с ней научных и практических дисциплинах.
2. Главное нововведение стандарта ISO 19111:2019 — официальное признание и всестороннее описание понятия «**динамическая система координат**».
3. Стандарт определяет единую концептуальную схему для описания систем отсчёта координат (Coordinate Reference Systems, CRS), которая впервые позволила корректно работать с изменяющимися во времени координатами.
4. Стандарт ISO 19111:2019 разграничивает:
 - **Статические CRS**, где координаты опорных точек на поверхности Земли не меняются со временем.
 - **Динамические CRS**, где координаты опорных точек на поверхности Земли изменяются из-за тектоники геодинамических плит или других деформаций. Такие системы включают эволюцию во времени, оставаясь при этом пространственными по своей сути.
5. Стандарт ISO 19111:2019 заложил теоретический фундамент для перехода от статической трёхмерной модели Земли к четырёхмерной (пространство + время), что является критически важным в эпоху высокоточных спутниковых наблюдений.

4. ГОСТ 70846.16-2024 – первый шаг по внедрению стандарта ISO 19111:2019 в России



a) Context of referencing by coordinates



б) Элементы привязки по координатам

Схемы из ISO 19111-2019-01 (a) и ГОСТ Р 70846.16-2024 (б) с элементами привязки по координатам

5. Стандарт ISO 19161-1:2020 - практическое руководство для перехода от теории динамической геодезии к практике

1. Если стандарт ISO 19111:2019 даёт общую концепцию CRS, то стандарт ISO 19161-1:2020 является практическим руководством по внедрению ITRS/ITRF.
2. Этот стандарт детально описывает:
 - **Определение ITRS** в терминах, принятых международным научным сообществом.
 - **Категории реализаций ITRS**: первичная реализация (отсчётная основа ITRF), а также вторичные реализации, а именно, реализации, привязанные к ITRF (например, отсчётные основы конкретных ГНСС) .
 - **Процедуры доступа** к реализациям ITRS и их использования.
3. ISO 19161-1:2020 называют «краеугольным камнем» для специалистов в области геоинформационных систем и геодезии. Его внедрение обеспечивает:
 - **Глобальную согласованность** данных.
 - **Совместимость** различных систем и технологий.
 - **Высокую точность** позиционирования.
 - **Перспективность** — данные соответствуют последним мировым достижениям .
4. В ИТПЗ РАН стандарт ISO 19161-1:2020 в 2025 г. переведён на русский язык и ведётся работа по созданию стандарта организации (СТО) на базе стандарта ISO 19161-1:2020.
5. В 2026 г. ИТПЗ РАН включён в состав ТК 394 «Географическая информация/геоматика» Росстандарта, в котором работа с участием ИТПЗ РАН по дальнейшей стандартизации CRS, и в частности ITRS/ITRF, продолжится и активизируется. В частности, планируется войти во взаимодействие с другими ТК Росстандарта (ТК 363 «Радионавигация» и др.).

6. Связь ITRS/ITRF с PPP

1. PPP (Precise Point Positioning) - метод (и технология) обработки ГНСС-наблюдений (GPS/ГЛОНАСС/Galileo/BDS) с одного приёмника, который позволяет определять координаты потребителя с сантиметровой точностью без использования базовых станций (БС).
2. Метод PPP в России принято называть методом высокоточных абсолютных местоопределений (ВАМО), однако термин PPP является международным и используется чаще.
3. Технология PPP неразрывно связана с ITRS/ITRF.
4. Принцип работы PPP заключается в использовании не стандартного широковещательного альманаха, а **точных эфемерид и поправок часов спутников**, которые поставляются Международной службой ГНСС IGS. Эти и другие исходные продукты, изначально привязаны к актуальной реализации ITRF.
5. Таким образом, результат обработки PPP (координаты потребителя) автоматически получается в актуальной реализации ITRF (например, ITRF2020) на эпоху наблюдений. Это даёт потребителю доступ к глобальной геодезической основе высшего качества непосредственно в поле или камерально, без необходимости создавать собственную развитую сеть референцных станций.

7. Место ITRS/ITRF и PPP в российской маркшейдерии

1. Внедрение ITRS/ITRF и технологии PPP в российскую маркшейдерию находится на начальном, но перспективном этапе. Это обусловлено как развитием нормативной базы, так и техническими потребностями отрасли.

2. Текущее состояние: В настоящий момент маркшейдерские работы в России выполняются преимущественно в местных системах координат (МСК) или в государственной системе координат ГСК-2011. Использование ITRS/ITRF напрямую нормативно не закреплено для рутинных задач, таких как подсчёт запасов или ведение горной графической документации.

3. Перспективы использования: Международные стандарты ISO 19111:2019, ISO 19161-1:2020, ГОСТ Р 70846.16-2024 создают предпосылки для легитимного использования динамических систем отсчёта. Применение связки ITRF + PPP открывает для маркшейдерии следующие возможности:

- Создание высокоточной опорной маркшейдерской сети на горизонте работ:

Маркшейдеры на удалённых и труднодоступных месторождениях (например, в Сибири или на Крайнем Севере) смогут с помощью PPP-наблюдений (статика длительностью от нескольких часов до суток) определить координаты пунктов с сантиметровой точностью непосредственно в ITRF. Это позволит создать локальную опорную сеть, жёстко привязанную к глобальному геодезическому каркасу, минуя затратную процедуру построения сети от удалённых пунктов государственной геодезической сети (ГГС).

- Контроль деформаций и сдвижений горных пород:

Геодинамический мониторинг на крупных месторождениях полезных ископаемых (особенно на нефтегазовых и рудных) требует знания не только координат, но и скоростей их изменения. Использование ITRF, как динамической основы, идеально подходит для этой задачи. Регулярные сессии PPP-наблюдений на одних и тех же реперах позволяют вычислять их скорости и выявлять опасные деформации земной поверхности, вызванные отработкой месторождения, с высокой достоверностью. Это критически важно для безопасной отработки запасов под застроенными территориями и водными объектами.

- Интеграция с навигационными системами горной техники:

Современные системы позиционирования бульдозеров, экскаваторов и буровых станков используют ГНСС-приёмники. Переход на технологию PPP (особенно PPP-RTK) позволит обеспечить сантиметровую точность управления техникой в режиме реального времени без необходимости разворачивать и обслуживать собственную сеть базовых станций на карьере. Это особенно актуально для стадий разведки и добычи, где требуется точное выдерживание проектных контуров.

Трансформирование координат:

Наличие точных координат опорных пунктов в ITRF позволит с высокой достоверностью определять параметры связи (трансформирования) между ITRF и местными системами координат (МСК) или ГСК-2011. Это обеспечит надёжный пересчёт всех маркшейдерских данных (границ горных отводов, подсчётных блоков, отвалов) в единую современную систему.

4. Выводы:

1. Перспективы использования ITRS/ITRF и PPP в российской маркшейдерии напрямую связаны с внедрением современных стандартов ISO 19111:2019, ISO 19161-1:2020, ГОСТ Р 70846.16-2024 и развитием технологий.

2. Несмотря на текущее доминирование статических систем, потребности в точности, оперативности и безопасности горных работ будут стимулировать переход к использованию динамических глобальных систем отсчёта и методов точного позиционирования, таких как PPP.

3. Ключевой задачей остаётся разработка методических рекомендаций по применению этих технологий для решения конкретных маркшейдерских задач.

8. Первые шаги Союза маркшейдеров России по реализации ITRS/ITRF и PPP в российской маркшейдерии

8.1. Полигон геопространственных технологий «Быково»



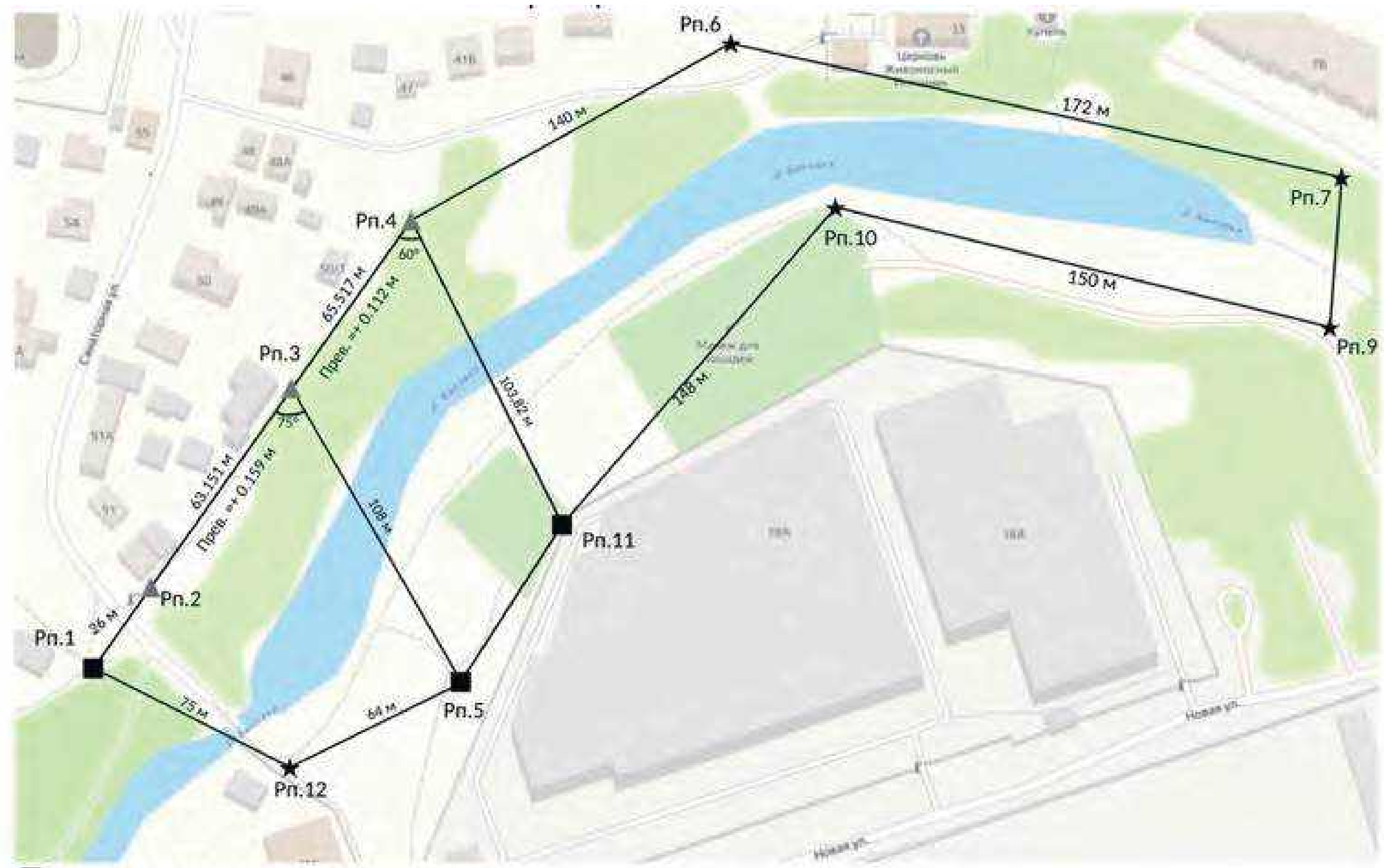
1. *Полигон маркшейдерский пространственный высокоточный «ПМПВ-Быково».*
2. Полигон гидрографических технологий «Быково».
3. Полигон беспилотной авиации «Быково».
4. Полигон для геопозиционирования дорожной техники «Быково».
5. Полигон сканирующих систем «Быково».

8.2. Полигон маршейдерский пространственный высокоточный «ПМПВ-Быково»

УТВЕРЖДАЮ
Вице-президент
Союза маршейдеров России
В.В. Гришков
«25» сентября 2025 г.

ПАСПОРТ
ПОЛИГОН МАРШЕЙДЕРСКИЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ВЫСОКОТОЧНЫЙ
«ПМПВ-БЫКОВО»
СМР.1-2025 П
Часть 1
Инфраструктура для проверок точностных характеристик
навигационной аппаратуры потребителя
СМР.1-2025 П-1

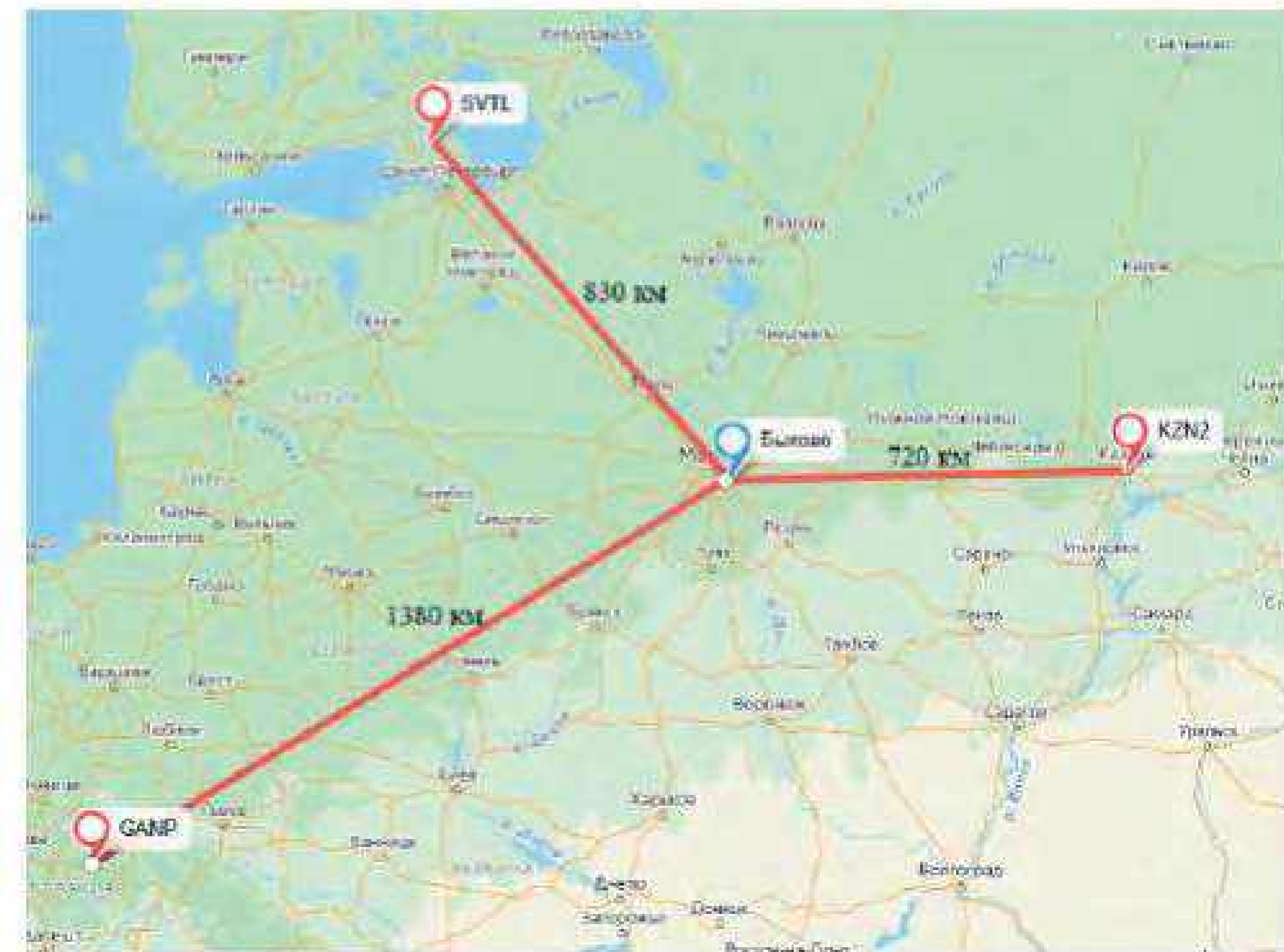
Член Центрального совета
Союза маршейдеров России
В.С. Вдовин
«13» сентября 2025 г.



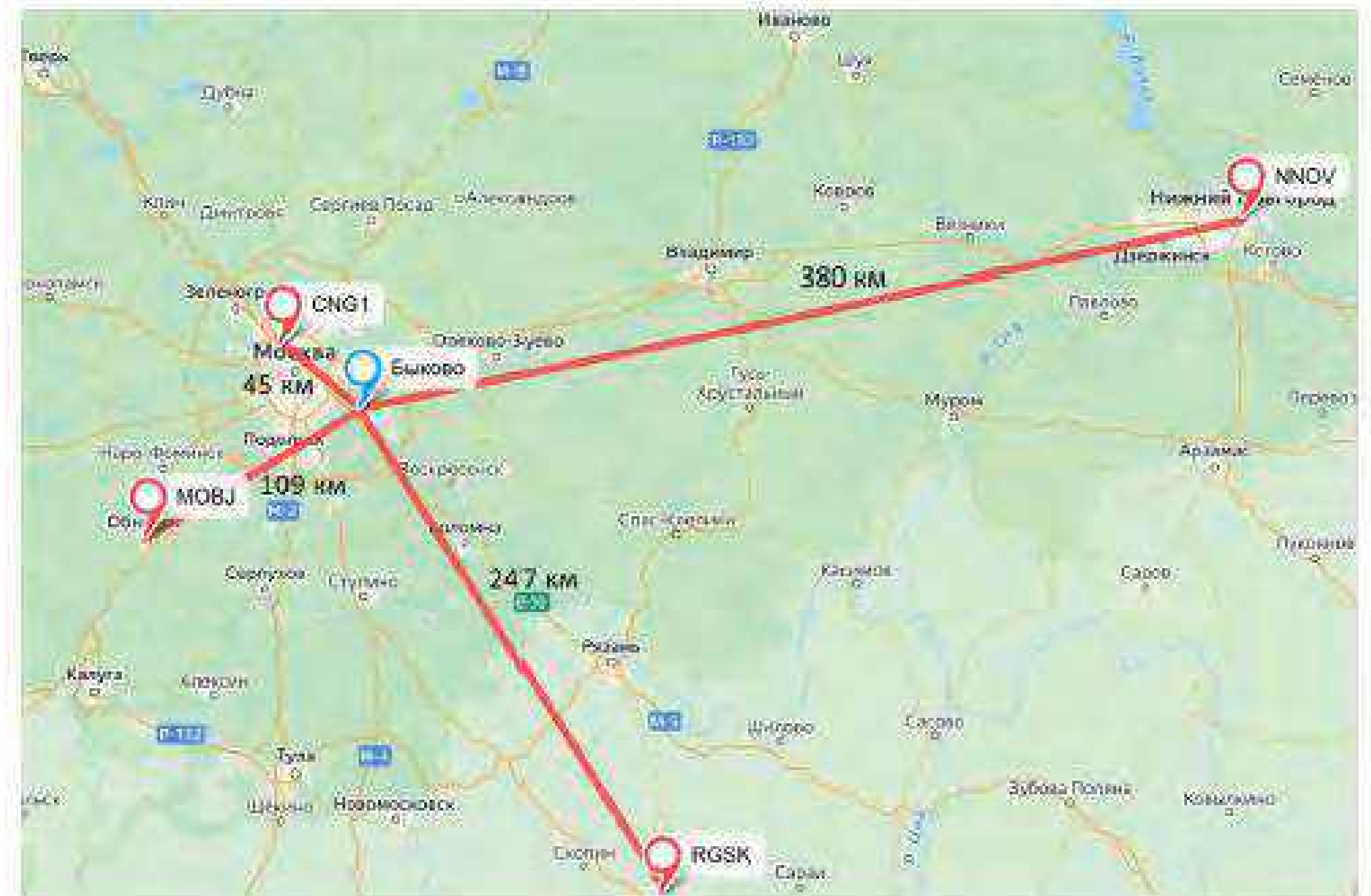
- - репер тип 150 с высотой 1,5 м над землей
- ▲ - репер с принудительным центрированием
- ★ - репер тип 150

8.2. Полигон маркшейдерский пространственный высокоточный «ПМПВ-Быково»

ПУНКТЫ IGS



ПУНКТЫ ФАГС



8.2. Полигон маркшейдерский пространственный высокоточный «ПМПВ-Быково»

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПМПВ-БЫКОВО

Таблица 1 - Координаты ОП в ITRF-2020 на эпоху 01.09.2025(2025.668)

№	Геоцентрические координаты ¹ (X,Y,Z), м			Геодезические координаты ² (B,L,H) (B,L), град; H ³ , м			Прямоугольные координаты на плоскости ⁴ (x,y), м		СКЗ ⁵ , м
	X	Y	Z	B	L	H	x (northing)	y (easting)	
Рп.1	2843146.6467	2226140.4221	5240040.0182	55°36'30.07267"	38°03'37.44648"	127.1016	6162892.3048	37440809.0471	0.0018
Рп.2	2843190.4062	2226047.7476	5240057.4041	55°36'30.99528"	38°03'31.73739"	128.6394	6162922.1780	37440709.5342	0.0010
Рп.3	2843134.4044	2226050.6271	5240086.4298	55°36'32.65457"	38°03'33.83897"	128.6878	6162972.9723	37440747.0030	0.0011
Рп.4 ⁶	2843076.3950	2226053.7108	5240116.7028	55°36'34.37545"	38°03'36.02048"	128.9444	6163025.6519	37440785.8953	0.0003
Рп.5	2843211.6638	2226046.6157	5240046.3366	55°36'30.36516"	38°03'30.93792"	128.5666	6162902.8891	37440695.2807	0.0020
Рп.6	2842972.7141	2226103.6404	5240151.8395	55°36'36.37403"	38°03'41.91744"	129.2168	6163086.0371	37440889.9142	0.0018
Рп.7	2842871.7828	2226294.1881	5240125.1429	55°36'34.87219"	38°03'54.04203"	128.6569	6163036.7492	37441101.4396	0.0023
Рп.9	2842914.0329	2226285.4073	5240101.8243	55°36'33.70320"	38°03'52.15910"	125.1449	6163001.0567	37441068.0057	0.0018
Рп.10	2843014.3734	2226138.8612	5240110.6733	55°36'34.16762"	38°03'42.03441"	126.0371	6163017.8039	37440891.0390	0.0023
Рп.11	2843112.4287	2226138.8692	5240059.2863	55°36'31.16899"	38°03'38.58163"	127.2429	6162925.9259	37440829.3688	0.0017
Рп.12	2843205.4707	2226111.1704	5240018.9672	55°36'28.93355"	38°03'34.05942"	125.7060	6162857.8943	37440749.3021	0.0019

Таблица 2 – Разности координат (векторы) ОП и базисы Рп.4-(Рп.1... Рп.12) в ITRF-2020 на эпоху 01.09.2025(2025.668)

Линия	В геоцентрических координатах (X,Y,Z), м				В геодезических координатах (B,L,H) (B,L)" ; H, м			В прямоугольных координатах на плоскости (x,y), м	
	ΔX	ΔY	ΔZ	D^7	$\Delta B''$	$\Delta L''$	ΔH	$\Delta x (\Delta northing)$	$\Delta y (\Delta easting)$
Рп.4-Рп.1	-70.2517	-86.7113	76.6846	135.4056	4.30278	-1.42600	1.8428	133.3471	-23.1518
Рп.4-Рп.2	-114.0112	5.9632	59.2987	128.6485	3.38017	4.28309	0.3050	103.4739	76.3611
Рп.4-Рп.3	-58.0094	3.0837	30.2730	65.50614	1.72088	2.18151	0.2566	52.6796	38.8923
Рп.4-Рп.4	0	0	0	0	0.00000	0.00000	0	0	0
Рп.4-Рп.5	-135.2688	7.0951	70.3662	152.6414	4.01029	5.08256	0.3778	122.7628	90.6146
Рп.4-Рп.6	103.6809	-49.9296	-35.1367	120.3216	-1.99858	-5.89696	-0.2724	-60.3852	-104.0189
Рп.4-Рп.7	204.6122	-240.4773	-8.4401	315.8587	-0.49674	-18.02155	0.2875	-11.0973	-315.5443
Рп.4-Рп.9	162.3621	-231.6965	14.8785	283.3127	0.67225	-16.13862	3.7995	24.5952	-282.1104
Рп.4-Рп.10	62.0216	-85.1504	6.0295	105.5160	0.20783	-6.01393	2.9073	7.8480	-105.1437
Рп.4-Рп.11	-36.0337	-85.1584	57.4165	108.8441	3.20646	-2.56115	1.7015	99.7260	-43.4735
Рп.4-Рп.12	-129.0757	-57.4596	97.7356	171.7975	5.44190	1.96106	3.2384	167.7576	36.5932

9. Дискуссия об измеримости геодезических координат

9.1. Исходные предпосылки

9.2. Физическая сущность геоцентрических координат в системе Земля.

9.3. Роль фундаментальной геодинамики в создании динамических земных систем отсчёта и их отсчётных основ и их использовании в метрологическом обеспечении деятельности в области координатно-временных и навигационных определений.

9.3.1. Фундаментальная геодинамика и системы координат.

9.3.2. Понятийная связь геодинамики с метрологией.

9.4. Краткое описание космических миссий GRACE, GRACE-FO, GENESIS и их роли в геодинاميке и метрологии системы Земля.

9.1. Исходные предпосылки

К дискутируемым вопросам относятся в т.ч. два главных вопроса:

- Геоцентрические координаты (X,Y,Z) , определяемые в НАП, – это измеряемая физическая величина (далее - ФВ) или нет?
- НАП – это средство измерения (СИ) или нет?

Напрашиваются ответы:

- (X,Y,Z) – это математический параметр (вектор), а не ФВ, только потому, что все известные международной системе единиц SI ([фр.](#) *Système international d'unités*) ФВ выражаются одним числом, являющимся единицей ФВ, а (X,Y,Z) – это трёхмерный вектор в декартовом пространстве, характеризующий положение точки в этом пространстве относительно начала $\emptyset$ выбранной системы координат;
- НАП - это не СИ, т.к., во-первых, НАП не измеряет, а определяет (вычисляет) по первичным измерениям времени и/или частоты координаты (X,Y,Z) (см. [1,2]), а во-вторых, НАП определяет не ФВ, а математические векторы (X,Y,Z) .

Однако, учитывая, что современная российская метрология на оба вопроса ответила противоположно нашим ответам, и широкая практика присвоения НАП, и даже локальным геодезическим спутниковым сетям, типа СИ и их поверок существует, СМР открыты дискуссия по поставленным вопросам.

9.2. Физическая сущность геоцентрических координат в системе Земля

Планету Земля в фундаментальных науках о Земле всё чаще называют «система Земля», т.к. Земля действительно является сложной физической системой, развитие которой происходит по многим, но строгим, законам.

Геоцентрические координаты (X,Y,Z) точки (объекта) в системе Земля - суть земные координаты, к которым относятся также геодезические координаты (B,L,H) и плоские прямоугольные координаты (x,y) .

В ГНСС-навигации непосредственно определяемыми являются координаты (X,Y,Z) . Эквивалентные координатам (X,Y,Z) координаты (B,L,H) и (x,y) затем вычисляются по (X,Y,Z) методом преобразования координат (об этом будет сказано ниже).

Координаты (X,Y,Z) являются трёхмерным вектором в декартовом пространстве, но в настоящее время не только теория, но и практика использует расширенное понятие (X,Y,Z) , а именно, когда положение точки фиксируется не в евклидовом пространстве, а в физическом континууме «Пространство-Время» (далее - КПВ), поэтому даже неподвижные точки местности на Земле характеризуются четвёртой координатой – моментом времени T определения координат (X,Y,Z) , и координаты в КПВ записываются в виде (X,Y,Z,T) .

Введению понятия КПВ и началу его продолжающегося научного анализа уже более 100 лет (теория относительности Эйнштейна), но его практической реализацией, имеющей прямое отношение к российской навигации, геодезии и метрологии, стало принятие следующих нормативно-технических документов:

1. ГОСТ Р 8.699-2010, в котором в качестве опорного (исходного) эталона, воспроизводящего шкалу ITRS, определена «совокупность пространственных реперов (мер) местоположения на Земле – опорных станций, представленных в ITRF <в ГОСТ опечатка - ICRF> с приписанными декартовыми координатами». ГОСТ Р 8.699-2010 принципиально важен как системообразующий документ, но не решает проблему метрологического обеспечения координатных определений, в том числе с использованием НАП, ни на фундаментальном, ни на прикладном уровнях, по причинам, указанным выше и ниже.
2. Международного стандарта ISO 19111:2019 и ГОСТ Р 70846.16-2024.

ГОСТ Р 8.699-2010 и ГОСТ Р 70846.16-2024 только частично решают проблему как использования «эталонных» земных и небесных систем координат, земных и небесных систем отсчёта координат, земных и небесных отсчётных основ, так и метрологического обеспечения координатных определений в РФ. Однако их нормы имеют ключевое значение для решения проблемы как метрологического обеспечения деятельности в области координатно-временных и навигационных определений в целом, так и в роли фундаментальной геодинамики в создании динамических и статических земных систем отсчёта и их отсчётных основ (датумов) и их использовании в метрологическом обеспечении деятельности в области координатно-временных и навигационных определений.

Ключевыми нормами стандарта ISO 19111:2019 и ГОСТ Р 70846.16-2024 являются введённые в них понятия пространственных систем отсчёта координат, англ., spatial coordinate reference systems (SCRS) двух видов, а именно, в которых значения координат точек на поверхности Земли или вблизи неё меняются со временем из-за движения тектонических плит или других деформаций (движений) земной коры (ДЗК), и в которых значения координат точек не меняются со временем. SCRS первого вида дано название «динамические системы отсчёта координат», англ. dynamic coordinate reference system (DCRS), а SCRS второго вида – «статические системы отсчёта координат» англ. static coordinate reference system (SCRS).

Таким образом, геодинамика не только на теоретическом уровне, но и на практике, через ГОСТы и стандарты ИСО, становится ключевым звеном в создании, поддержании и развитии динамических и статических земных систем отсчёта и их отсчётных основ и их использовании в метрологическом обеспечении деятельности в области координатно-временных и навигационных определений, в т.ч. при оценке точности НАП.

9.3. Роль фундаментальной геодинамики в создании динамических земных систем отсчёта и их отсчётных основ и их использовании в метрологическом обеспечении деятельности в области координатно-временных и навигационных определений

А) ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ГЕОДИНАМИКА И СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Исследования движений земной коры, являющихся ключевым элементом DCRS, являются одной из важнейших исследовательских задач фундаментальных наук о Земле. Таким образом современная геодезия и метрология в области земных координат напрямую связаны с фундаментальными исследованиями в области геодинамики. Геодезия в силу указанных причин стала динамической.

Б) ПОНЯТИЙНАЯ СВЯЗЬ ГЕОДИНАМИКИ С МЕТРОЛОГИЕЙ

Метрология - это наука об измерениях. В контексте современных координатных определений её задача - обеспечить единство не измерений, а определений (вычислений) изменяющихся во времени земных координат, то есть обеспечить, чтобы земные координаты, определённые (вычисленные) в разных точках Земли, в разное время и разными методами, были сопоставимы и имели нормированную точность.

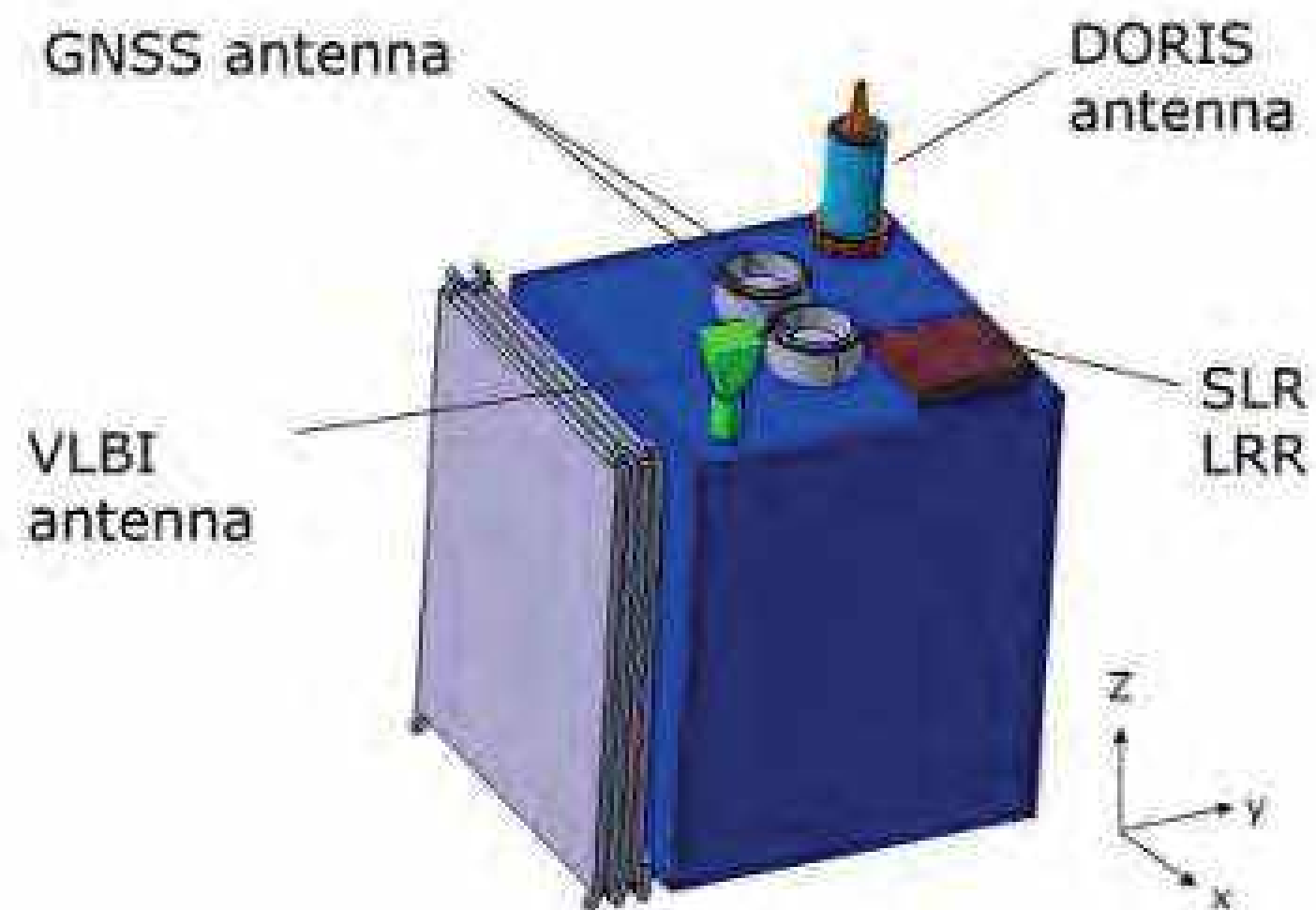
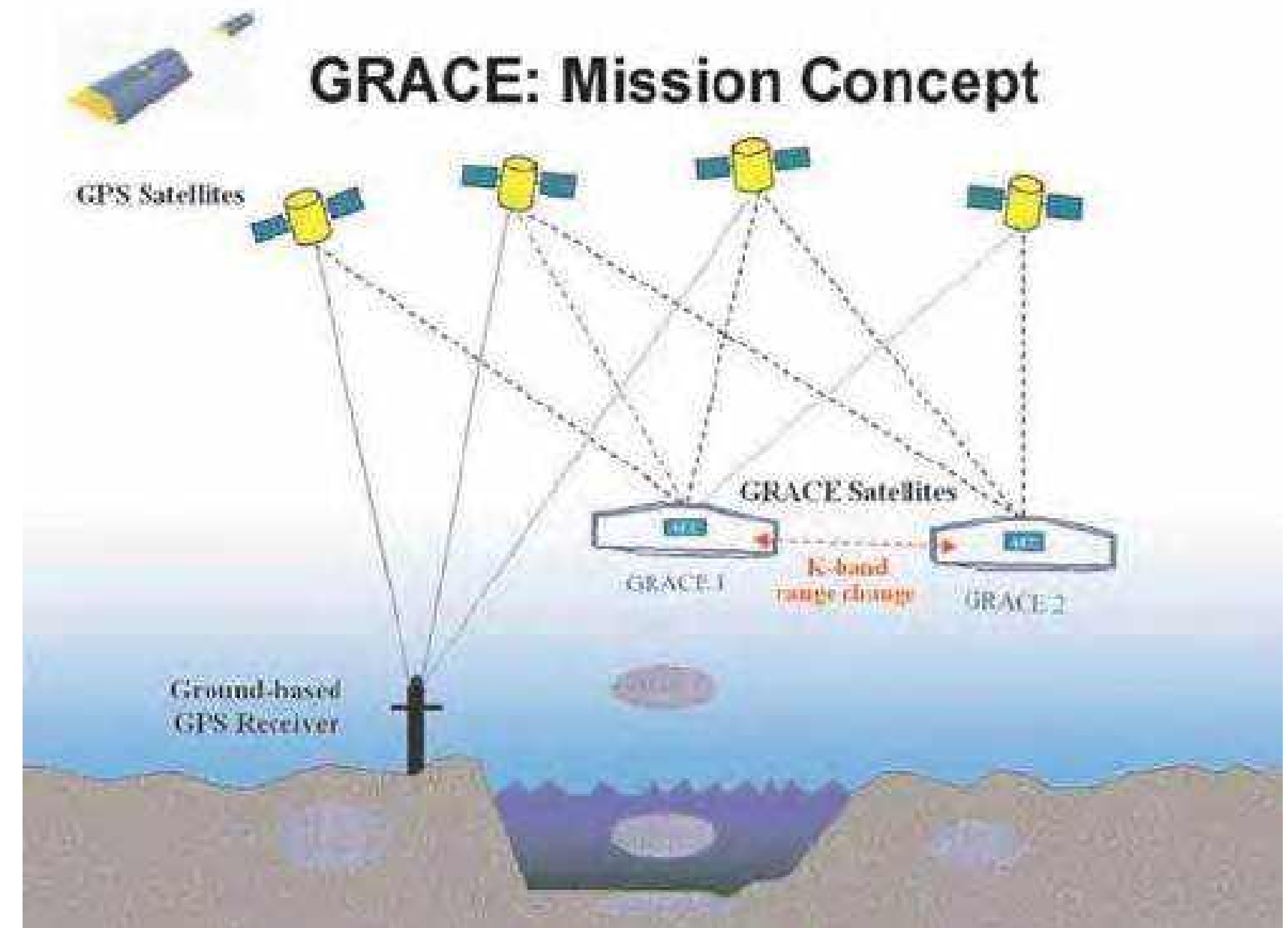
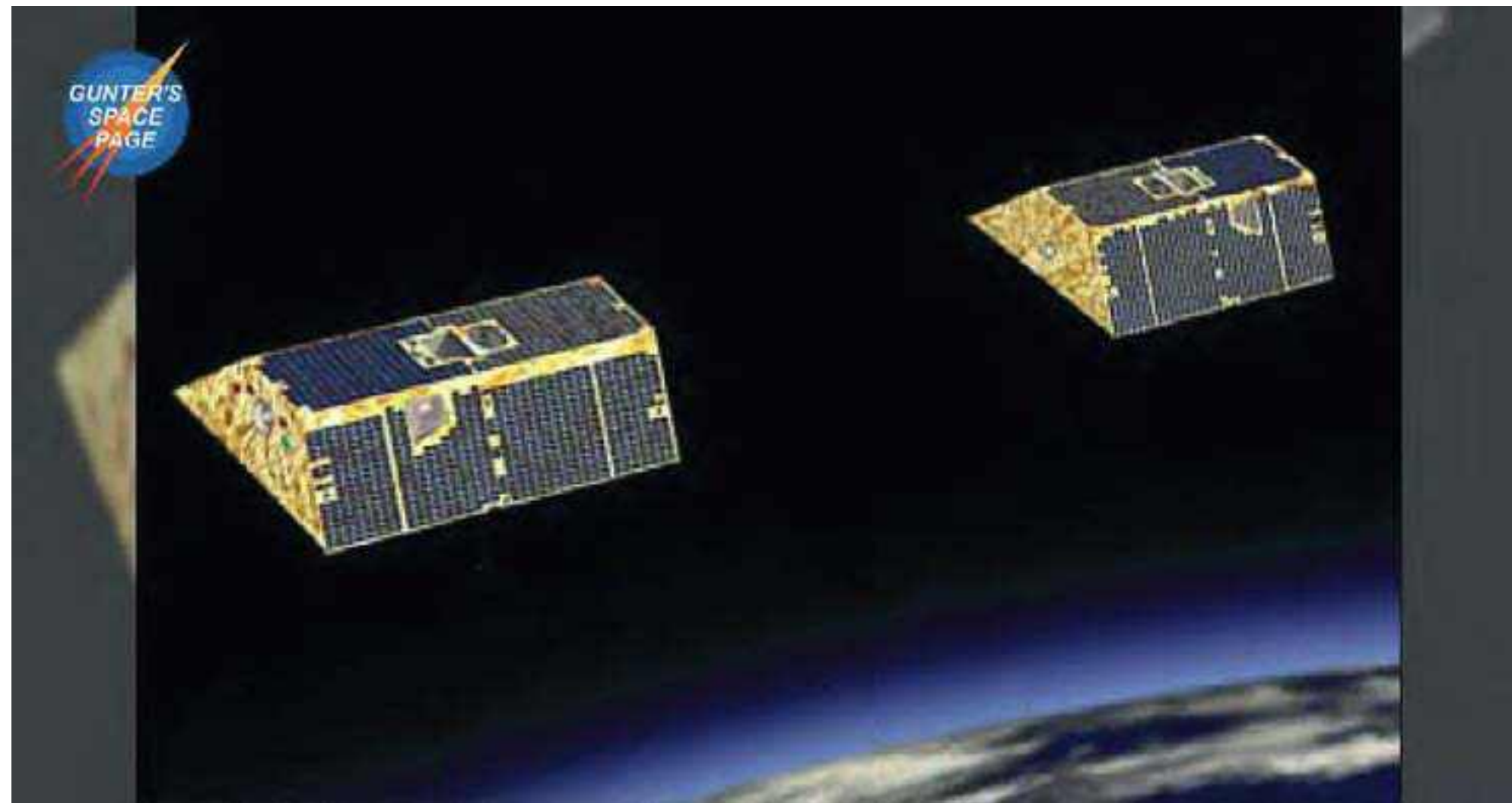
Здесь связь геодинамики и метрологии может быть только понятийной, но эта связь прямая, заключается в следующем и имеет следующие ограничения:

- Фактически ITRF является современным международным эталоном земных координат (что и отмечено в ГОСТ ГОСТ Р 8.699-2010). Однако применять к такому эталону стандартные правила оформления его как классического метрологического эталона с разработкой поверочных схем и введением межповерочных интервалов не только юридически неправомерно, но и ненаучно, что было показано выше.

- Данные фундаментальных геодинимических исследований (включая данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса) используются для регулярной верификации и уточнения самой ITRF и моделей, которые в неё заложены.

В) ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ГЕОДИНАМИКИ И ГЕОДЕЗИИ НА ПОНЯТИЙНОМ УРОВНЕ НАПРЯМУЮ СВЯЗАНЫ С СОВРЕМЕННОЙ МЕТРОЛОГИЕЙ В ОБЛАСТИ ЗЕМНЫХ КООРДИНАТ. Подтверждением этому являются такие международные проекты как космические миссии GRACE, GRACE-FO, GENESIS и некоторые другие. Эти проекты - наглядное подтверждение симбиоза фундаментальной науки и прикладной метрологии.

9.4. Краткое описание космических миссий GRACE, GRACE-FO, GENESIS и их роли в геодинاميке и метрологии системы Земля.



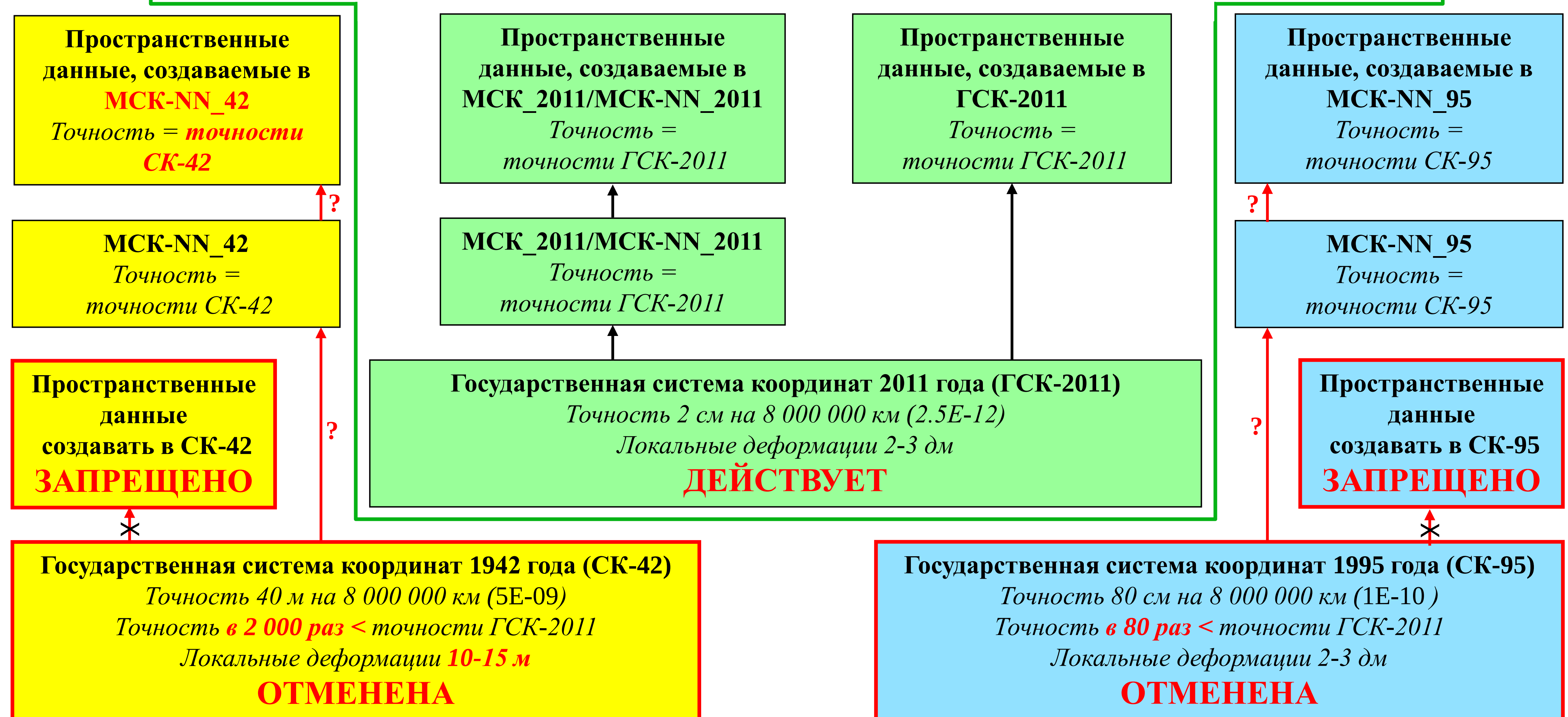
СПАСИБО!

vdo-vladimir@yandex.ru
t.me/VVS19582025

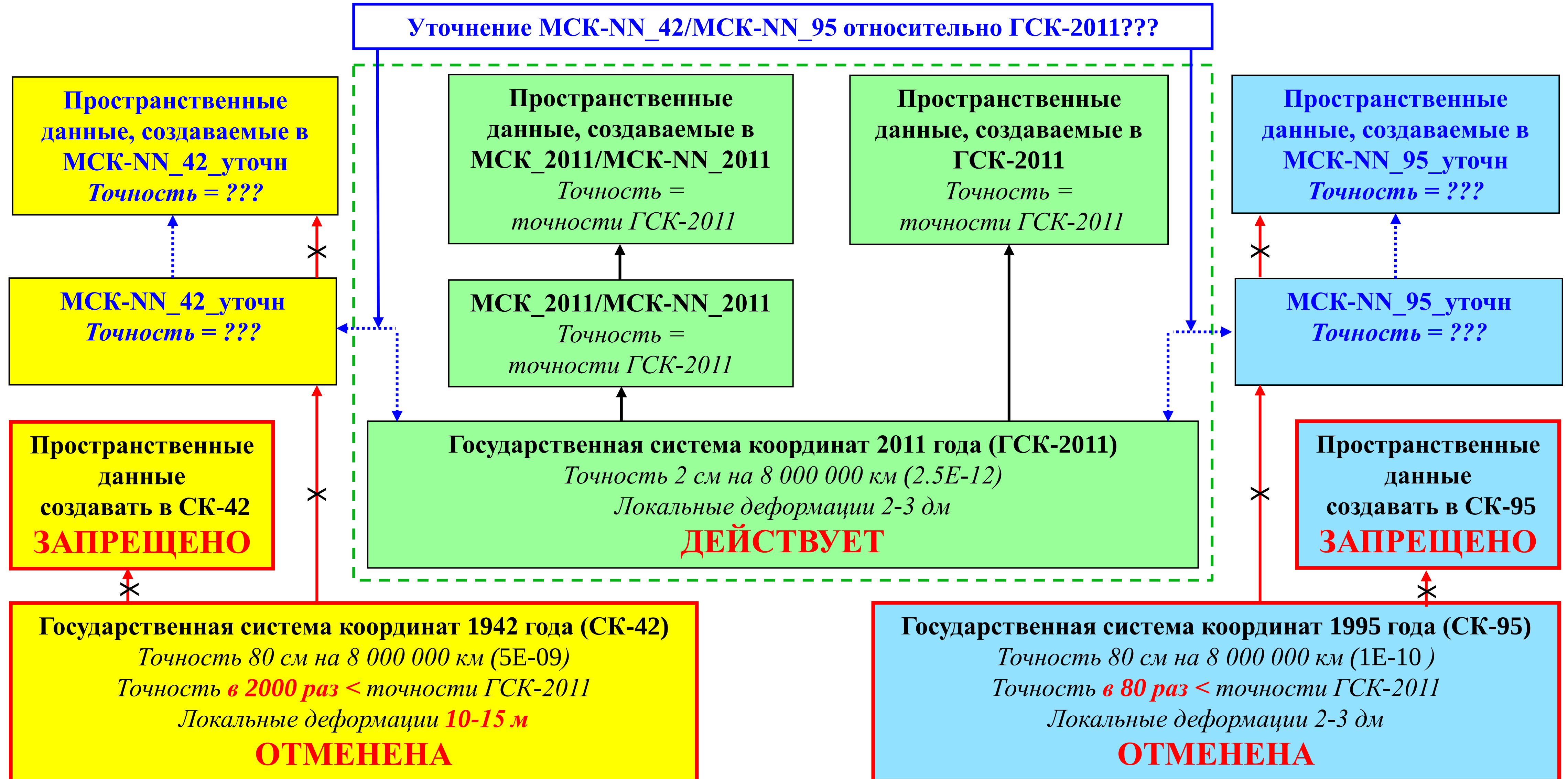


Создание единого высокоточного координатного пространства территорий

Правильное решение – создание ПД только в ГСК-2011 и МСК_2011/МСК-NN_2011



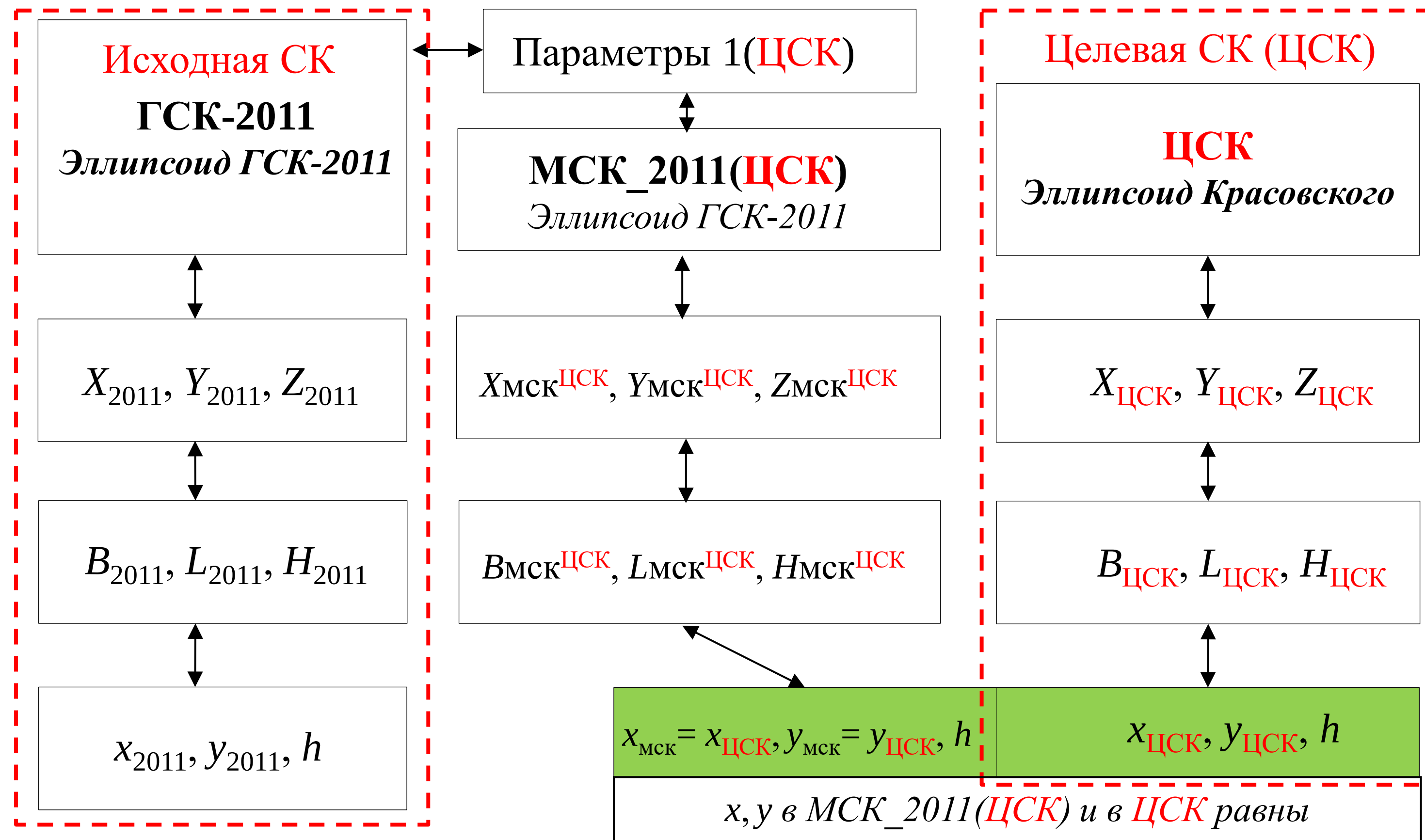
ППК «Роскадастр» актуализировал МСК-NN_42/МСК-NN_95 путем их уточнения относительно ГСК-2011



Результаты актуализации ППК «Роскадастр» МСК-NN_42/МСК-NN_95 путем уточнения координат пунктов ГГС в МСК-NN_42/МСК-NN_95 относительно ГСК-2011:

- Уточнение координат пунктов ГГС в МСК-NN_42/МСК-NN_95 относительно ГСК-2011 выполнено интерполяционными методами, что **не позволило повысить точность** координат пунктов ГГС в МСК-NN_42/МСК-NN_95 **до точности** их координат в **ГСК-2011**
- **Параметры перехода** между МСК-NN_42/МСК-NN_95 и ГСК-2011 **не определены**, вследствие чего:
 - ✓ не исполняется требование ФЗ-218 «О государственной регистрации недвижимости»
 - ✓ не удовлетворяются потребности практики в необходимости использования параметров перехода между ГСК-2011 и уточненными относительно нее МСК-NN_42/МСК-NN_95 субъектов Российской Федерации

Новый гибридный (таргетированный) вид МСК: инновационный инструмент актуализации МСК к ГСК-2011

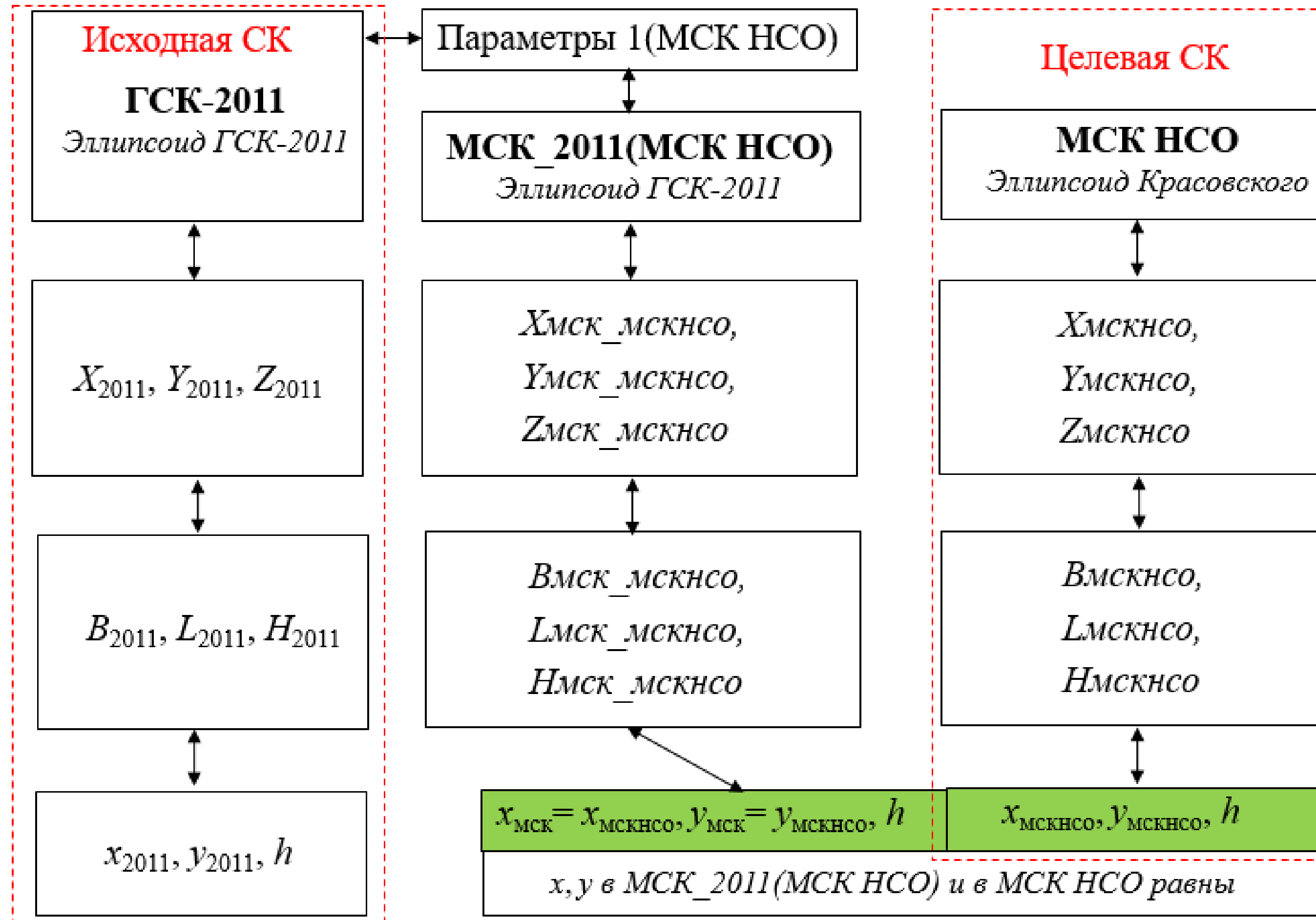


Методологическая разработка СГУГиТ -

новый гибридный (таргетированный) вид МСК, создаваемой от ГСК-2011, МСК_2011(ЦСК), позволяет оптимально **решать двуединую задачу**:

- МСК-2011(ЦСК) создается от ГСК-2011 **с сохранением в МСК точности**, соответствующей **точности ГСК-2011** (за счет пространственного ортогонального преобразования из ГСК-2011 в МСК)
- МСК таргетирована на **обеспечение минимизации изменений координат** в МСК-2011(ЦСК) по сравнению с действующими МСК: **Плоские прямоугольные координаты в этой МСК совпадают с плоскими прямоугольными координатами в целевой системе координат ЦСК**
- МСК создается в строгом соответствии с требованиями Приказа Росреестра от 20.10.2020 г. № п/0387 **как пространственная МСК, на базе ГСК-2011**, в ней используется **эллипсоид ГСК-2011**

Оценка применимости «гибридной» МСК_2011(МСК НСО) в Новосибирской области вместо МСК НСО



Применение «гибридной» МСК_2011(ЦСК), созданной на базе ГСК-2011, вместо МСК НСО, образованной на базе СК-95

В качестве целевой системы координат (ЦСК) в ней выбрана МСК НСО, таким образом гибридная МСК обозначается так:

МСК_2011(МСК НСО)

Оценка применимости «гибридной» МСК_2011(МСК НСО) в Новосибирской области вместо МСК НСО

Статистические данные по погрешностям преобразования координат 60 опорных пунктов ГГС между ГСК-2011 и МСК_2011(МСК НСО) по Параметрам 1(МСК НСО)

Диапазон погрешностей (в плане), см	Количество погрешностей, шт.	Доля погрешностей, %
0,0–5,0	35	58,3
5,0–10,0	16	26,7
10,0–16,0	9	15,0

**СКП преобразования из
ГСК-2011 в МСК_2011(МСК НСО) = ± 7 см**

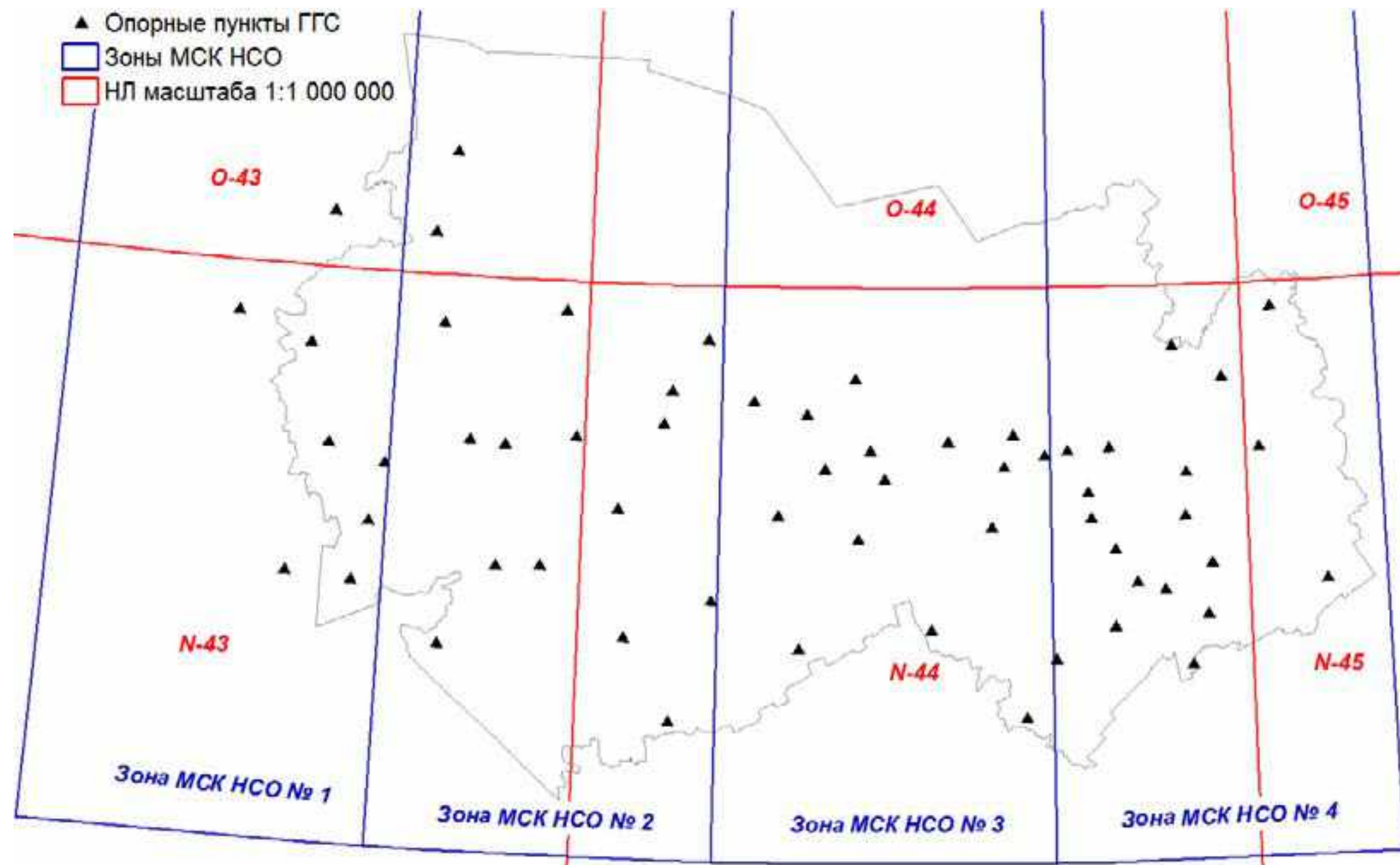
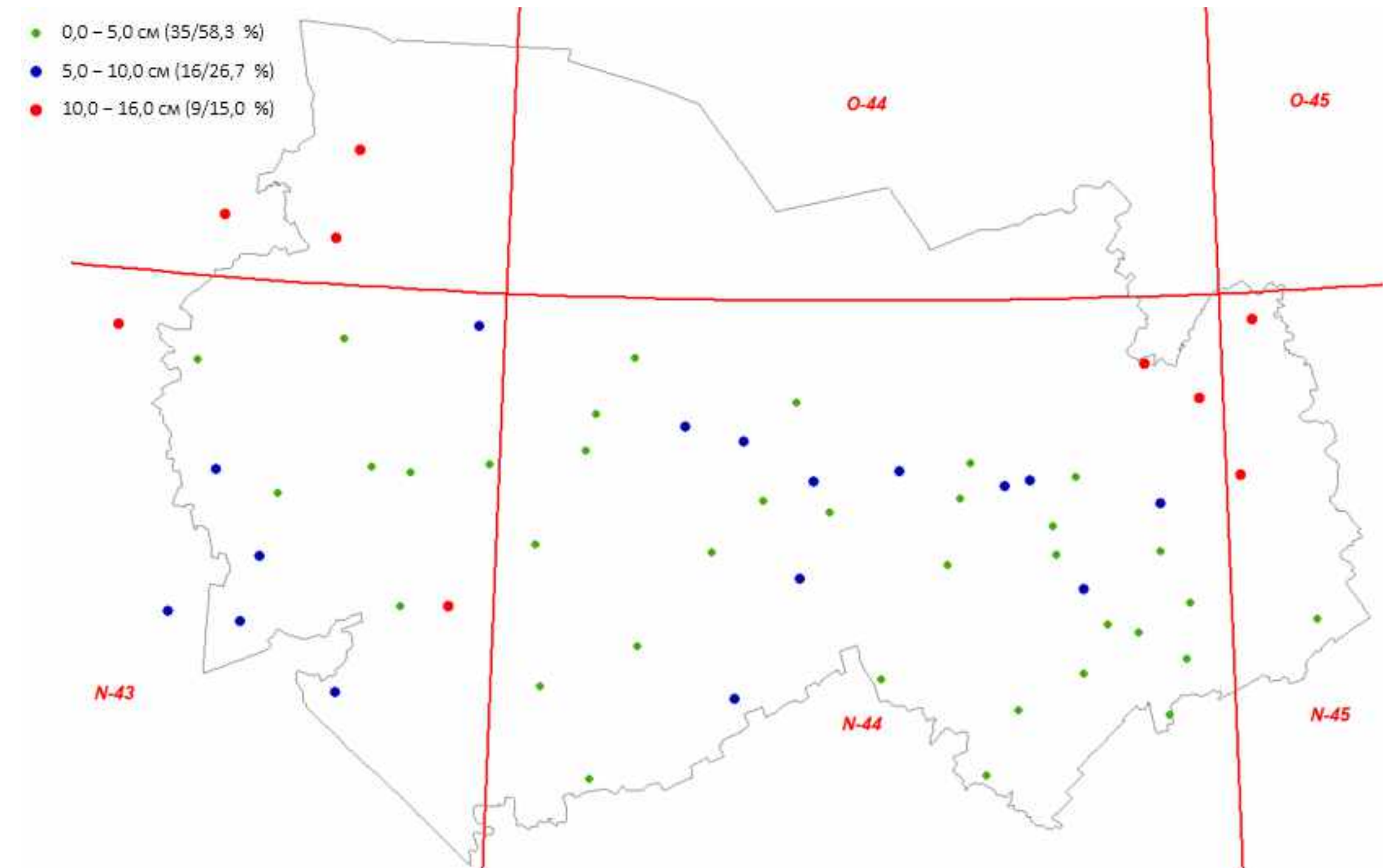


Схема расположения 60 пунктов ГГС, опорных для создания «гибридной» МСК_2011(МСК НСО)



Карта погрешностей преобразования координат 60 опорных пунктов ГГС между ГСК-2011 и МСК_2011(МСК НСО) по Параметрам 1(МСК НСО)

Оценка применимости «гибридной» МСК_2011(МСК НСО) в Новосибирской области вместо МСК НСО

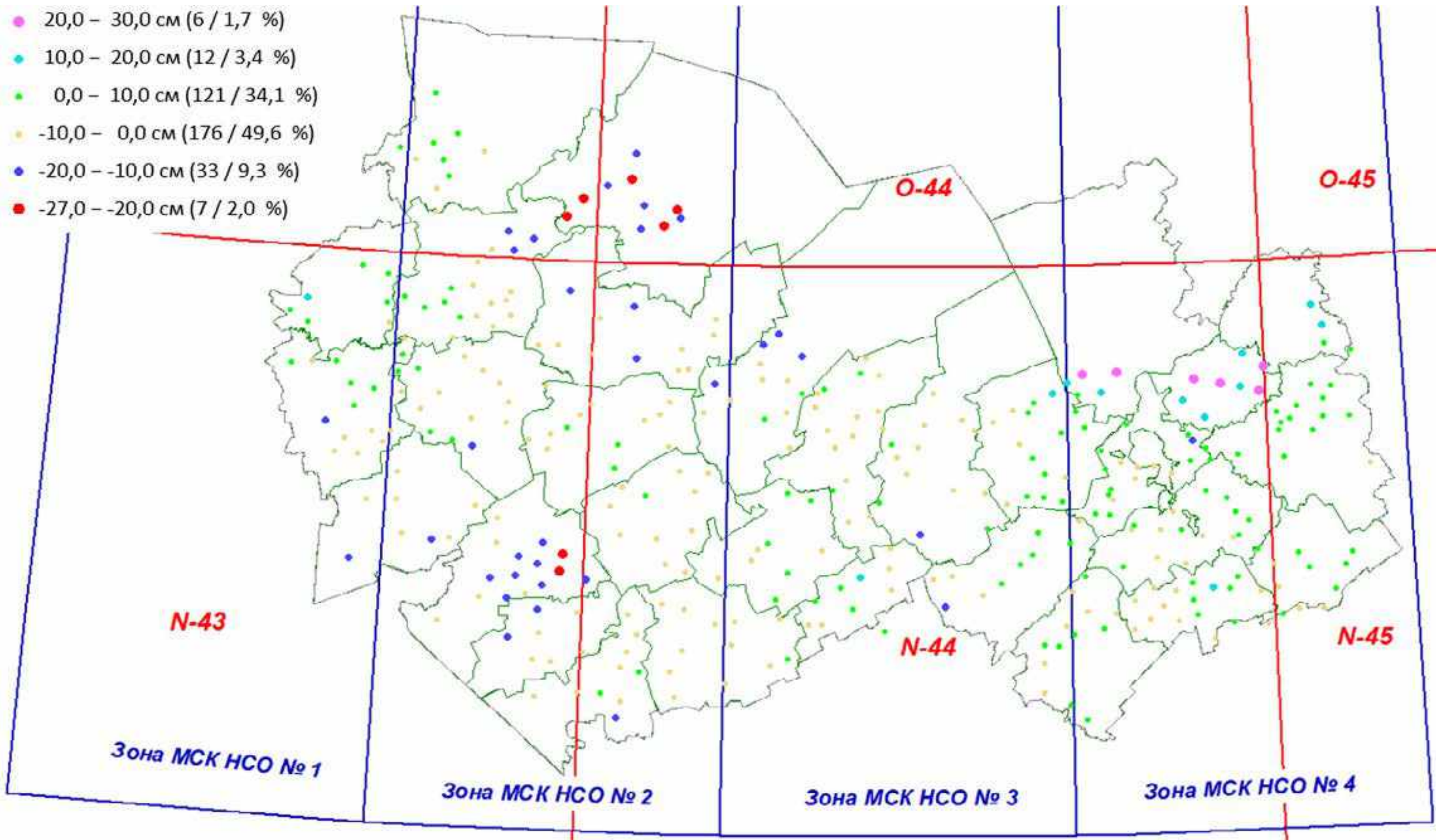
СКП разностей координат в плане:

±10,9 см

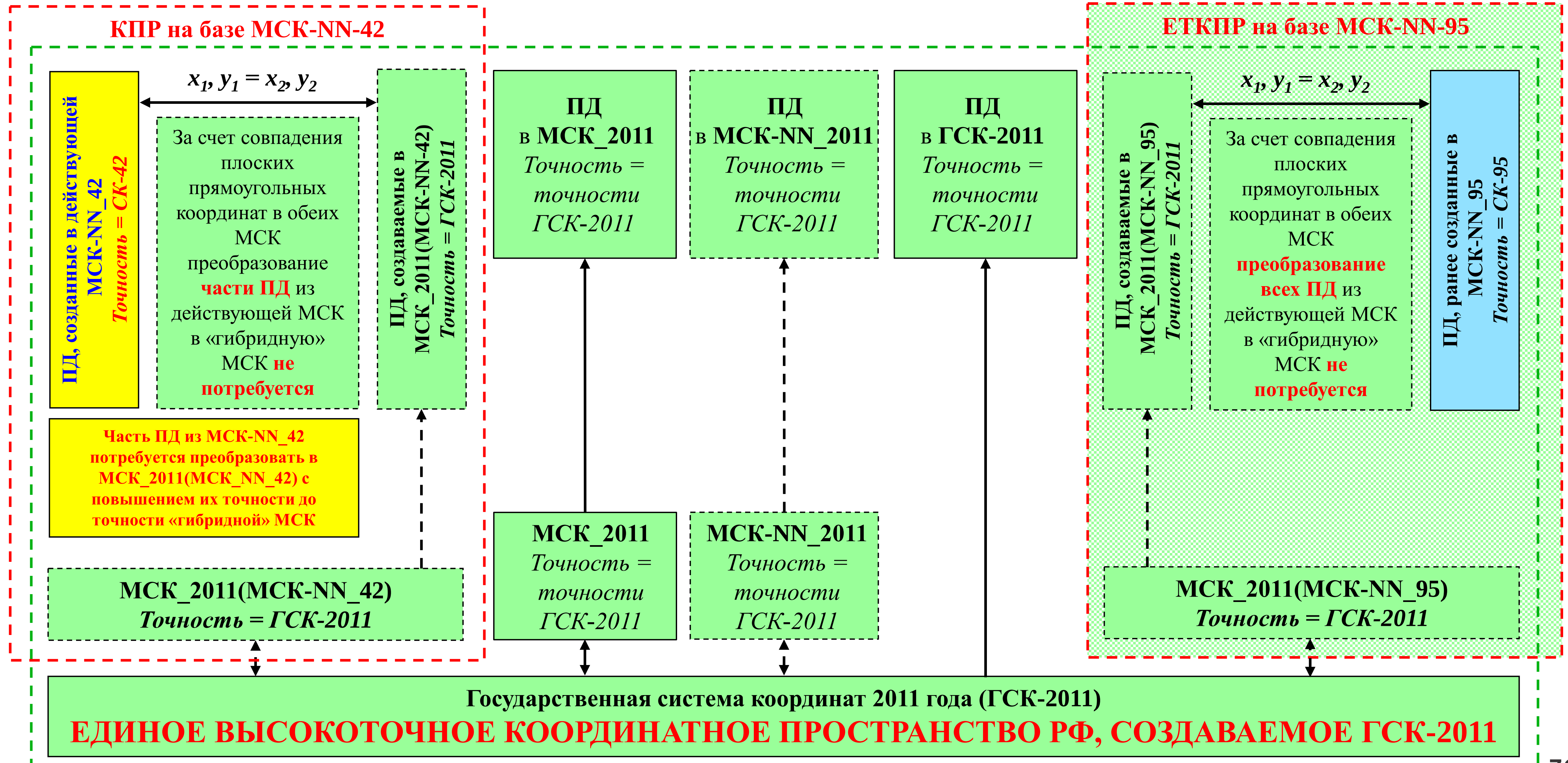
Разность координат 355 пунктов ГГС в МСК_2011(МСК НСО3) и в МСК НСО3_уточн, уточненных ППК «Роскадастр» относительно ГСК-2011

Разность	По x (см)	По y (см)	В плане (см)
Максимальная	21,2	29,7	30,1
Минимальная	-27,8	-27,1	0,4
Средняя	-0,6	-1,4	9,1
СКП	±7,8	±7,6	±10,9

Разности в плане координат 355 пунктов ГГС в МСК_2011(МСК НСО3) и в МСК НСО3_уточн, уточненных по методике ППК «Роскадастр»

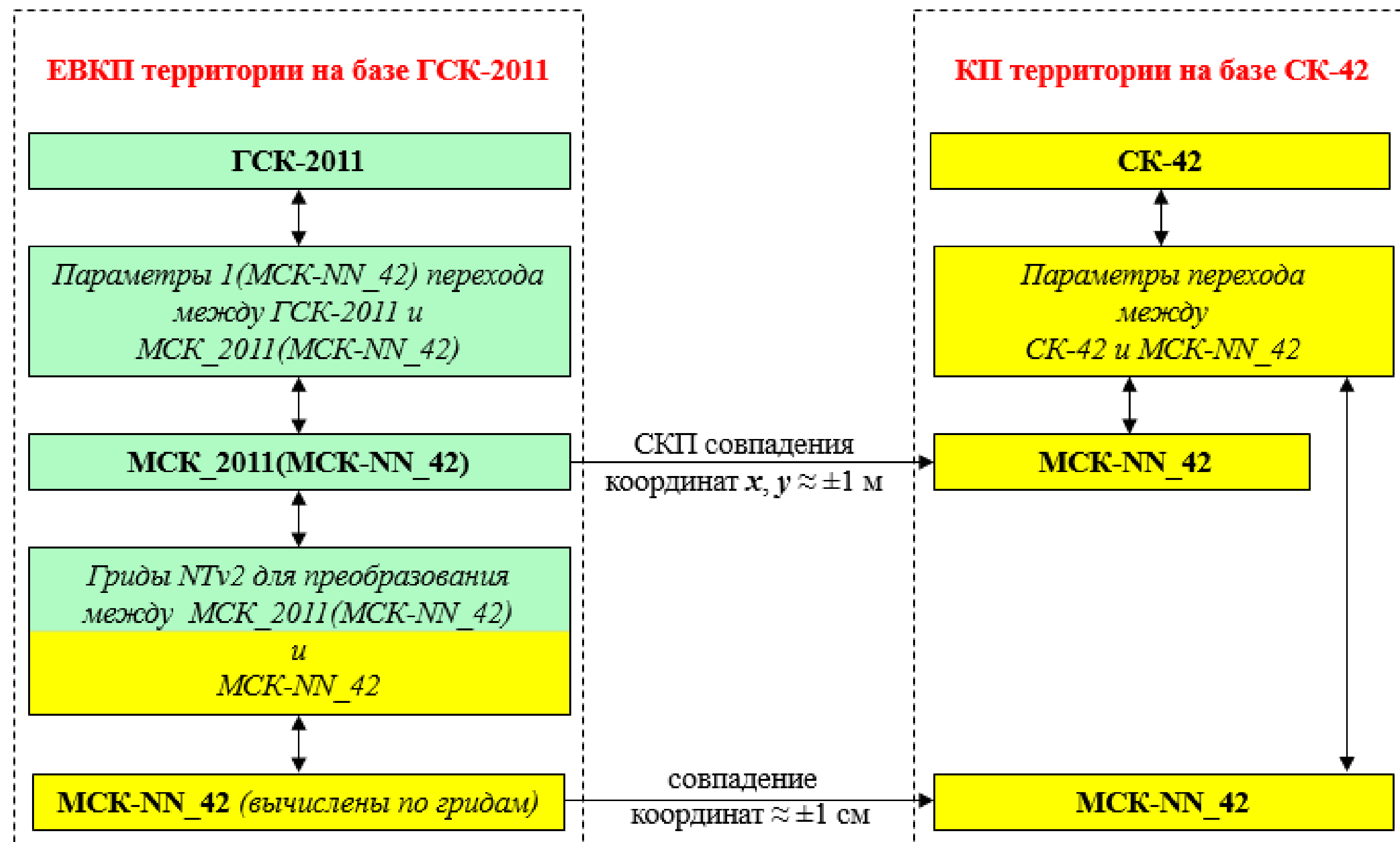


Методология создания ЕВКП субъектов РФ с применением «гибридных» МСК, основанных на ГСК-2011



Методология создания ЕВКП территорий с применением «гибридной» МСК, основанной на ГСК-2011

С целью прекращения выполнения маркшейдерских работ в низкоточном КП, основанном на МСК-NN_42 (база – СК-42), **предлагается перейти в ЕВКП территории, созданном на базе «гибридной» МСК_2011(МСК-NN_42), образованной от ГСК-2011**

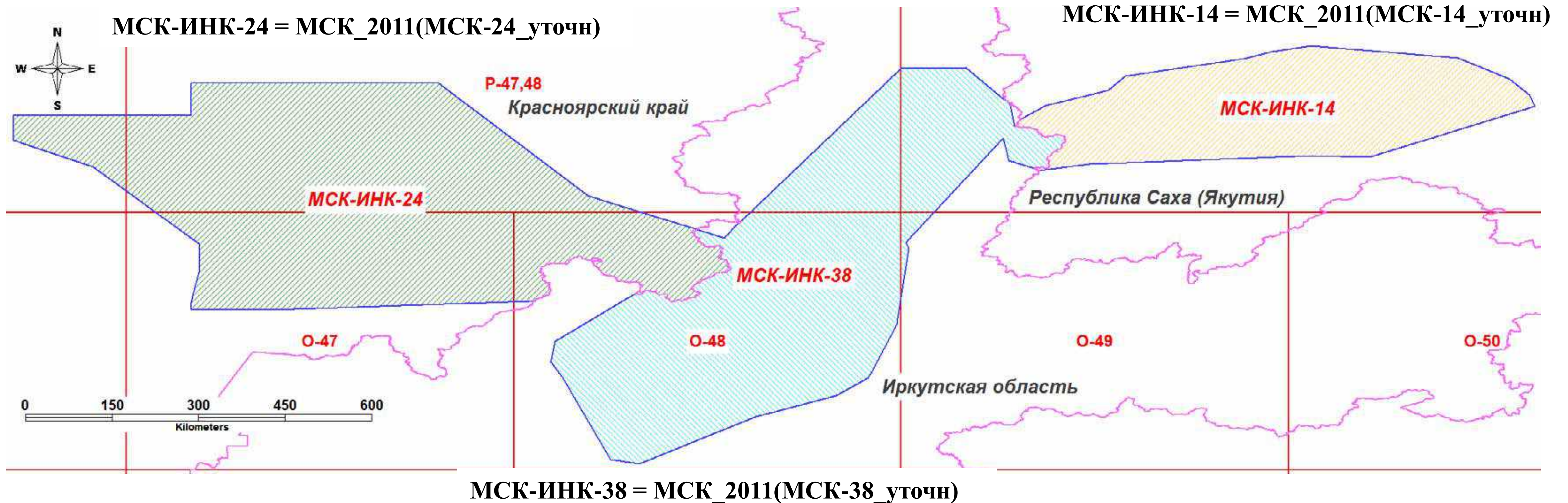


Преимущества работы в ЕКП территории на базе ГСК-2011:

- ✓ - работа в ЕВКП интересующей его территории, создаваемом МСК_2011(МСК-NN_42), точность которой соответствует точности ГСК-2011, а плоские прямоугольные координаты максимально приближены к плоским прямоугольным координатам в МСК-NN_42
- ✓ - создает все новые ПД в МСК_2011(МСК-NN_42) с позиционной точностью ГСК-2011
- ✓ - сохраняет для использования часть ПД, ранее созданные в МСК-NN_42, требования по точности координатного описания которых ниже точности совпадения плоских прямоугольных координат МСК_2011(МСК-NN_42) и в МСК-NN_42, без необходимости пересчета их в МСК_2011(МСК-NN_42)
- ✓ - при необходимости преобразования между МСК_2011(МСК-NN_42) и МСК-NN_42 с высокой точностью (до 1 см) осуществляет это в ПО ГИС, используя гриды NTv2
- ✓ - часть востребованных ПД, ранее созданные в МСК-NN_42, требования по точности координатного описания которых выше точности совпадения плоских прямоугольных координат МСК_2011(МСК-NN_42), при необходимости, преобразовывает в ЕВКП территории, задаваемое МСК_2011(МСК-NN_42)

Схема расположения разработанных «гибридных» МСК-ИНК-14, МСК-ИНК-24, МСК-ИНК-38

- Общая площадь S , покрываемая МСК-ИНК-14/24/38 составляет 328 827.8 кв. км.
(S = примерно 2 площади Новосибирской области)
- Для разработки МСК в качестве опорных было использовано 4 362 пункта ГГС

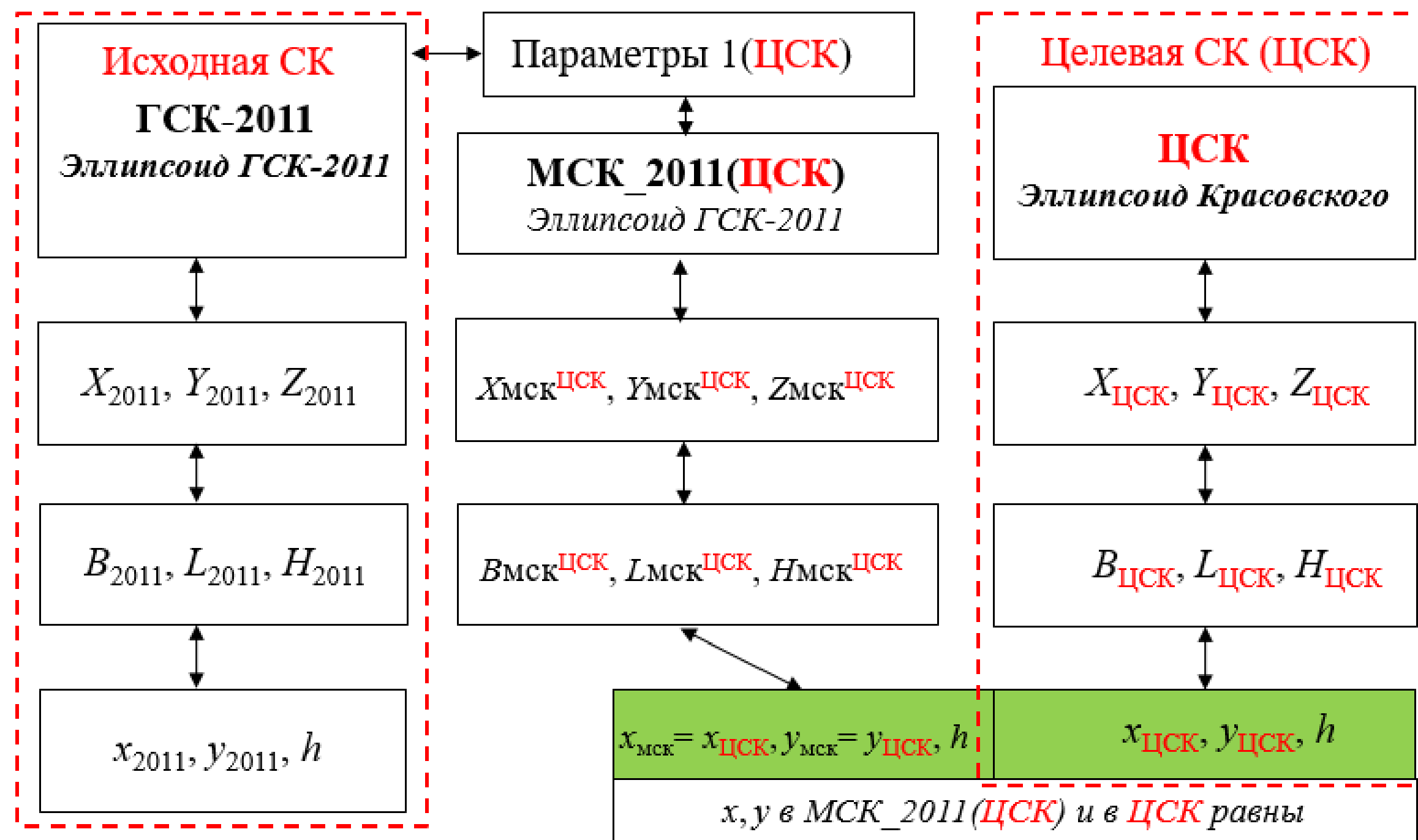


Опыт практического создания по заказу недропользователя «гибридных» МСК_2011(МСК-NN_42), основанных на ГСК-2011

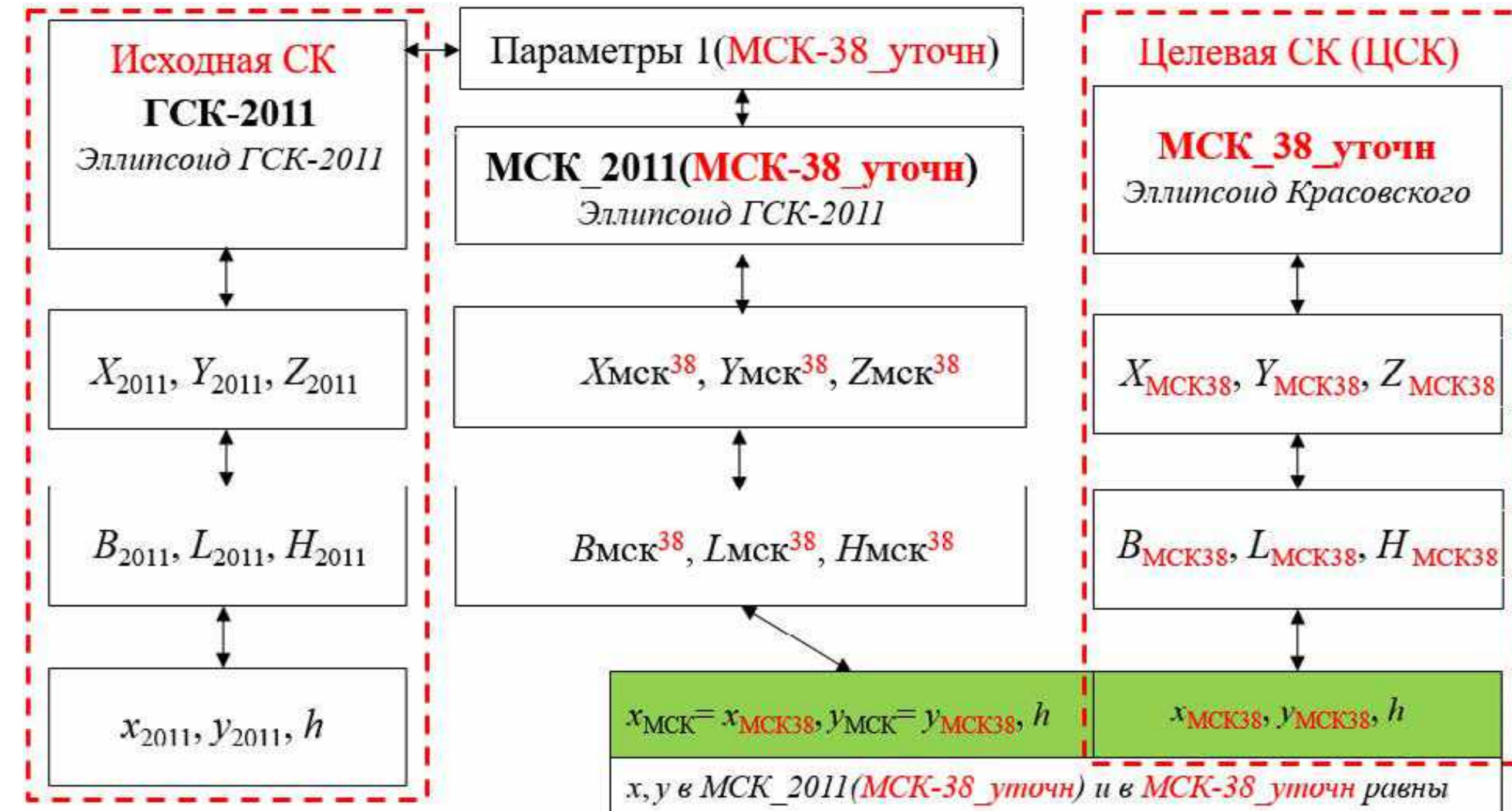
Особенности «гибридных» МСК_2011(ЦСК), образуемых от ГСК-2011:

- а) точность МСК_2011(ЦСК) = точности ГСК-2011
- б) плоские прямоугольные координаты в МСК_2011(ЦСК) и в ЦСК совпадают даже при разных эллипсоидах в этих СК
- в) совпадение плоских прямоугольных координат в МСК_2011(ЦСК) и в ЦСК зависит от их взаимной точности

Методология создания гибридной МСК_2011(ЦСК) в общем виде



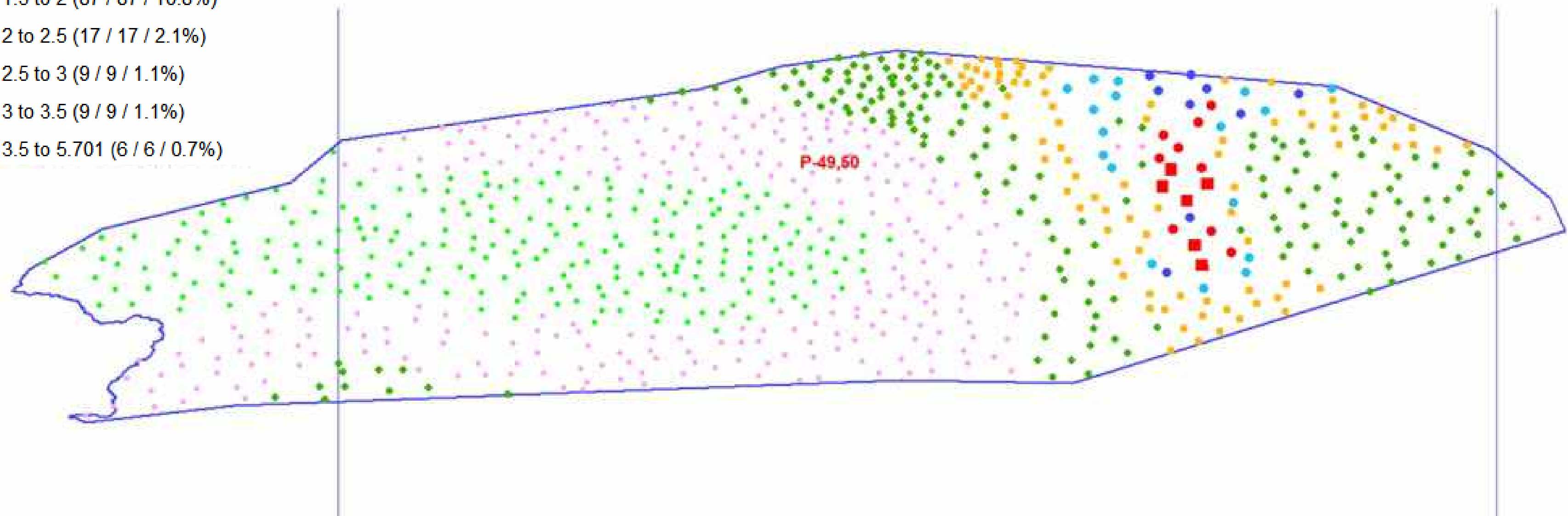
Методология создания гибридной МСК_2011(МСК-38_уточн) в которой в качестве ЦСК используется МСК-38_уточн



Опыт практического создания по заказу недропользователя «гибридных» МСК_2011(МСК-NN_42), основанных на ГСК-2011

МСК-ИНК-14

- 0.061 to 0.5 (224 / 224 / 27.7%)
- 0.5 to 1 (269 / 269 / 33.3%)
- 1 to 1.5 (188 / 188 / 23.2%)
- 1.5 to 2 (87 / 87 / 10.8%)
- 2 to 2.5 (17 / 17 / 2.1%)
- 2.5 to 3 (9 / 9 / 1.1%)
- 3 to 3.5 (9 / 9 / 1.1%)
- 3.5 to 5.701 (6 / 6 / 0.7%)



МСК-ИНК-14

Площадь: 59 000 км²
Размер: 400x200 км

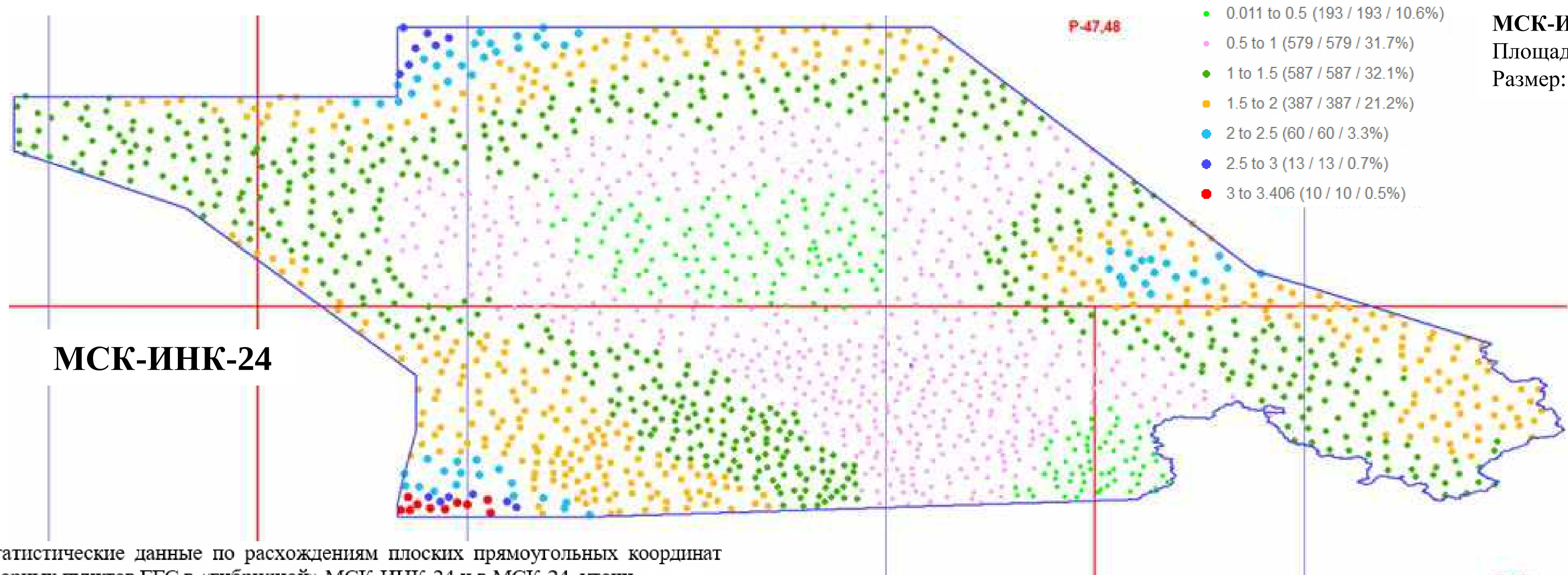
Статистические данные по расхождениям плоских прямоугольных координат опорных пунктов ГТС в «гибридной» МСК-ИНК-14 и в МСК-14_уточн

Диапазон расхождений координат (в плане), м	Количество, шт.	Количество, %
0,061–0,5	224	27,7
0,5–1,0	269	33,3
1,0–1,5	188	23,2
1,5–2,0	87	10,8
2,0–2,5	17	2,1
2,5–3,0	9	1,1
3,0–3,5	9	1,1
3,5–5,701	6	0,7

Оценка точности совпадения плоских прямоугольных координат опорных пунктов ГТС в «гибридной» МСК-ИНК-14 и в МСК-14_уточн

Расхождение	По x (см)	По y (см)	В плане (см)
Максимальное	2,58	5,69	5,70
Минимальное	-2,75	-2,39	0,06
Среднее	0,01	0,00	0,95
СКП совпадения	0,74	0,92	1,18

Опыт практического создания по заказу недропользователя «гибридных» МСК_2011(МСК-NN_42), основанных на ГСК-2011



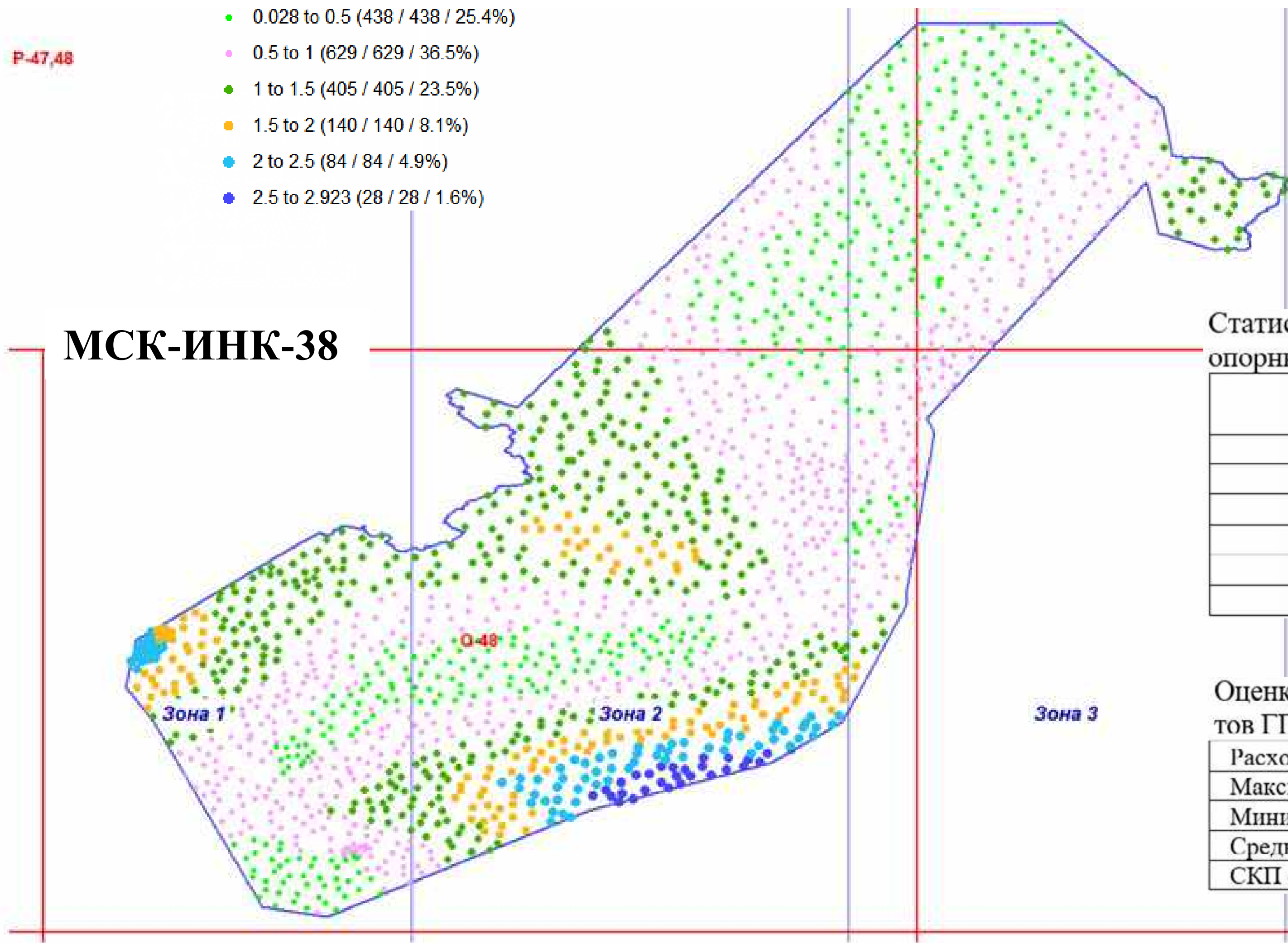
Статистические данные по расхождениям плоских прямоугольных координат опорных пунктов ГТС в «гибридной» МСК-ИНК-24 и в МСК-24_уточн

Диапазон расхождений координат (в плане), м	Количество, шт.	Количество, %
0,0–0,5	194	10,6
0,5–1,0	579	31,7
1,0–1,5	587	32,1
1,5–2,0	386	21,1
2,0–2,5	60	3,3
2,5–3,0	13	0,7
3,0–3,407	10	0,5

Оценка точности совпадения плоских прямоугольных координат опорных пунктов ГТС в «гибридной» МСК-ИНК-24 и в МСК-24_уточн

Расхождение	По x (см)	По y (см)	В плане (см)
Максимальное	1,63	2,88	3,41
Минимальное	-2,69	-2,34	0,01
Среднее	0,00	0,02	1,14
СКП совпадения	0,84	0,94	1,26

Опыт практического создания по заказу недропользователя «гибридных» МСК_2011(МСК-NN_42), основанных на ГСК-2011



МСК-ИНК-38
Площадь: 124 000 км²
Размер: 500x700 км

Статистические данные по расхождениям плоских прямоугольных координат опорных пунктов ГТС в «гибридной» МСК-ИНК-38 и в МСК-38 уточн

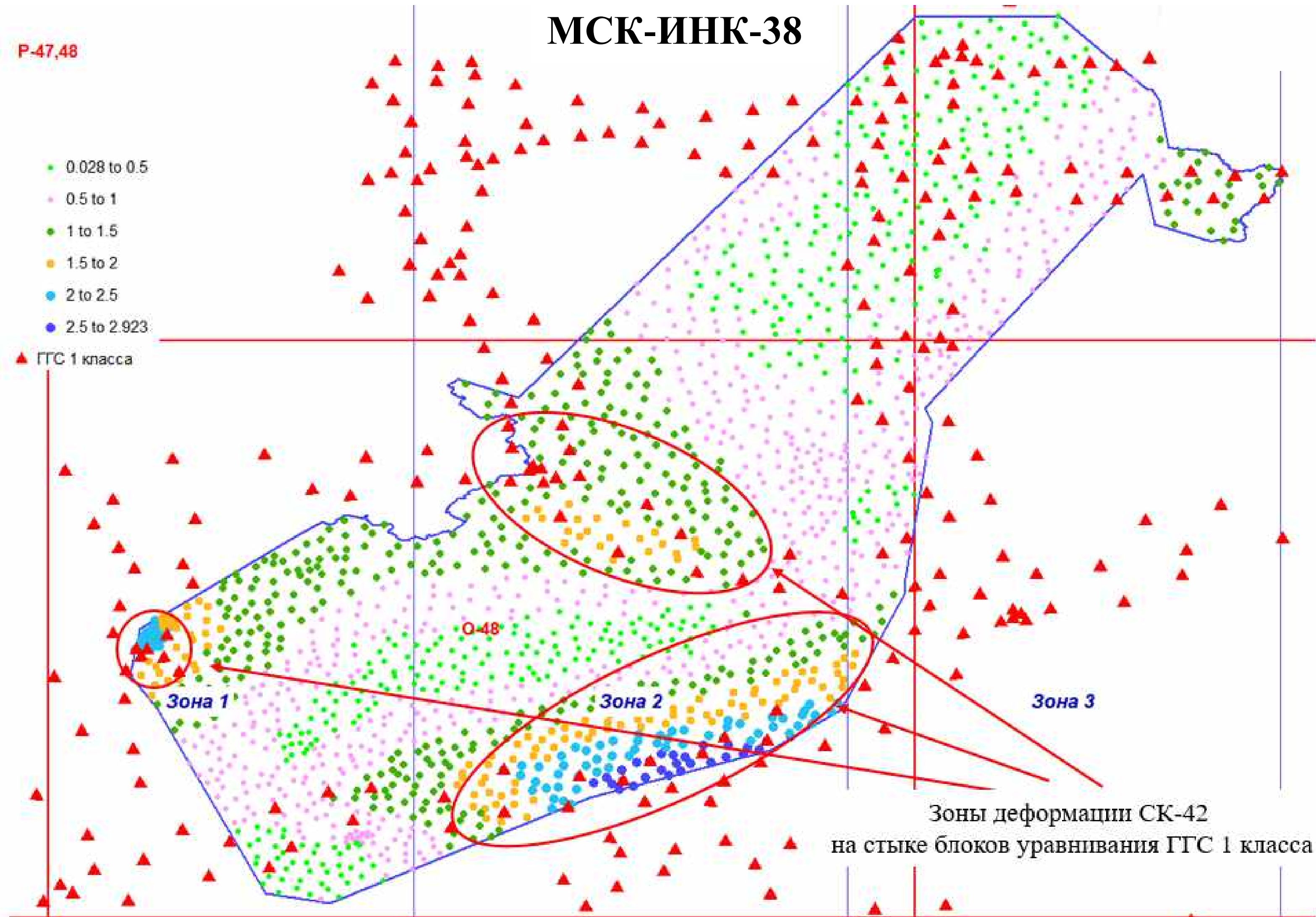
Диапазон расхождений координат (в плане), м	Количество, шт.	Количество, %
0,028–0,5	438	25,4
0,5–1,0	629	36,5
1,0–1,5	405	23,5
1,5–2,0	140	8,1
2,0–2,5	84	4,9
2,5–2,923	28	1,6

О-49

Оценка точности совпадения плоских прямоугольных координат опорных пунктов ГТС в «гибридной» МСК-ИНК-38 и в МСК-38 уточн

Расхождение	По x (см)	По y (см)	В плане (см)
Максимальное	1,21	2,69	2,92
Минимальное	-1,68	-2,11	0,03
Среднее	0,01	0,00	0,94
СКП совпадения	0,52	0,95	1,09

Обусловленность максимального расхождения координат ошибками блочного уравнивания СК-42



ППК «Роскадастр»:

<https://cgkipd.ru/press-office/news/stali-dostupny-dlya-predostavleniya-utochnennye-koordinaty-punktov-ggs-v-msk/>

«В ходе уравнивания минимизированы локальные деформации МСК субъектов, вызванные как случайными ошибками, так и технологией блочного уравнивания СК-42»

К сожалению практический опыт создания «гибридных» МСК, ЦСК в которых являются МСК-14_уточн, МСК-24_уточн, МСК-38_уточн не подтвердил этой информации фактическими данными: МСК субъектов РФ, уточненные относительно ГСК-2011 (МСК-NN_42_уточн), и после такого уточнения существенно не приблизились по своей точности к точности ГСК-2011.

Вывод:

- Создание **Единого высокоточного координатного пространства** на территории (в т.ч. лицензионной) в современном недропользовании является важным технологическим решением, обеспечивающим базовую основу для построения опорных геодезических и съемочных сетей, а также создания всех пространственных данных в требуемой мере точными и взаимно согласованными. **«Гибридная» МСК_2011(МСК-NN_42)** позволяет на практике создать такое Единое высокоточное координатное пространство
- Создание **«гибридной» МСК 2011(95)**, где в качестве целевой системы координат выступает СК-95, позволяет сохранить все ранее созданные в СК-95 пространственные данные без необходимости их пересчета в какую либо систему координат

**Технологические и цифровые решения в современном
недропользовании. Построение опорных и съемочных сетей**

Новосибирск, 19 марта 2026 г.

Благодарю за внимание!

Обиденко В. И., к.т.н., доцент,
проректор по СПО – директор НТГиК



SKYMEC

НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА

дистрибьютор 



An aerial photograph of an oil field at sunset. The sky is filled with vibrant orange and red clouds. In the foreground, a large storage tank is illuminated by bright lights. Several drilling rigs are visible in the background, with their lights glowing against the darkening landscape. The overall scene depicts a large-scale industrial operation in a remote area.

РЕШЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА
АЭРОФОТОСЪЁМКИ НА БАЗЕ ДРОНОПОРТОВ DJI DOCK 2.



На многих предприятиях участки открытых горных работ находятся на значительном удалении от АБК или офиса маркшейдерской службы.

- Потери времени на транспортировку персонала к месту проведения работ.
- Риски при передвижении на транспортном средстве на опасном производственном объекте.
- Риски при производстве замеров на участке открытых горных работ где работает техника.



При использовании БАС для производства аэрофотосъемки (АФС) или воздушного лазерного сканирования (ВЛС) участие персонала минимизируется, но полностью не исключается.

Несмотря на высокий уровень автоматизации процесса съемки, внешние пилоты должны находиться на объекте:

- Для разворачивания и предполетной подготовки БВС;
- Выполнения взлета и посадки.
- Контроля за ходом выполнения полетного задания;
- Замены АКБ в случае необходимости;
- Для установки базовой станции RTK;

ДЛЯ АВТОНОМНОЙ РАБОТЫ КОМПЛЕКСА НЕОБХОДИМО:

- АВТОМАТИЗИРОВАТЬ ПРОЦЕССЫ ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ
- ОБЕСПЕЧИТЬ ЗАМЕНУ ИЛИ ЗАРЯДКУ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ
- ОБЕСПЕЧИТЬ БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТА В СЛОЖНОЙ СРЕДЕ С НАЛИЧИЕМ ПРЕПЯТСТВИЙ
- ОБЕСПЕЧИТЬ ТОЧНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ МАРШРУТА И НАВЕДЕНИЯ КАМЕРЫ НА ОБСЛЕДУЕМЫЕ ОБЪЕКТЫ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ.

АВТОНОМНЫЕ ЗАРЯДНЫЕ СТАНЦИИ DJI

DJI DOCK



DJI DOCK 2



Автономная зарядная станции DJI DOCK 2

DJI DOCK 2

АВТОНОМНОСТЬ ЗА СЧЕТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ БОРТОВЫХ СИСТЕМ

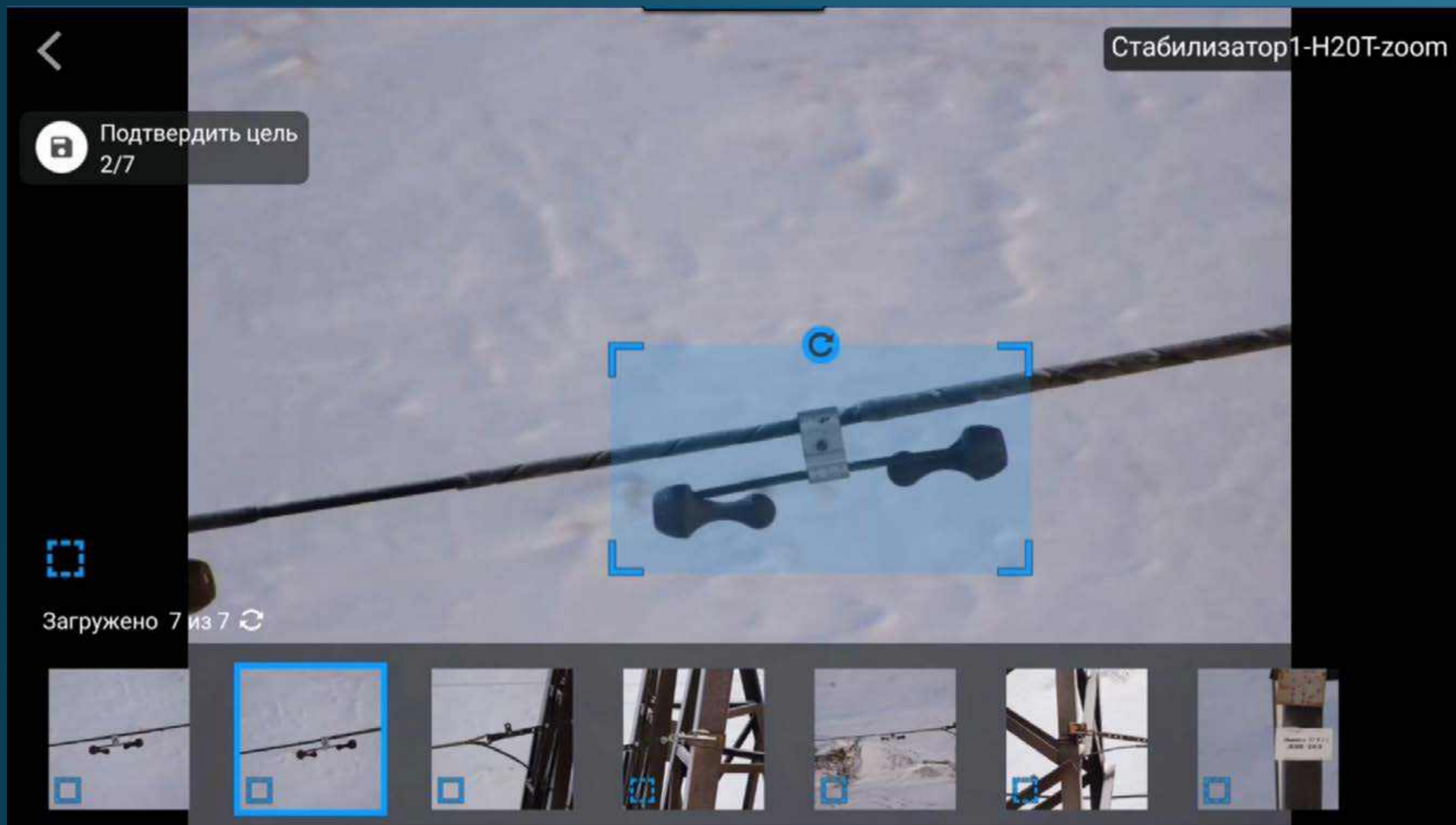
A white DJI Mavic 3 drone is shown in flight against a blurred cityscape background. A large, semi-transparent blue circle is centered on the drone, representing its 6-directional obstacle sensing range. Inside this large circle, there are six smaller, overlapping circles that represent the individual sensor fields for forward, backward, left, right, up, and down. The drone's propellers are visible, and its landing gear is retracted.

6-DIRECTIONAL OBSTACLE SENSING*

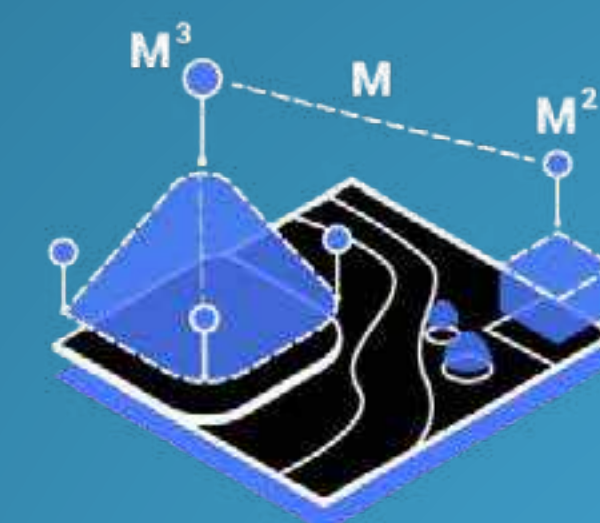
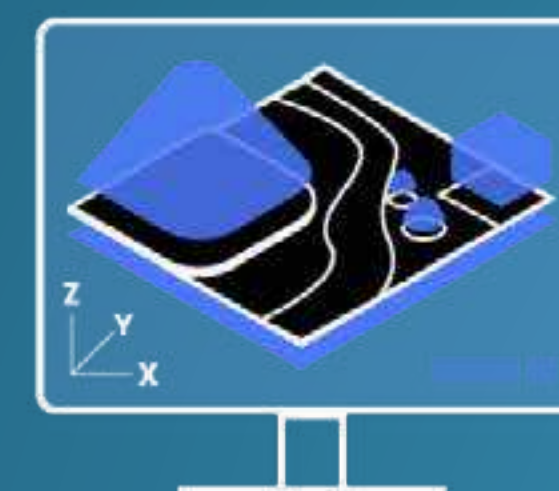
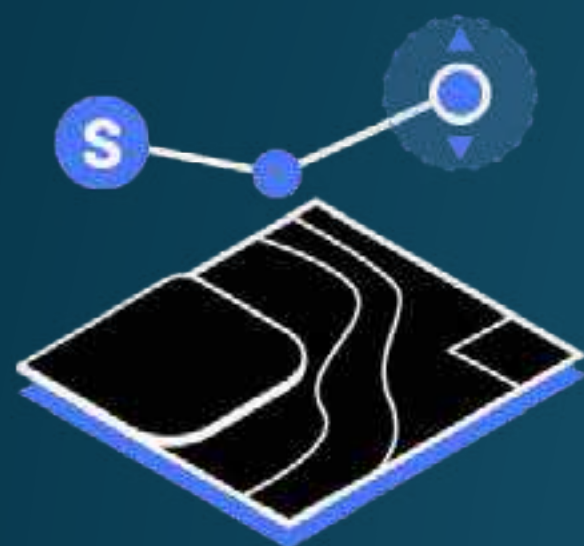
* The obstacle sensing system has a 10° blind spot above the rear of the aircraft. Always fly with caution.

ТОЧНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ МАРШРУТА

1. За счет встроенной базовой станции и использования режима RTK.
2. За счет бортовой системы ИИ и маркировки зоны интереса.



Описание рабочего процесса



Планирование задач

АФС

Обработка

Анализ данных

SkyControl

Автоматизированные полёты

- o Планирование маршрутов
- o Планирование и выполнение полетных заданий.

Контроль за полётами в реальном времени

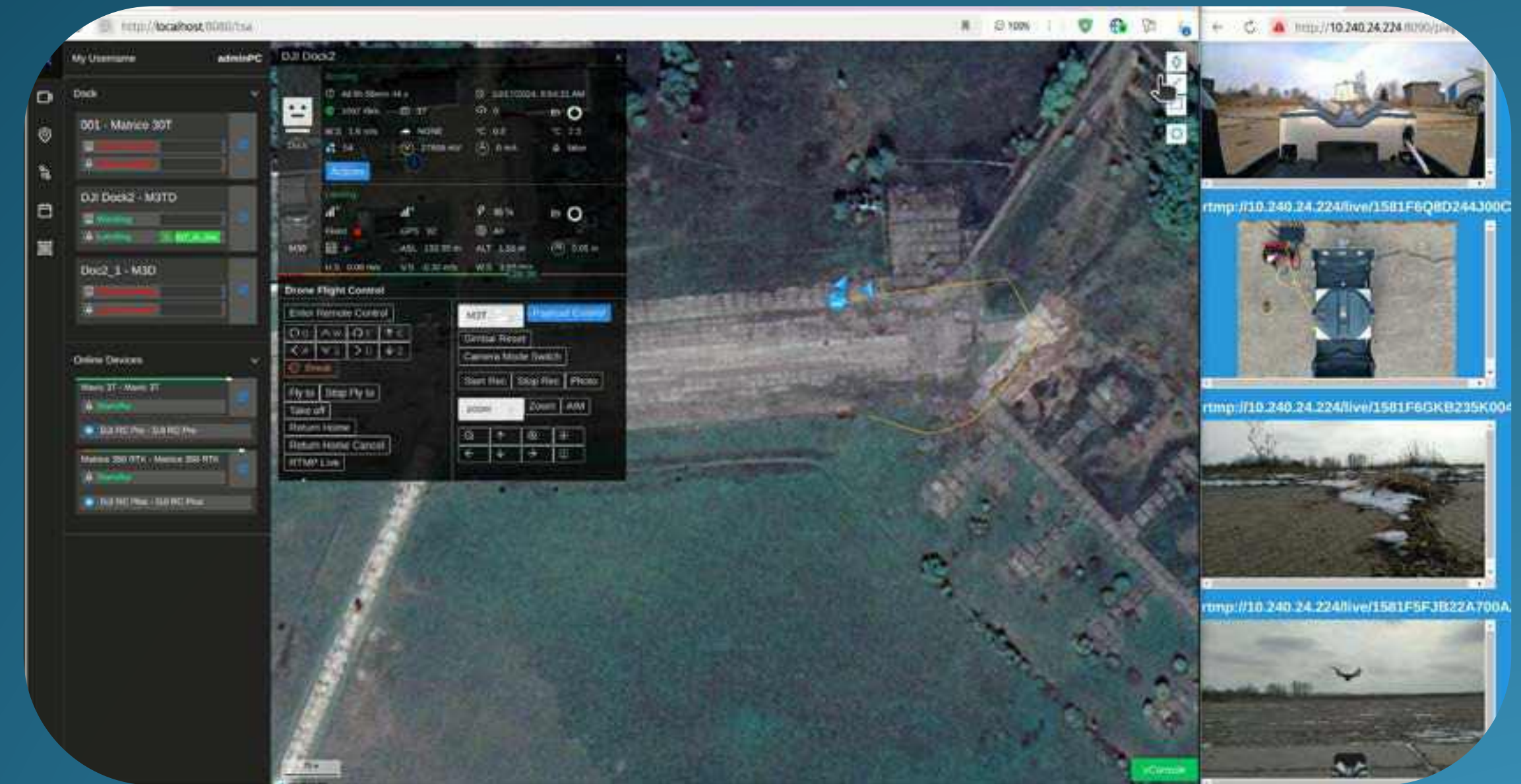
- o Ручной взлет и возврат домой
- o Дистанционное управление полётами и камерой
- o Видеотрансляции для удаленных пользователей
- o Отображение позиции дронов на 3D и 2D карте

Техническое обслуживание DJI DOCK

- o Система управления техническим состоянием
- o Дистанционное открытие/закрытие створок
- o Дистанционное включение БВС
- o Обновление прошивок

Управление данными

- o Управление медиафайлами
- o Автоматическая загрузка отснятых материалов
- o Автоматизированная обработка материалов съемки (фотограмметрическая обработка, анализ).



SkyControl – это локальная версия облачной платформы управления задачами БВС - DJI FlightHub 2. ПО может быть установлено в сетевом контуре Заказчика на серверах под управлением ОС, состоящей в Реестре Российского ПО. Доступ в Интернет для работы программно-аппаратного комплекса не требуется. Возможна интеграция с корпоративными информационными системами.



Создание полетного задания и выполнение АФС

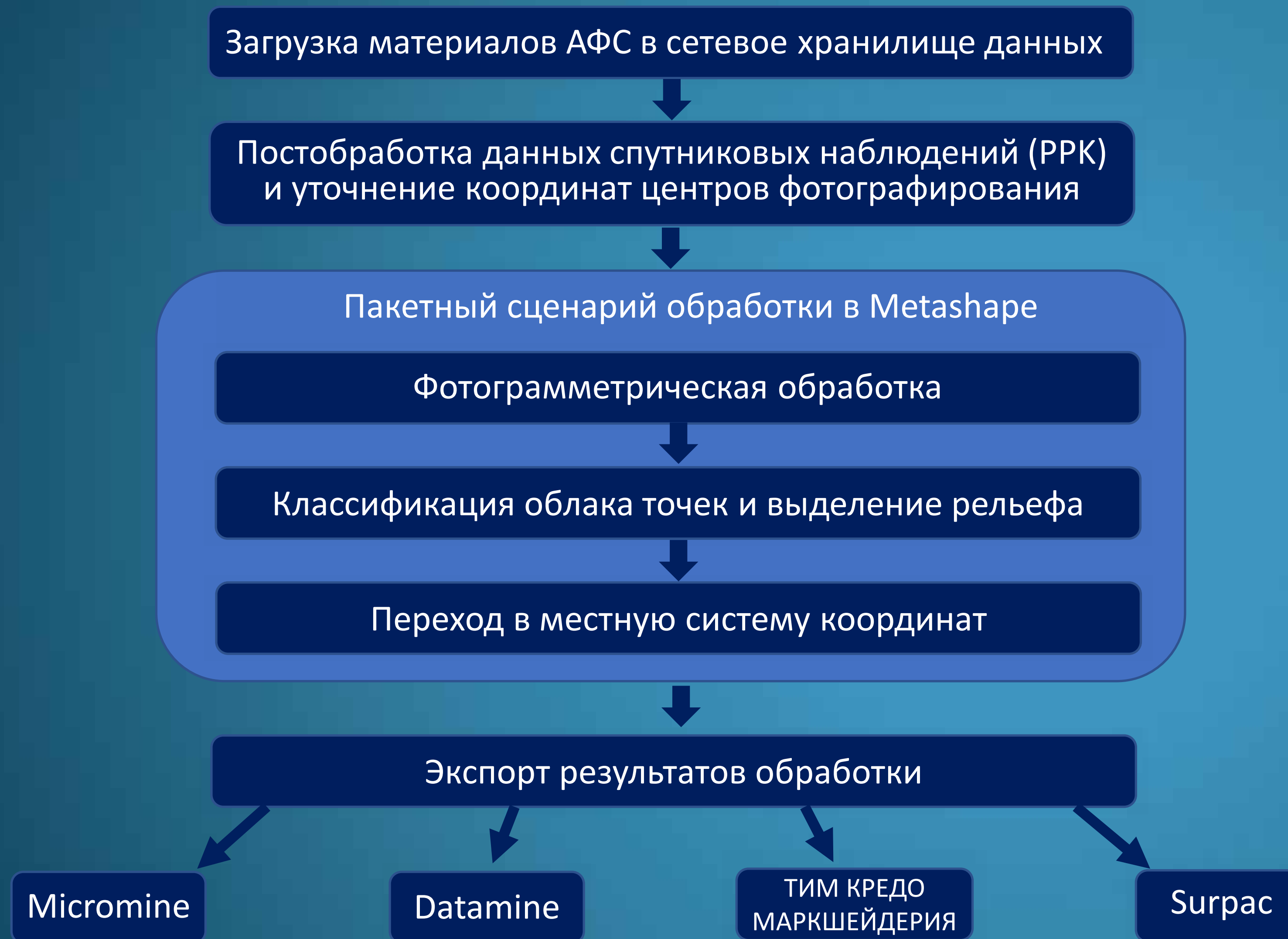
Создание и выполнение полетного задания

Автоматизированная обработка материалов съемки

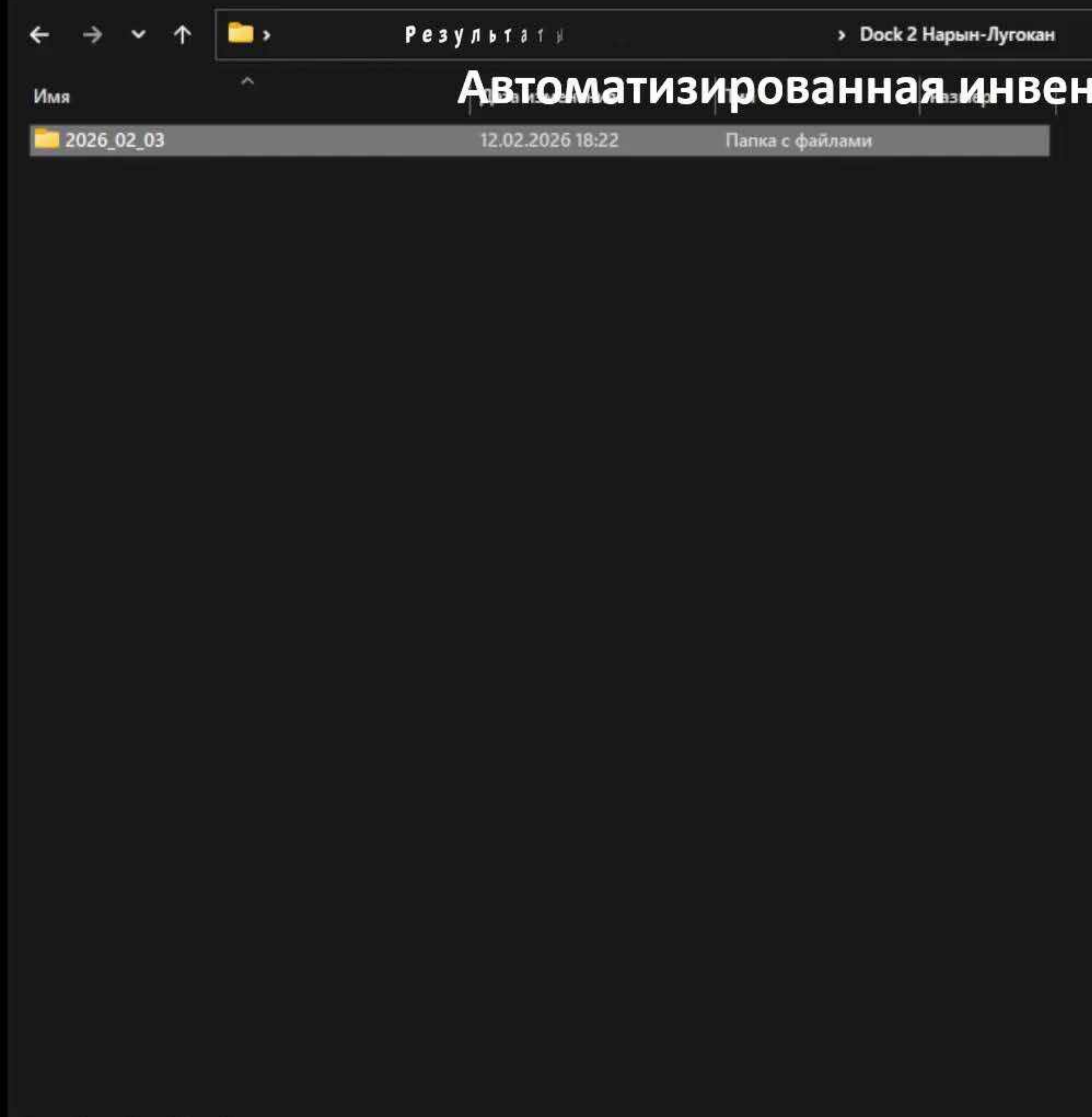


Автоматизация обработки данных

После завершения полета в автоматическом режиме запускается сценарий обработки данных



Автоматизированная инвентаризация складов



Аэрофотоснимок территории исследования. На снимке видна желтая линия, обозначающая границу участка. В нижнем левом углу присутствует масштабная линейка (100 м) и указатель на север. В нижнем правом углу — значок для переключения между видами карт.

ПРЕИМУЩЕСТВА ВНЕДРЕНИЯ DJI DOCK 2 ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

- Док станция может располагаться непосредственно на объекте.
- Сотрудникам не нужно выезжать на объект для выполнения АФС.
- Достаточно один раз выполнить калибровку (привязку) встроенной базовой станции RTK с опорной сетью предприятия для получения стабильной точности геопривязки.
- При наличии актуальной матрицы высот планирование и выполнение полетных заданий можно производить не выходя из офиса.
- Снижение влияния человеческого фактора и вероятности ошибок пилотирования.

Дополнительные функции, которые могут выполняться в свободное от АФС время:

- Контроль за исправностью оборудования и технологическими процессами в режиме реального времени.
- Возможность интеграции с системами безопасности и видеоаналитики.
- Контроль за работой подрядчиков и соблюдением правил промышленной безопасности.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

DJI DOCK



- o Время полета - 40 мин *(в идеальных условиях)*
- o Радиус действия от док станции – 7 км
- o Время зарядки АКБ с 10% до 90 % - 25 мин
- o Работа станции от встроенного резервного аккумулятора – 5 часов
- o Размеры в закрытом виде - Д-800 мм, Ш-885 мм, В-1065 мм
- o Размеры в открытом виде - Д-1675 мм, Ш-885 мм, В-735 мм
- o Необходимая площадь – менее 1 кв. м.
- o Масса – 105 кг

DJI DOCK 2



- o Время полета - 50 мин *(в идеальных условиях)*
- o Радиус действия от док станции – 10 км
- o Время зарядки АКБ с 10% до 90 % - 32 мин
- o Работа станции от встроенного резервного аккумулятора – 5 часов
- o Размеры в закрытом виде - Д-570 мм, Ш-583 мм, В-465 мм
- o Размеры в открытом виде - Д-1228 мм, Ш-885 мм, В-412 мм
- o Необходимая площадь – менее 1 кв. м.
- o Масса – 34 кг

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

DJI DOCK



- o Степень защиты – IP 55
- o Рабочий диапазон температур –35...+50 °C
- o Рабочий диапазон температур для выполнения полетов - –20...+50 °C
- o Максимальная допустимая скорость ветра при посадке – 12 м/с.
- o Датчики для контроля внешних условий – температуры, скорости ветра, осадков, погружения в воду, вибрации.
- o Датчики для контроля внутренних условий – температуры, влажности.

DJI DOCK 2



- o Степень защиты – IP 55
- o Рабочий диапазон температур –25...+45 °C
- o Рабочий диапазон температур для выполнения полетов - –20...+45 °C
- o Максимальная допустимая скорость ветра при посадке – 8 м/с.
- o Датчики для контроля внешних условий – температуры, скорости ветра, осадков, погружения в воду.
- o Датчики для контроля внутренних условий – температуры, влажности.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАМЕР БВС

DJI DOCK



Matrice 30

Камера с оптическим зумом
CMOS 1/2 дюйма, 48 Мп,
гибридный зум – 192x

Широкоугольная камера -
CMOS 1/2 дюйма, 12 Мп,
DFOV 84°

Тепловизионная камера -
нет

Лазерный дальномер – нет

Matrice 30T

Камера с оптическим зумом
CMOS 1/2 дюйма, 48 Мп,
гибридный зум – 192x

Широкоугольная камера
CMOS 1/2 дюйма, 12 Мп,
DFOV 84°

Тепловизионная камера
640×512, DFOV: 61°,
измерение температуры - да

Лазерный дальномер – 3-
1200 м.

DJI DOCK 2



Matrice 3D

Камера с оптическим зумом
1/2 дюйма CMOS, 12 Мп,
гибридный зум – 56x

Широкоугольная камера -
4/3 дюйма CMOS, 20 Мп,
DFOV 84°, механический
затвор

Тепловизионная камера -
нет

Лазерный дальномер – нет

Matrice 3TD

Камера с оптическим зумом
1/2 дюйма CMOS, 12 Мп,
гибридный зум – 56x

Широкоугольная камера
1/1.32-inch CMOS, 48 Мп,
DFOV 82°

Тепловизионная камера
640×512, DFOV: 61°,
измерение температуры - да

Лазерный дальномер – нет

АВТОНОМНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА АЭРОФОТОСЪЕМКИ НА БАЗЕ DJI DOCK 2 И MATRICE 3D

DJI DOCK 2



- Встроенная базовая станция RTK для передачи поправок на борт
- Радиус действия от док станции – 10 км
- Автоматическая загрузка отснятых материалов в сетевое хранилище файлов
- Автоматизация периодических задач
- Возможность установки непосредственно на объекте, что исключает необходимость выезда специалистов для проведения АФС

DJI MATRICE 3D



- Время полета - 50 мин *(в идеальных условиях)*
- Камера 4/3 дюйма CMOS, 20 Мп с механическим затвором
- GNSS приемник геодезического класса
- Сохранение «сырых» данных бортового GNSS приемника для постобработки РРК
- Возможность выполнения миссии даже при потере связи с доком
- Миссии со следованием рельефу

Опытно-промышленные испытания (ОПИ) на вашем объекте .

Мы прекрасно понимаем, что принять решение о применимости автономных комплексов мониторинга на базе БАС в реальных условиях вашего предприятия и возможности интеграции в структуру производственных процессов сложно на основании одной презентации.

Оптимальный путь - это провести опытно-промышленные испытания оборудования на вашем объекте.

Готовы обсудить условия и детали пилотного проекта.



Сергей Заверткин
Директор по развитию

SKYMEC

Тел: +7(499) 7033689
Моб. +7(903) 9616817

e-mail: sz@skymec.ru
web: www.skymec.ru



SKYMED

НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА

официальный дистрибьютор





Центр
Маркшейдерско-
Геодезических
Инноваций

ИРНТУ

Каталог инновационной продукции «ЛИС» для маркшейдерии и геодезии



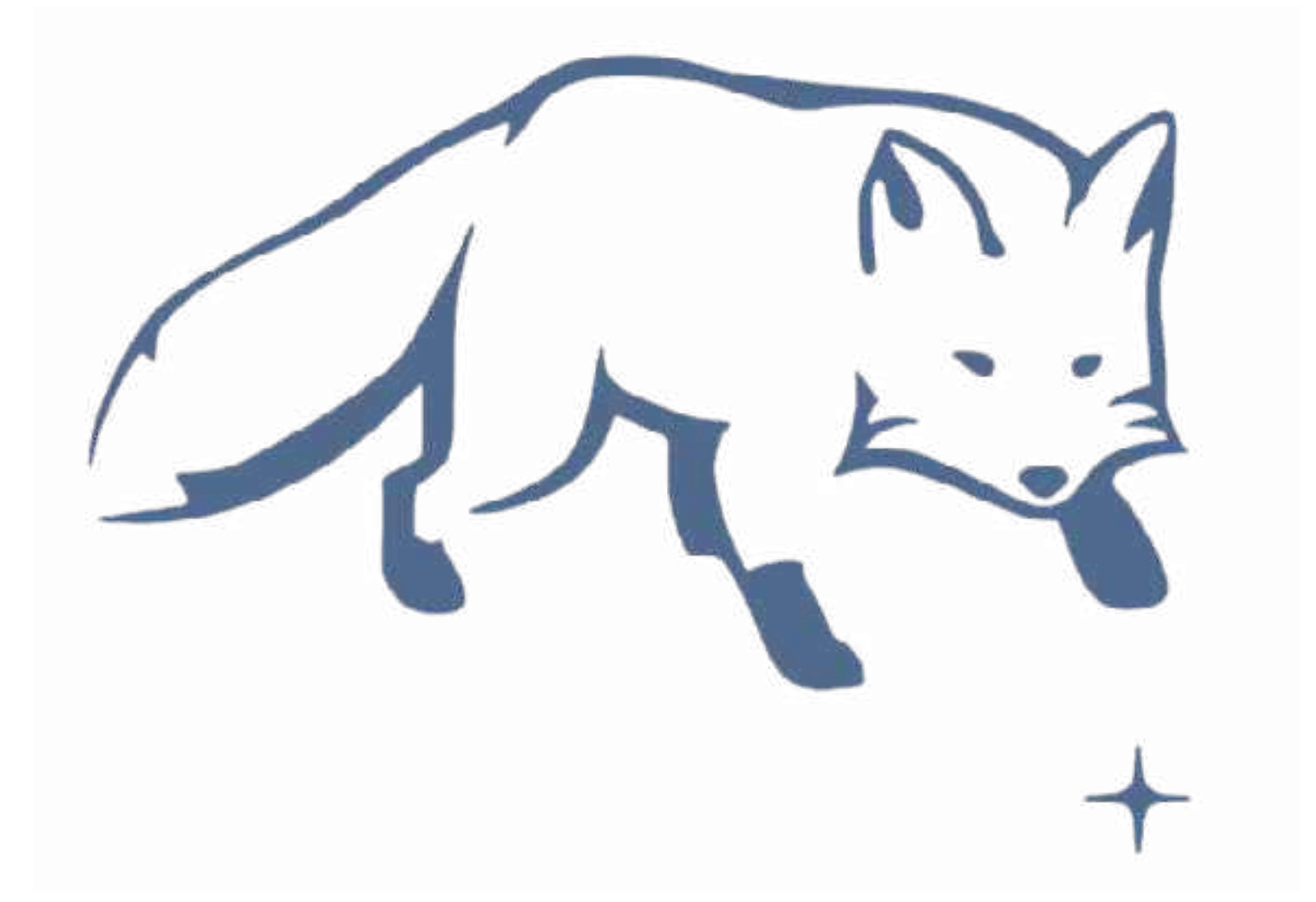
Центр
Маркшейдерско-
Геодезических
Инноваций

ИРНТУ

Технологии и продукты бренда «ЛИС»

Бренд ЛИС предлагает комплекс аппаратно-программных комплексов для автоматизации измерений геометрических и объемных параметров объектов, визуального контроля в области маркшейдерии и геодезии.

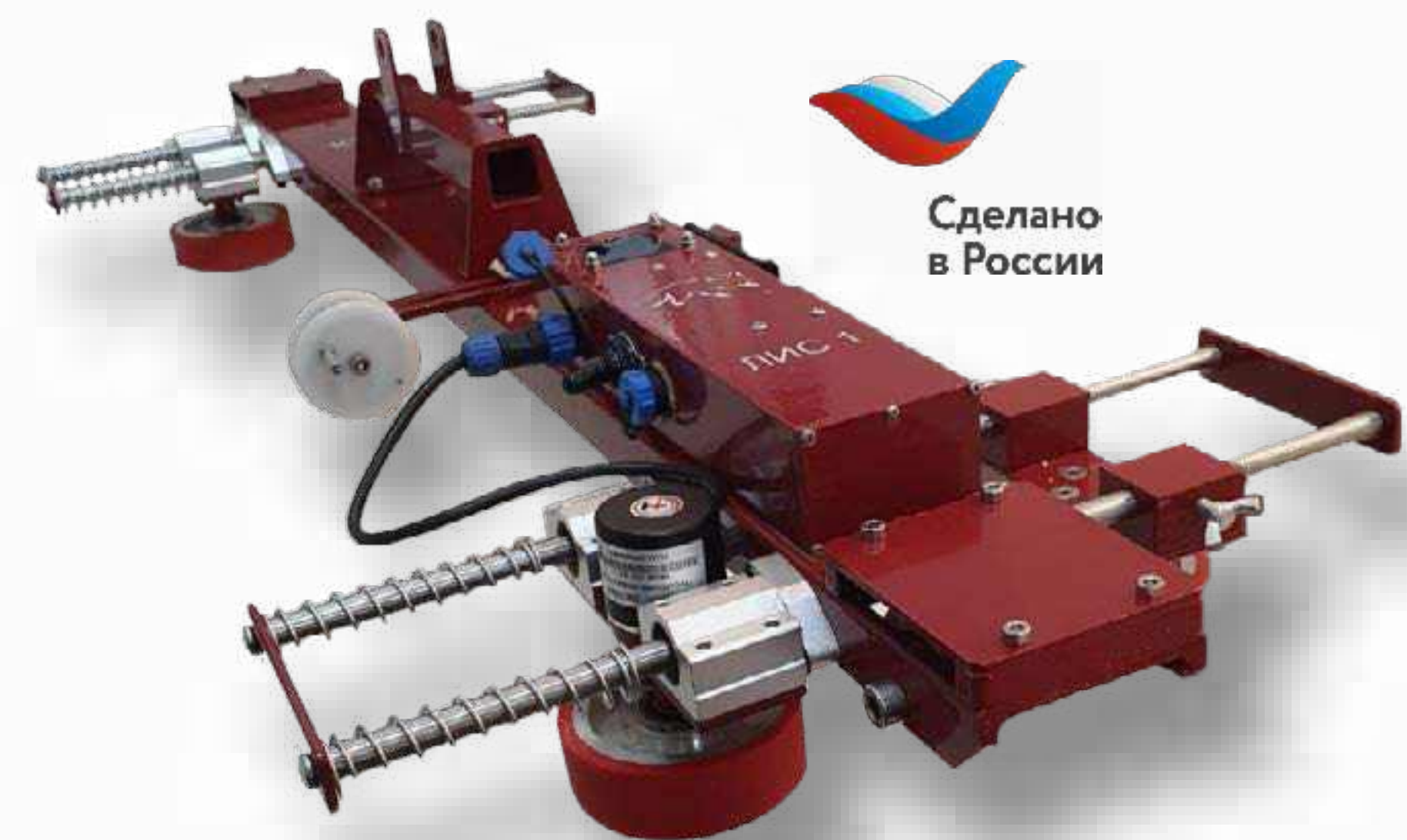
Многолетний опыт выполнения сложных маркшейдерских задач и научный подход выделяют продукцию уникальными разработками и алгоритмами обработки данных, что усиливает эксплуатационные характеристики в тяжелых промышленных условиях.



Товарный знак зарегистрирован
№933005 от 05.04.2023 г.

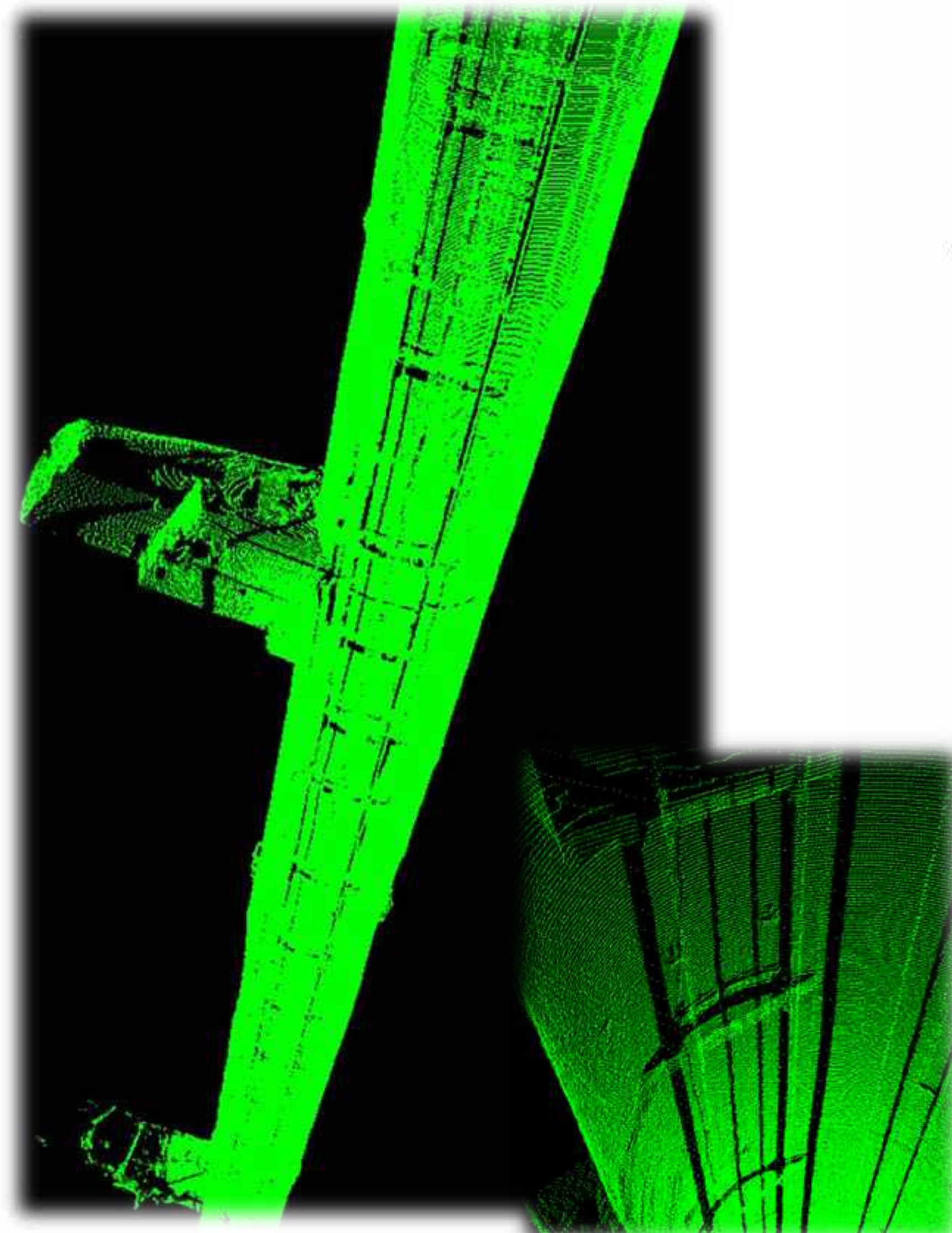
ЛИС-1 – станция профилирования проводников вертикальных шахтных стволов

Основные технические характеристики	
Глубина ствола	от 0 до 5000 м
Погрешность измерения износа проводника	±1 мм
Погрешность измерения отклонения ширины колеи	±2 мм
Погрешность определения отклонения от вертикали	±0.05°
Погрешность измерения пройденного пути	0,2 %
Типы проводников	рельсовые, коробчатые
Размер проводников	от 68 до 220 мм
Диапазон измеряемой ширины колеи	от 400 до 6000 мм
Скорость движения в режиме измерений	не более 2 м/с
Уровень пылевлагозащитные	IP67
Управление, сброс данных	Wi-Fi
Время непрерывной работы	не менее 5 ч
Диапазон рабочих температур	от - 10 до + 40 °С
Размеры одной каретки, ДхШхВ	1000х370х160 мм
Масса системы в кейсе	35 кг



Внесена в Государственный реестр средств измерений РФ, рег. № 95207-25

ЛИС-1 – станция профилирования проводников вертикальных шахтных стволов

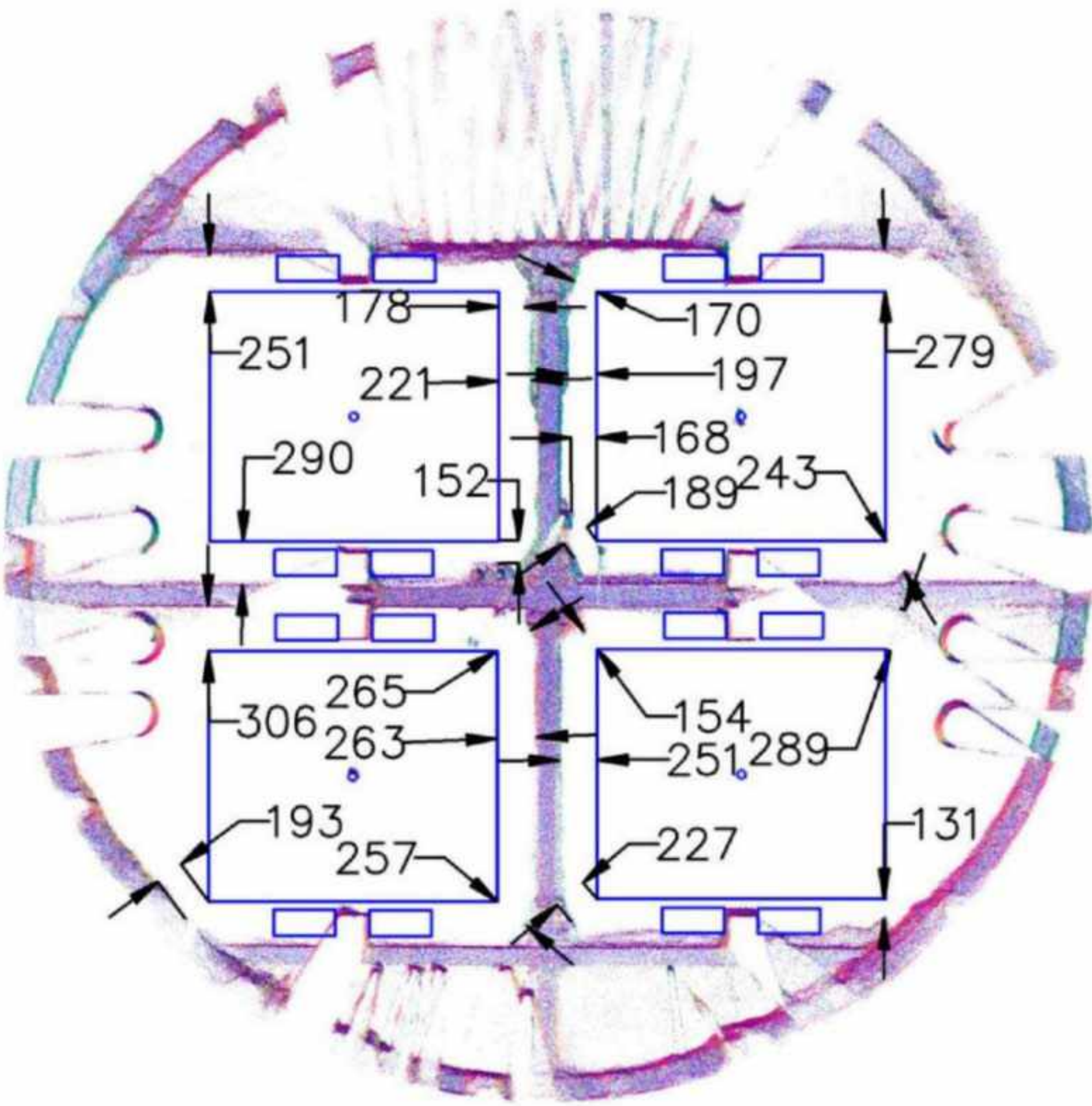
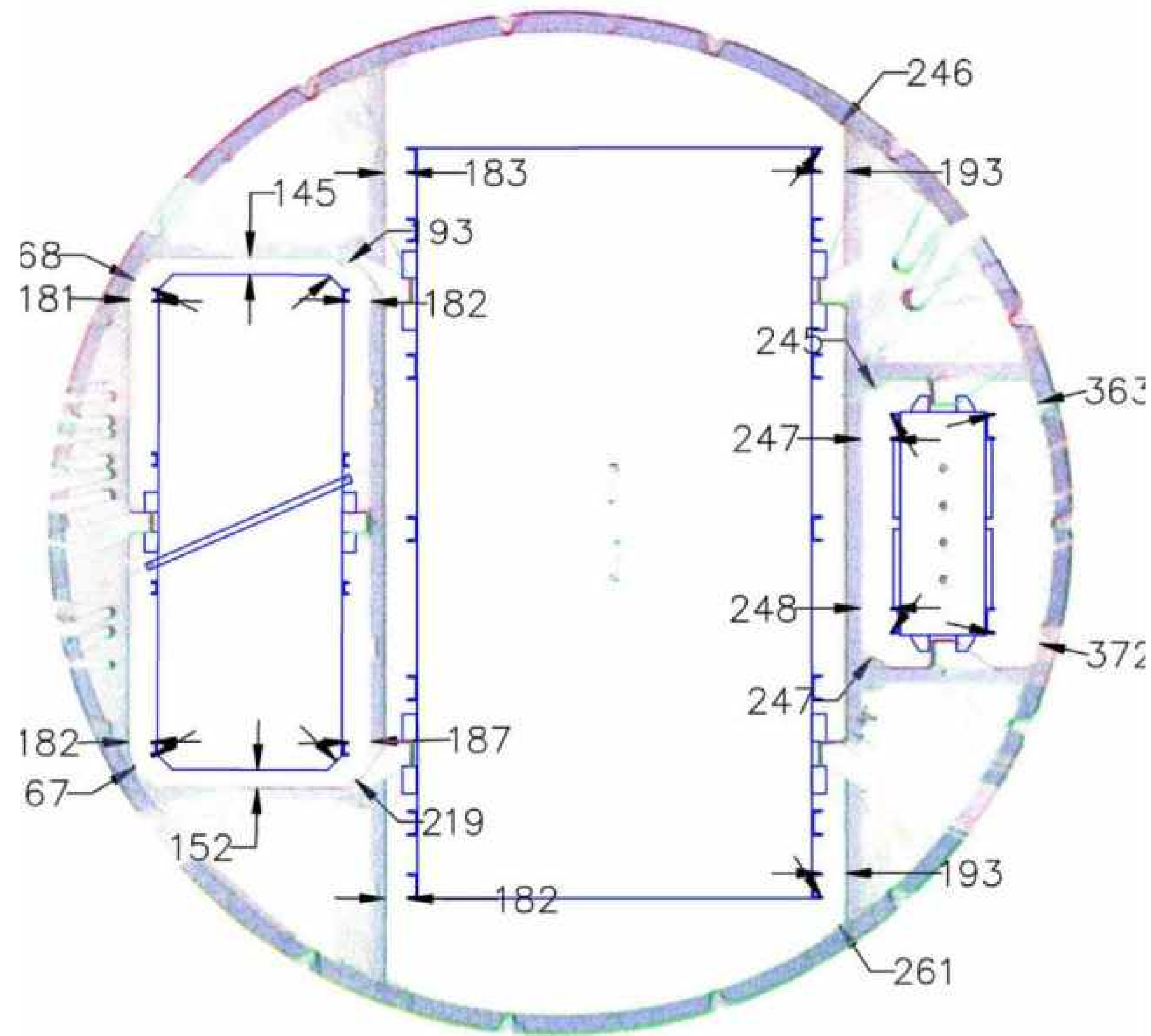


ЛИС-1 – станция профилирования проводников вертикальных шахтных стволов

Таблица 2 Отклонения проводников Ств. №1 скип 2 (2-1)

Номер яруса	Отклонение боковой грани К1, мм	Отклонение боковой грани К2, мм	Отклонение лобовой грани К1, мм	Отклонение лобовой грани К2, мм	Отклонение ширины колеи от проектной, мм	Износ проводника К1, мм	Износ проводника К2, мм	Фактическая отметка яруса, м
-12	0	0	0	0	13,5	0,1	0,3	40,753
-11	-1	-2	3	5	8,9	-0,4	1,8	37,537
-10	-5	4	-5	0	3,1	0,2	1,7	34,537
-9	0	-4	-1	2	3,1	-0,2	1,9	31,537
-8	2	0	2	-2	2,4	-0,2	2,1	28,537
-7	1	-5	3	0	2,3	-0,5	1,6	25,537
-6	-1	0	5	-2	5	-2,1	1,2	21,037
-5	1	0	-2	1	1,7	-0,7	1,3	18,627
-4	0	-2	-3	-1	1,5	-1,4	0,9	15,403
-3	-2	9	-1	-4	4,3	-2	1,1	12,403

ЛИС-1 – станция профилирования проводников вертикальных шахтных стволов



ЛИС-И – высокоточные инклинометры, способные объединяться в умную сеть

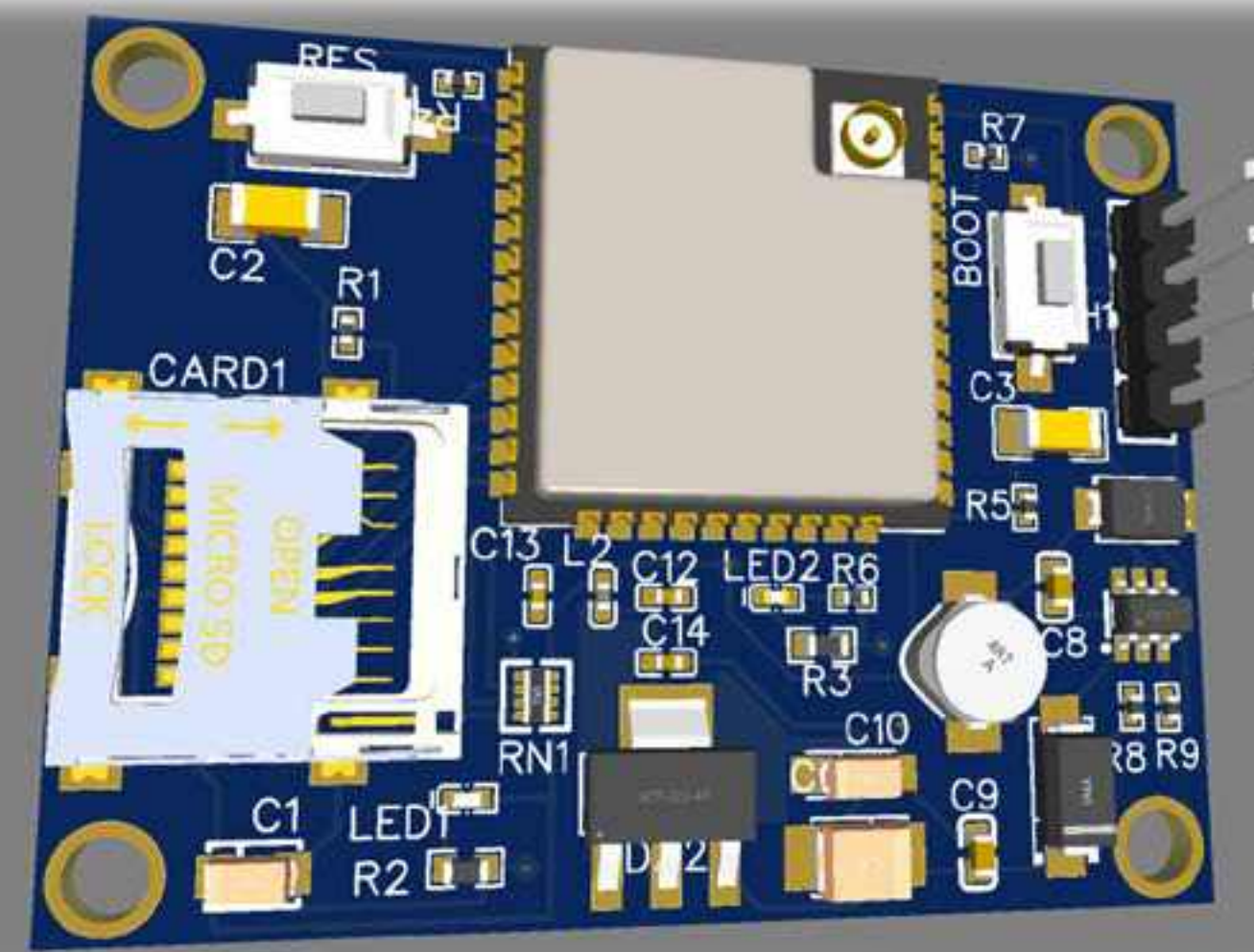
Основные технические характеристики	
Точность измерений	±0.05°
Диапазон измерений	±90° в двух взаимно перпендикулярных плоскостях
Время работы	≥ 3 лет без подзарядки
Рабочий температурный диапазон	-40°С до +40°С
Защита от внешних воздействий	IP65 (пылевлагозащита)
Вибростойкость	0.5–55 Гц, ускорение 10 м/с²
Срок службы	≥ 6 лет
Вес	0.5 кг
Стоимость 1 шт.	75 000 руб.



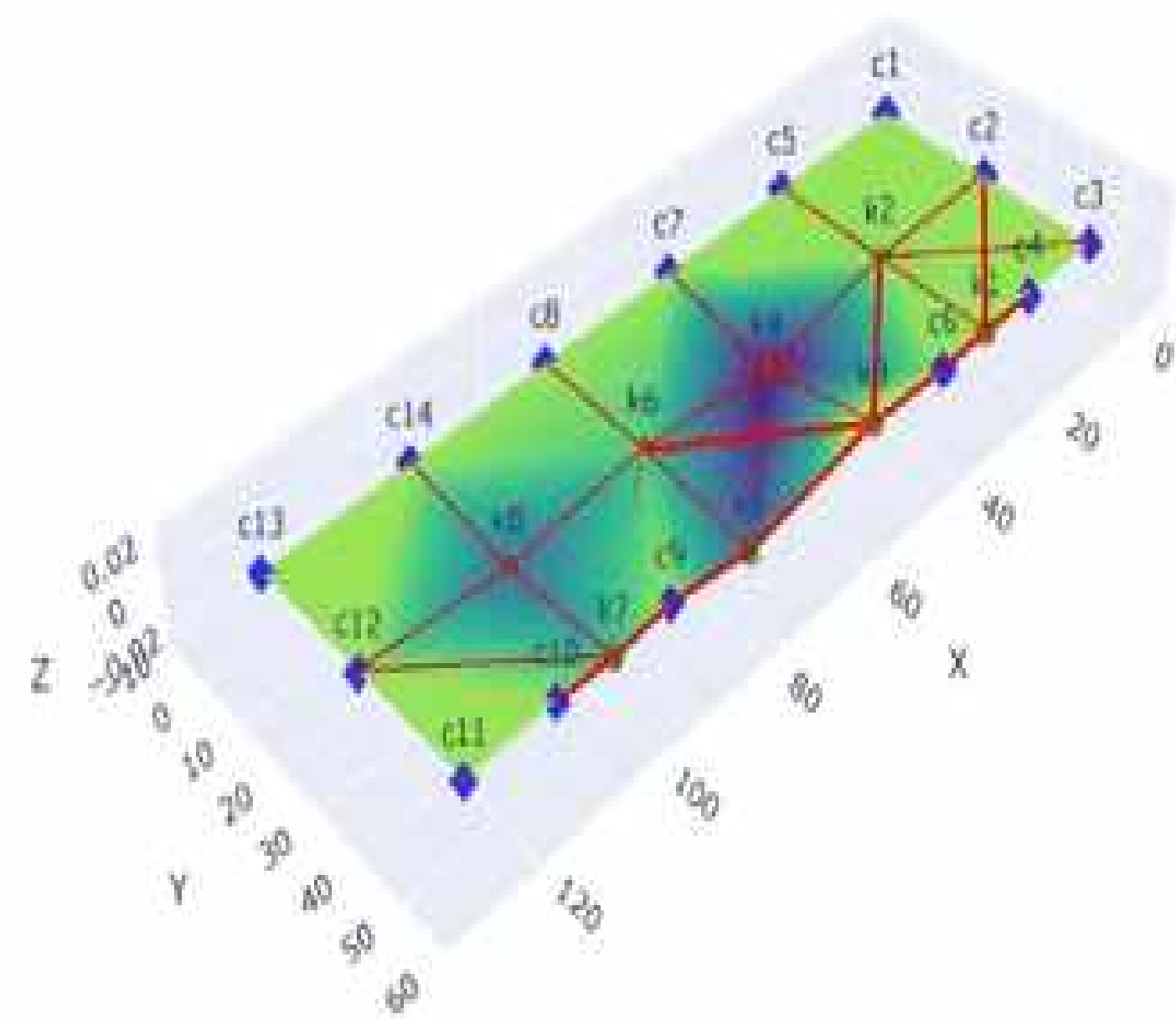
Декларация о соответствии требованиям
технического регламента
ЕАЭС N RU Д-РУ.РА10.В.69510/23

ЛИС-И – Инклинометр

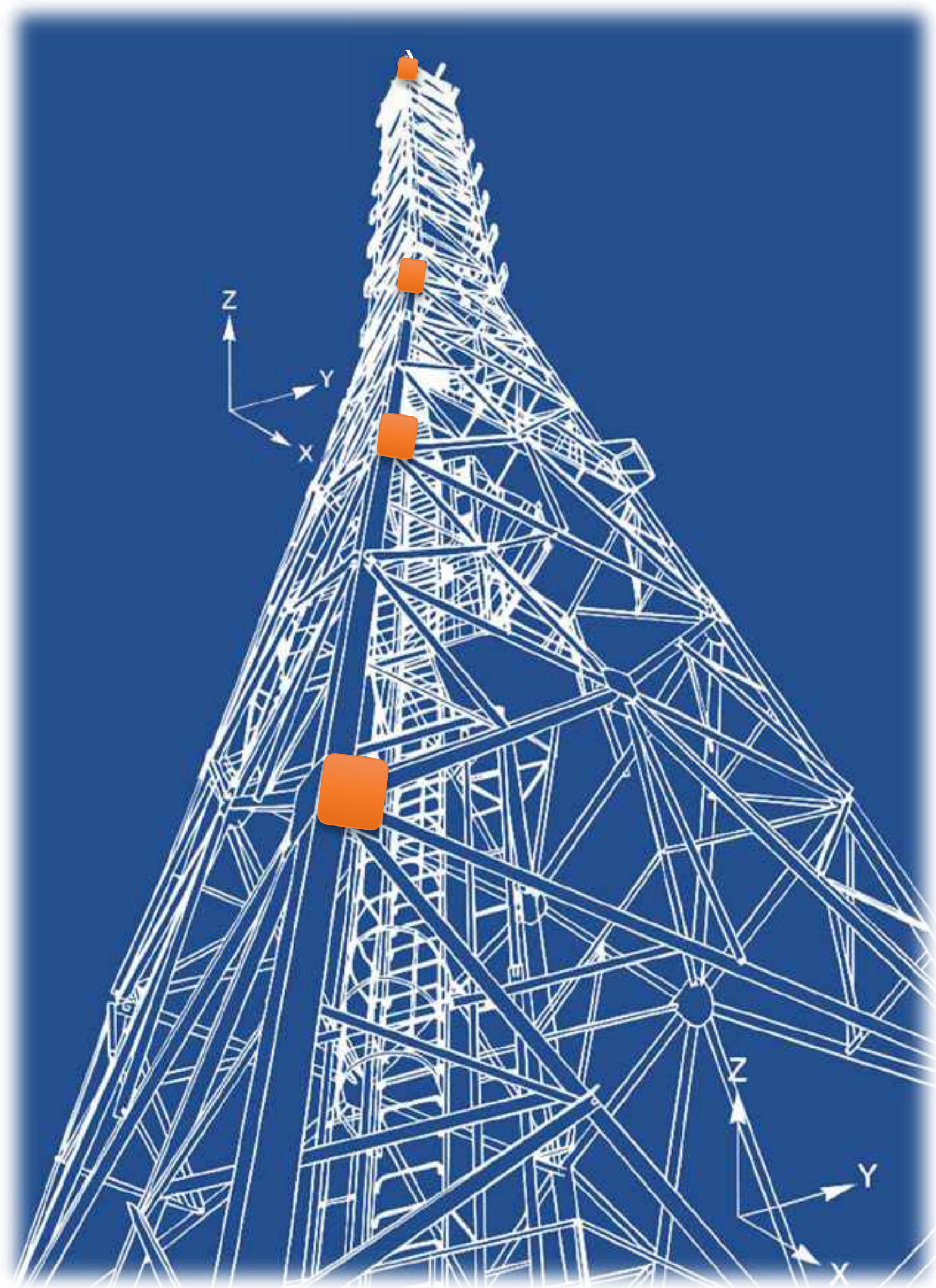
- Точность измерений $\pm 0,05^\circ$
- Автономное питание 3.3 В
- Передача данных Wi-Fi, Bluetooth, GSM, Lora
- Автономность – до 3-х лет без замены батареи
- Небольшие размеры 7.5 x 7.5 см.
- реализация «умной» системы автоматизированного мониторинга за деформациями объектов и сооружений
- динамический массив данных в реальном времени



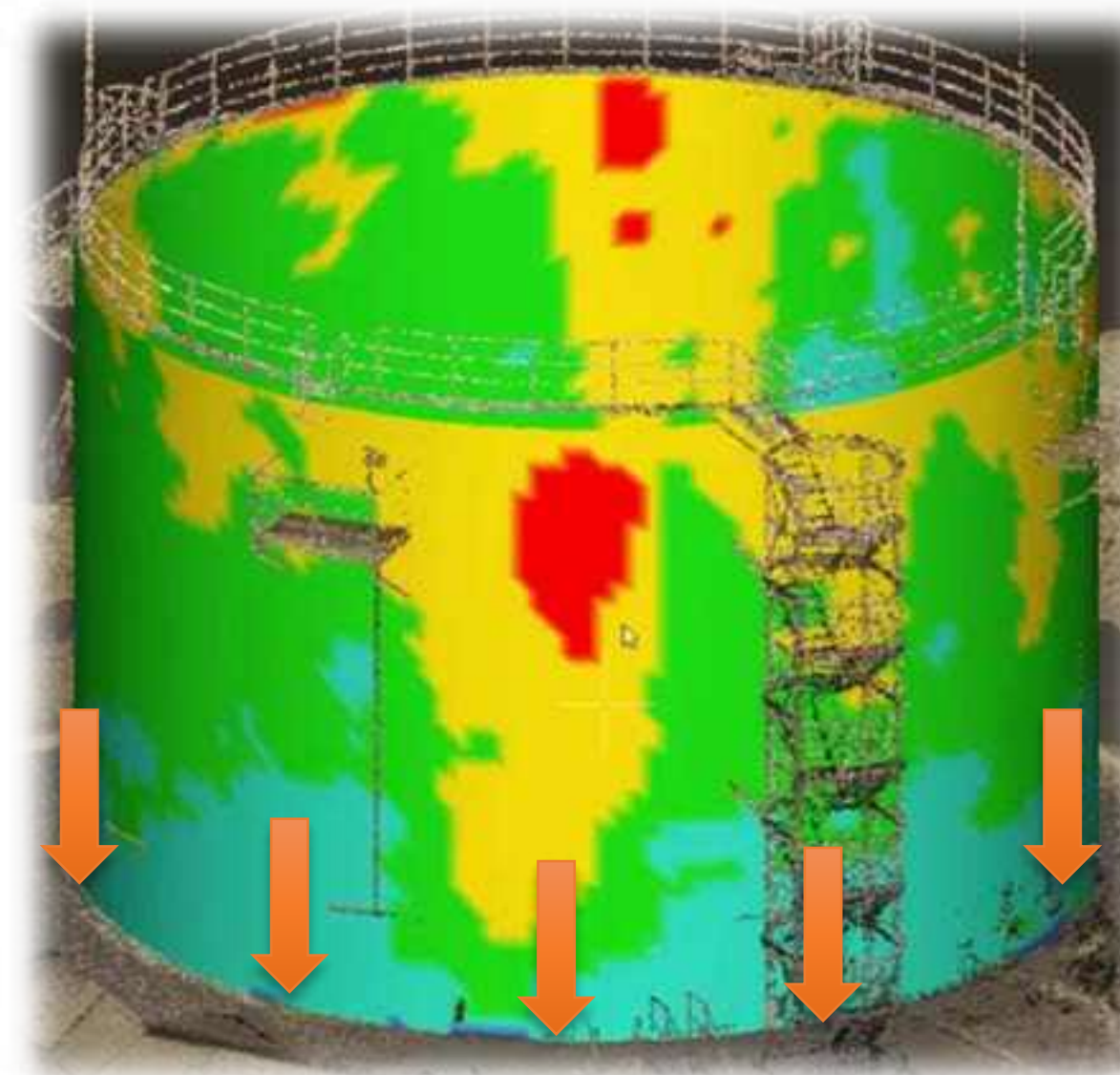
ЛИС-И – Инклинометр



ЛИС-И – Инклинометр



- Мониторинг наклона
- Мониторинг оседаний
- Динамический массив данных в реальном времени



Геомон – отечественный программный комплекс для деформационного мониторинга объектов горнодобывающего сектора

Дмитриев И.В.
Шоломицкий А.А.
Косарев Н.С.



Команда проекта



Научный руководитель проекта: доктор технических наук, профессор СГУГиТ



Архитектор проекта: более 15 лет в IT - разработке, профильное для данного проекта образование и опыт работы (IT в геодезии)

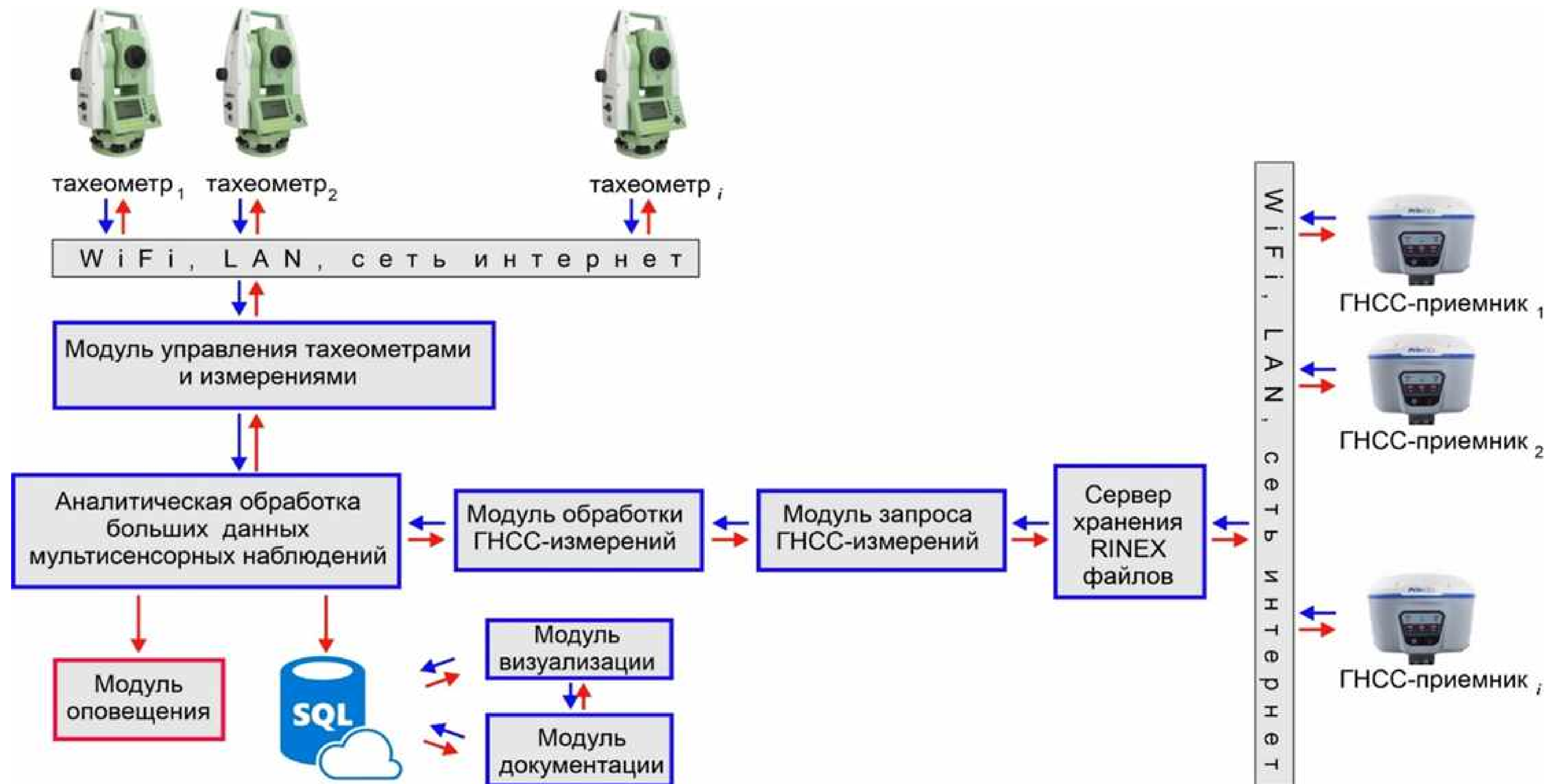


Разработчик спутниковой подсистемы: кандидат технических наук, доцент СГУГиТ



Разработчик программного обеспечения: более 20 лет работы в сфере IT

Архитектура программного обеспечения Геомон



Состоит из двух подсистем – геодезической подсистемы автоматических измерений роботизированным и электронными тахеометрами и спутниковой подсистемы

Геодезическая подсистема программного обеспечения Геомон



Мониторинг [Database: макет.DB]

Проект Запросы Вид Помощь

Объект Измерения Анализ Документ

☐ автоматически

1 Инструмент

Инструмент: Leica TCR1201+

$m_\alpha = 1.5$ COM-port: COM7

$m_\beta = 1.5$ Задержка: 2500 мс

$m_d = 0.5$ + 2.0 ppm

$m_i = 0.0$ $m_v = 0.0$

2 Измерения и допуски

Измерения: Кл и КП Число: 2

Допуски на Online-измерения

$\Delta_\alpha = 15.0$ $\Delta_\beta = 15.0$ $\Delta_\gamma = 1.0$ мм

Область поиска: 0.6 градус

☒ Замыкание

3 Установка тахеометра

Точка стояния: T1

X = 1.0519 Y = 14.7446 Z = -1.4155

4 Ориентирование

ОПОРНЫЕ ТОЧКИ ОБЪЕКТА: Макет 31

Имя	X, м	Y, м	Z, м	Отр.
ОП1	0.0000	0.0000	0.0000	3
ОП2	3.9400	0.0000	-0.0402	3

1 Начать измерения

5 Мониторинг

Предыдущая дата изме...

Имя	Xп, м	Yп, м
B1	4.7172	8.3773
B2	4.7131	9.0297
B3	4.7161	9.0391
B4	4.7127	9.5473
M1	4.7149	12.7571
M2	4.7253	13.5918
M3	4.7301	13.9678
D1	4.7349	17.7426
D2	4.7403	18.0486

Точка: B3 [Отр.:3 Инструмент: Leica TCR1201+ Станция:]

Гор. Угол	d(ГУ)	Верт. Угол	d(ВУ)	Длина, м	d(L), мм	Круг
325 21 27.8	9.65	5 48 6.2	2.50	6.8160	0.03	Лев
325 21 28.0	9.85	5 48 6.1	2.40	6.8159	-0.07	Лев
325 21 8.3	-9.85	5 48 1.3	-2.40	6.8161	0.13	Прав
325 21 8.5	-9.65	5 48 1.2	-2.50	6.8159	-0.07	Прав

325 21 18.2 4.88 5 48 3.7 1.23 6.81597 0.04

Очистить Принять Выход 4 режим фокусировки

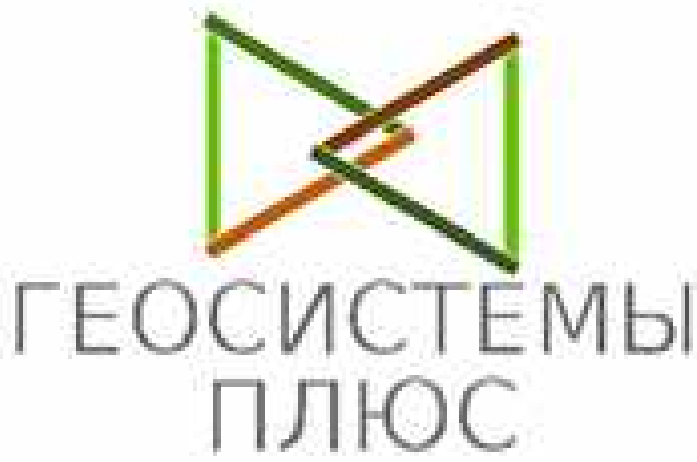
☒ Принять ☒ Измерить ☒ Пропустить

ГУ ВУ Круг Лев

2 Уравнять 3 Записать

Администратор Макет 31 23.01.2023

Спутниковая подсистема программного обеспечения Геомон



GeoMon ГНСС

Key	Value
Станции	0
Сеансы	0
Векторы	0
Подвекторы	0
Обновлен	3:49:53
Обработано	нет
Уравнено	нет

Порт Вх. 9020

Порт Вых. 9050

Тестовое сообщение

Действия

Создание проекта

Загрузка файлов с FTP-сервера:

файл: staticprin/repo/record_3/20250521/rinex/NSVB140

Расписание

5/21/2025 12:05:00 PM

5/21/2025 1:05:00 PM

5/21/2025 2:05:00 PM

5/21/2025 3:05:00 PM

5/21/2025 4:05:00 PM

5/21/2025 5:05:00 PM

5/21/2025 6:05:00 PM

5/21/2025 7:05:00 PM

5/21/2025 8:05:00 PM

5/21/2025 9:05:00 PM

5/21/2025 10:05:00 PM

5/21/2025 11:05:00 PM

5/22/2025 12:05:00 AM

5/22/2025 1:05:00 AM

5/22/2025 2:05:00 AM

Текущее действие

СТОП

Сообщения

3:43:40 PM Opening Connection::0

3:49:48 PM Запуск нового скрипта 12:05:00 PM

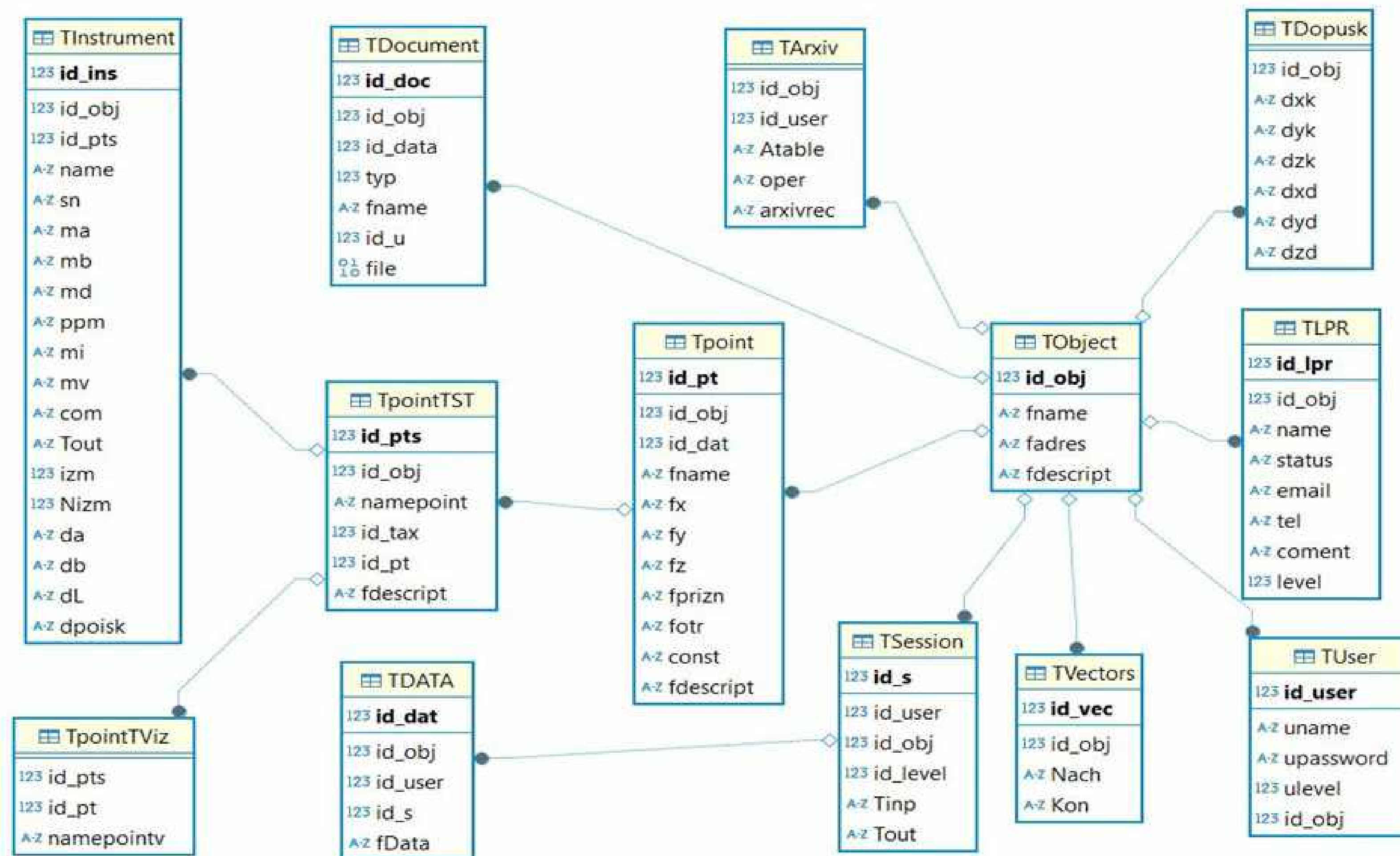
3:49:48 PM Сохранение проекта: C:\Users\Satellite\Desktop\Разработки\Soft\RouteGNSS\GeoM

3:49:48 PM FTP Download: staticprin/repo/record_3/20250521/rinex/NSVB140L.250 To: C:\Users\

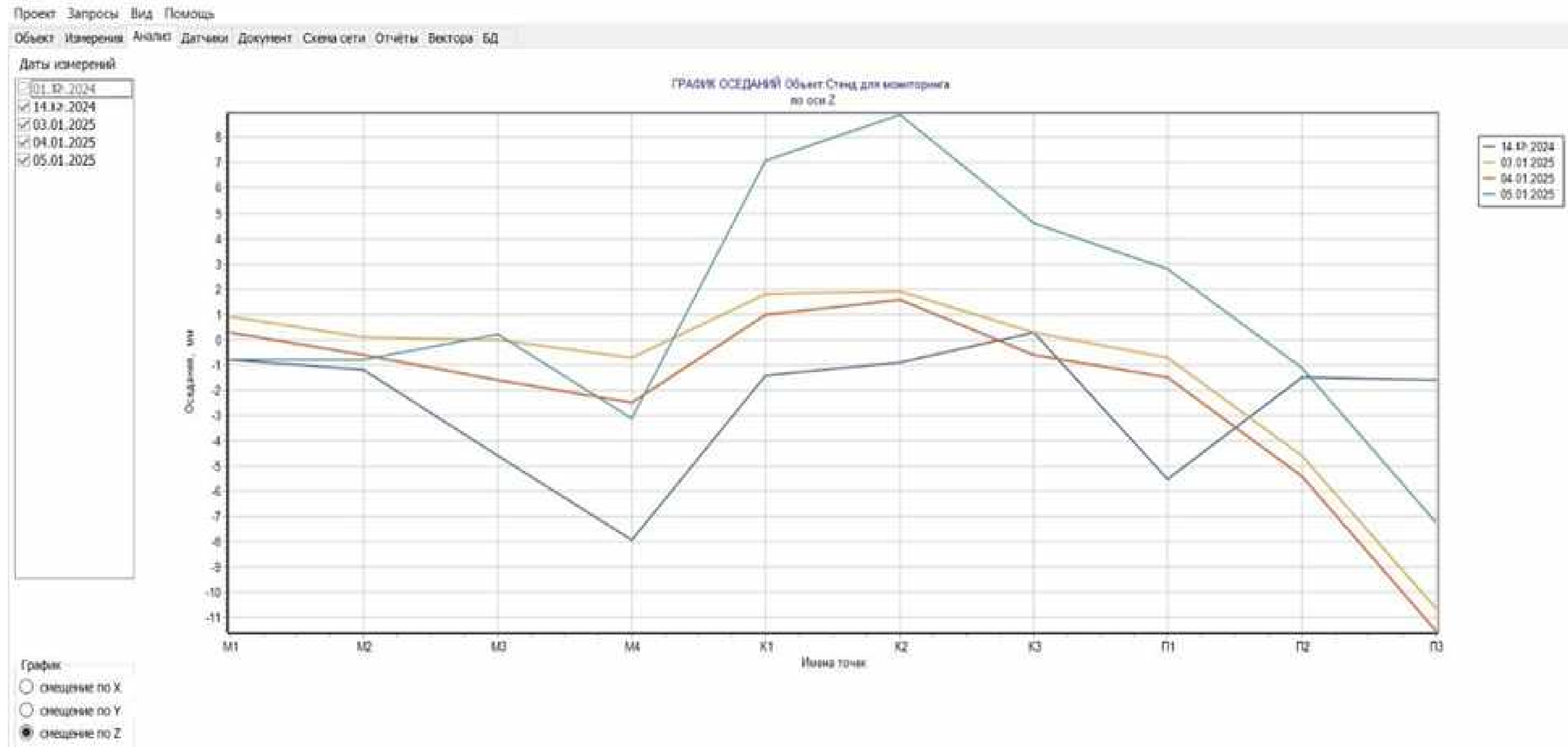
3:49:53 PM Failed after 3 retries. Error: The system cannot find the file specified.

Закреть

Схема базы данных программного обеспечения Геомон



Пример реализации анализа деформаций



Объекты, где использовалось программное обеспечение



1. Аквапарк «АКВАМИР», г. Новосибирск
2. Пространственный эталонный базис СГУГиТ им. О.П. Сучкова, г. Новосибирск
3. Дворец водных видов спорта, г. Душанбе (Таджикистан)
4. Чеченский цементный завод, г. Грозный
5. Тестовый полигон мониторинга СГУГиТ, г. Новосибирск



Контакты



Игорь Васильевич Дмитриев

тел.: +7 913 922 3804

email: i.dmitriev@geosystemsplus.ru



Использование мобильного лазерного сканирования при геодезическом обеспечении горных работ

Докладчик: Комаров И.Р.
Компания: ООО "РУСГЕОКОМ"

Комаров И.Р.

- 5+ ЛЕТ РАБОТЫ С 3D-СКАНИРОВАНИЕМ
- 50+ ПРОЕКТОВ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ
- СПЕЦИАЛИСТ ПО 3D-СКАНИРОВАНИЮ
КОМПАНИИ ООО «РУСГЕОКОМ»
- ПРЕПОДАВАТЕЛЬ КАФЕДРЫ «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОДЕЗИЯ»,
МИИГАИК



Актуальность задачи

Требуются новые методы оперативного получения пространственных данных.

2016-2018

Появление первых коммерческих SLAM-сканеров

2021-2022

Выход технологий SLAM на рынок РФ

2025 →

Интеграция в геодезию и недропользование

2019-2020

Активное развитие мобильных систем сканирования

2023-2024

Рост применения в промышленности и строительстве

Особенности горных работ

**СЛОЖНАЯ ГЕОМЕТРИЯ
ВЫРАБОТОК**

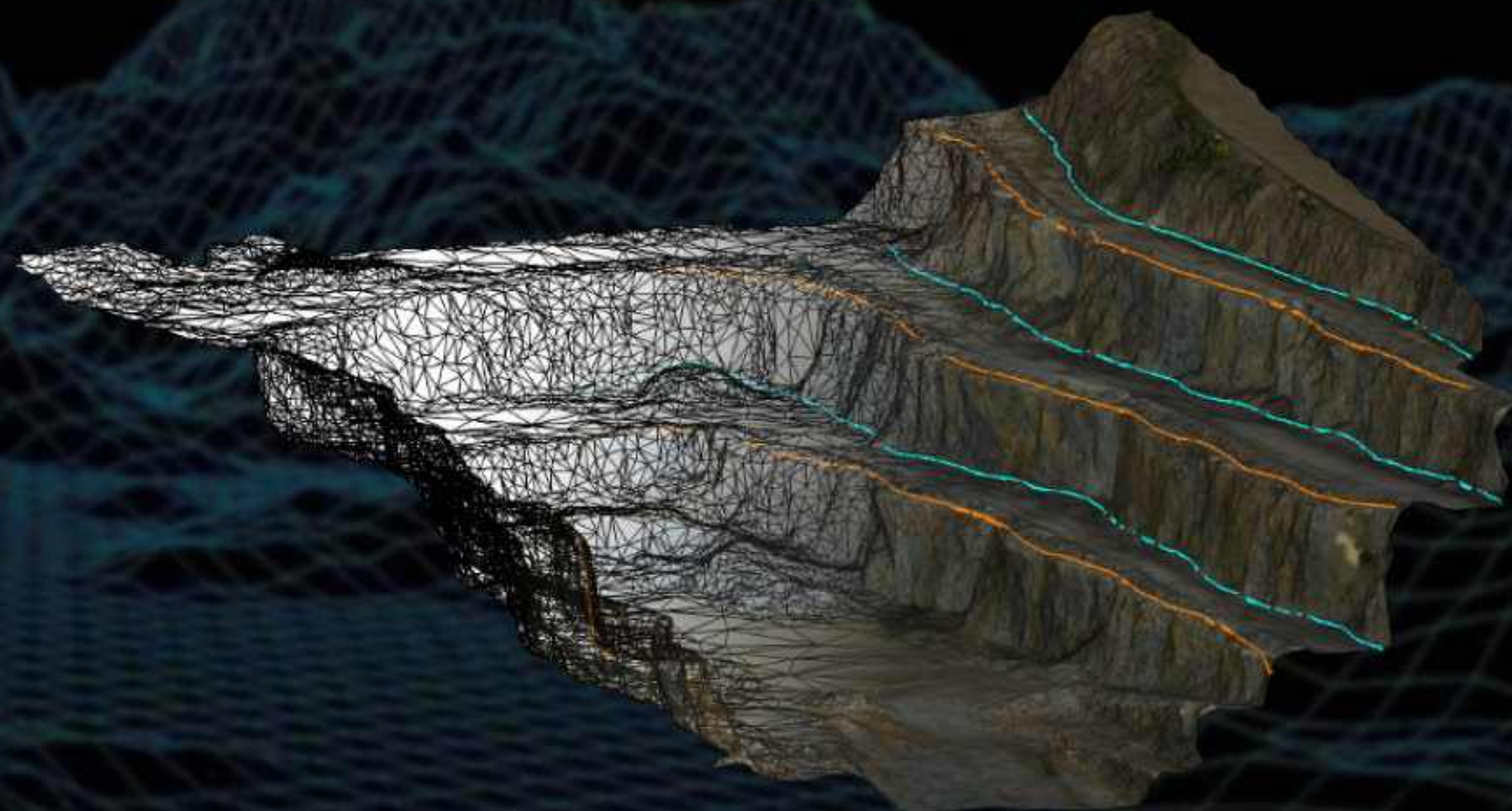
**ВЫСОКАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ
СЪЁМКИ**

ОТСУТСТВИЕ GNSS

Особенности горных работ

ПОВЫШЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К
БЕЗОПАСНОСТИ

ОГРАНИЧЕННОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ
МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ДАННЫХ

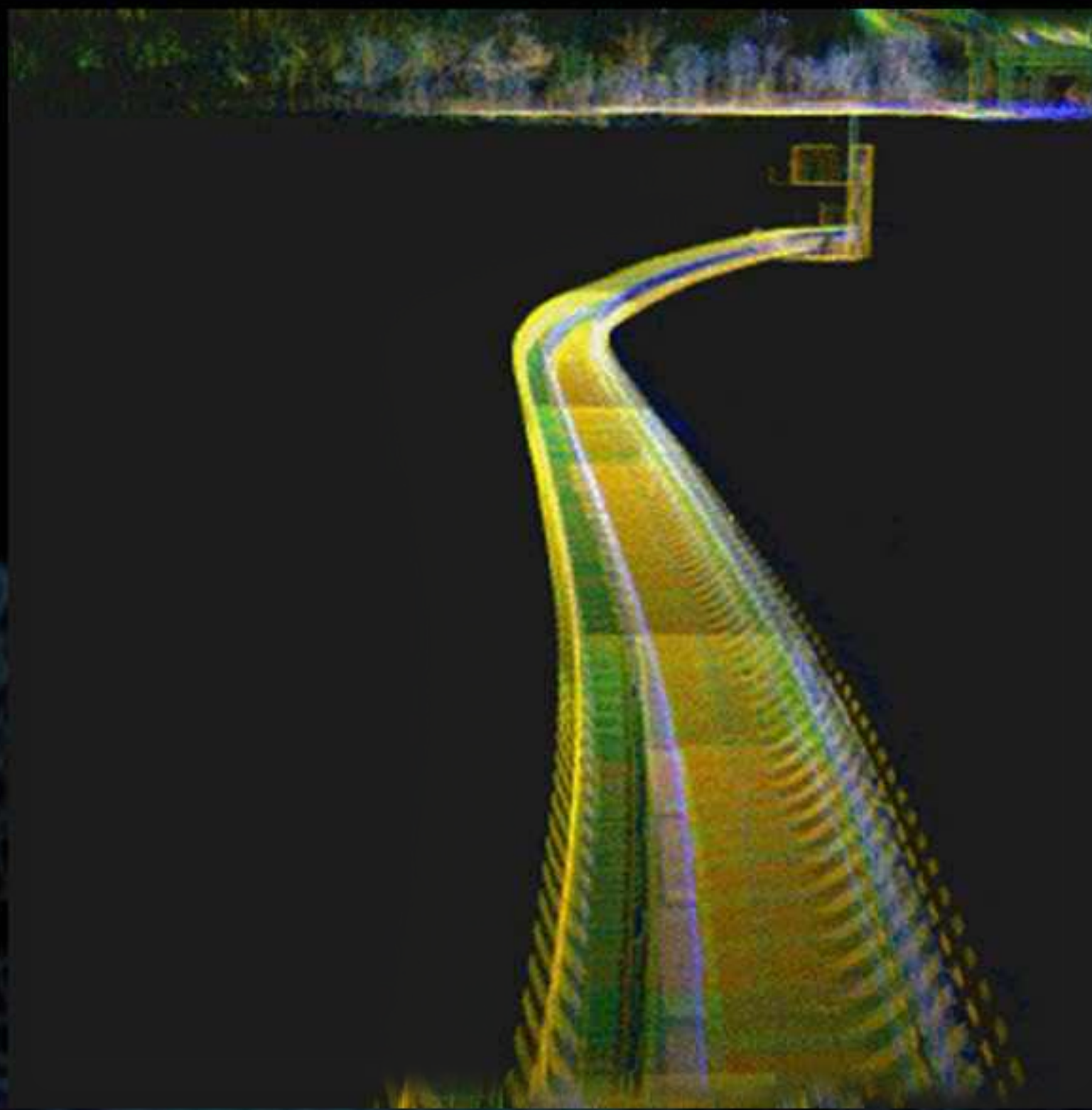


Мобильное лазерное сканирование



Типы

Носимые, автомобильный, БПЛА, роботизированные системы.



Данные съемки

Формирует плотное облако точек, отражающее геометрию объекта.



Технология

Метод получения пространственных данных на основе лазерного сканирования.

Технология SLAM

- **SLAM (АНГЛ. SIMULTANEOUS LOCALIZATION AND MAPPING — ОДНОВРЕМЕННАЯ ЛОКАЛИЗАЦИЯ И ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ).**

В современном мире, где технологии постоянно развиваются, 3D-сканирование становится все более востребованным в различных областях.

От архитектурного проектирования до машиностроения, от криминалистики до геодезии, точное и быстрое создание трехмерных моделей становится ключевым фактором успеха.

В основе лазерных SLAM-сканеров лежит технология одновременной локализации и картографирования, которая позволяет устройству одновременно определять свое местоположение в пространстве и создавать карту окружающей среды с геодезической точностью.



Ключевые датчики, используемые в SLAM



ОСНОВНЫМ ЯВЛЯЕТСЯ LIDAR — ЛАЗЕРНЫЙ ДАЛЬНОМЕР, КОТОРЫЙ ФОРМИРУЕТ ПЛОТНОЕ ТРЁХМЕРНОЕ ОБЛАКО ТОЧЕК, ОТРАЖАЮЩЕЕ ГЕОМЕТРИЮ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

ИНЕРЦИОННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ (IMU) — ФИКСИРУЮТ ДВИЖЕНИЕ И ОРИЕНТАЦИЮ.

КАМЕРЫ (ОПТИЧЕСКИЕ ИЛИ СТЕРЕО) — АНАЛИЗИРУЮТ ВИЗУАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕКСТУРЫ.

Преимущества МЛС по сравнению с традиционными методами съёмки

①

Быстрое получение и информативность данных

②

Гибкость и адаптивность

③

Точность, адаптированная к промышленным задачам

④

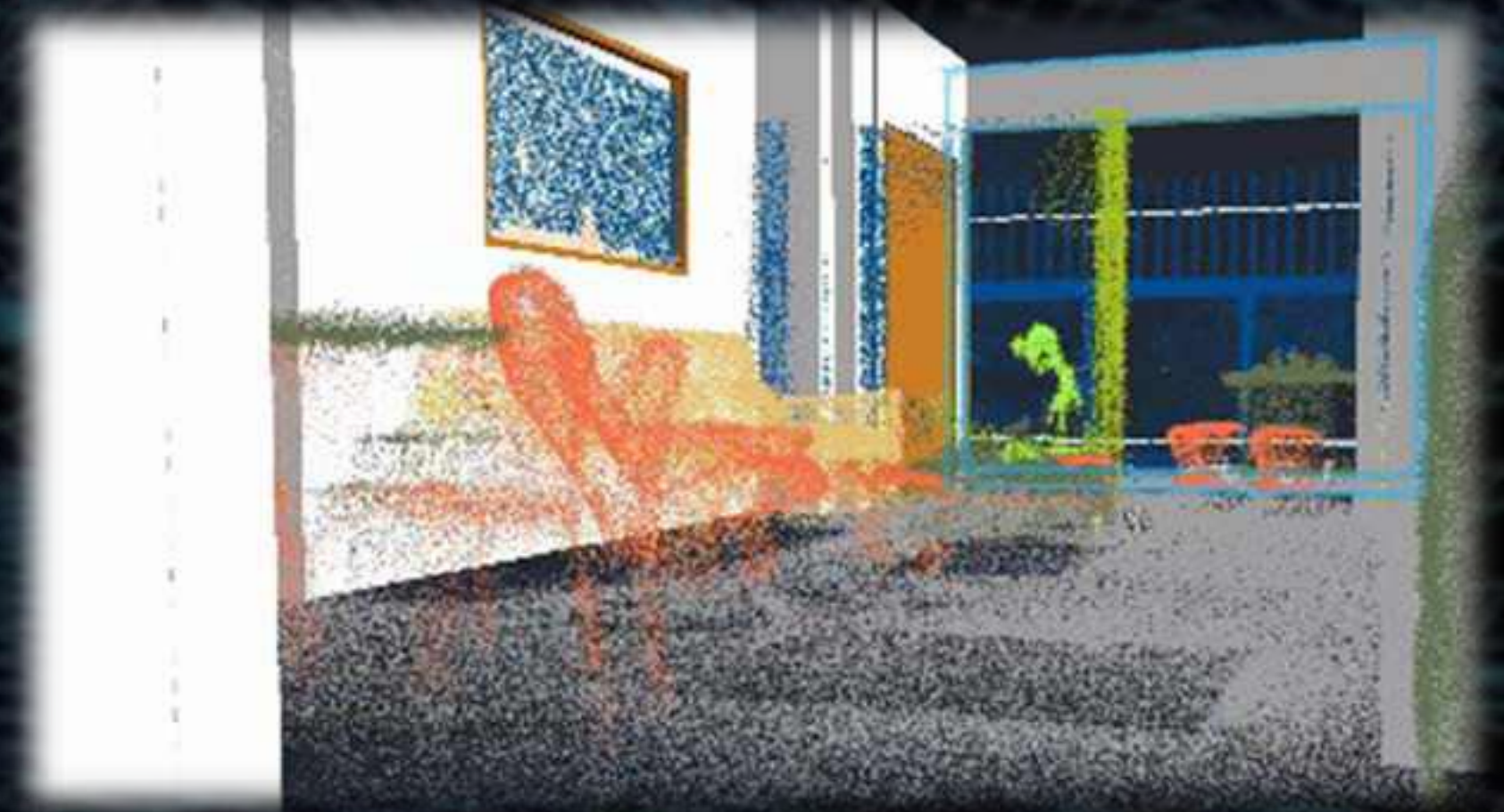
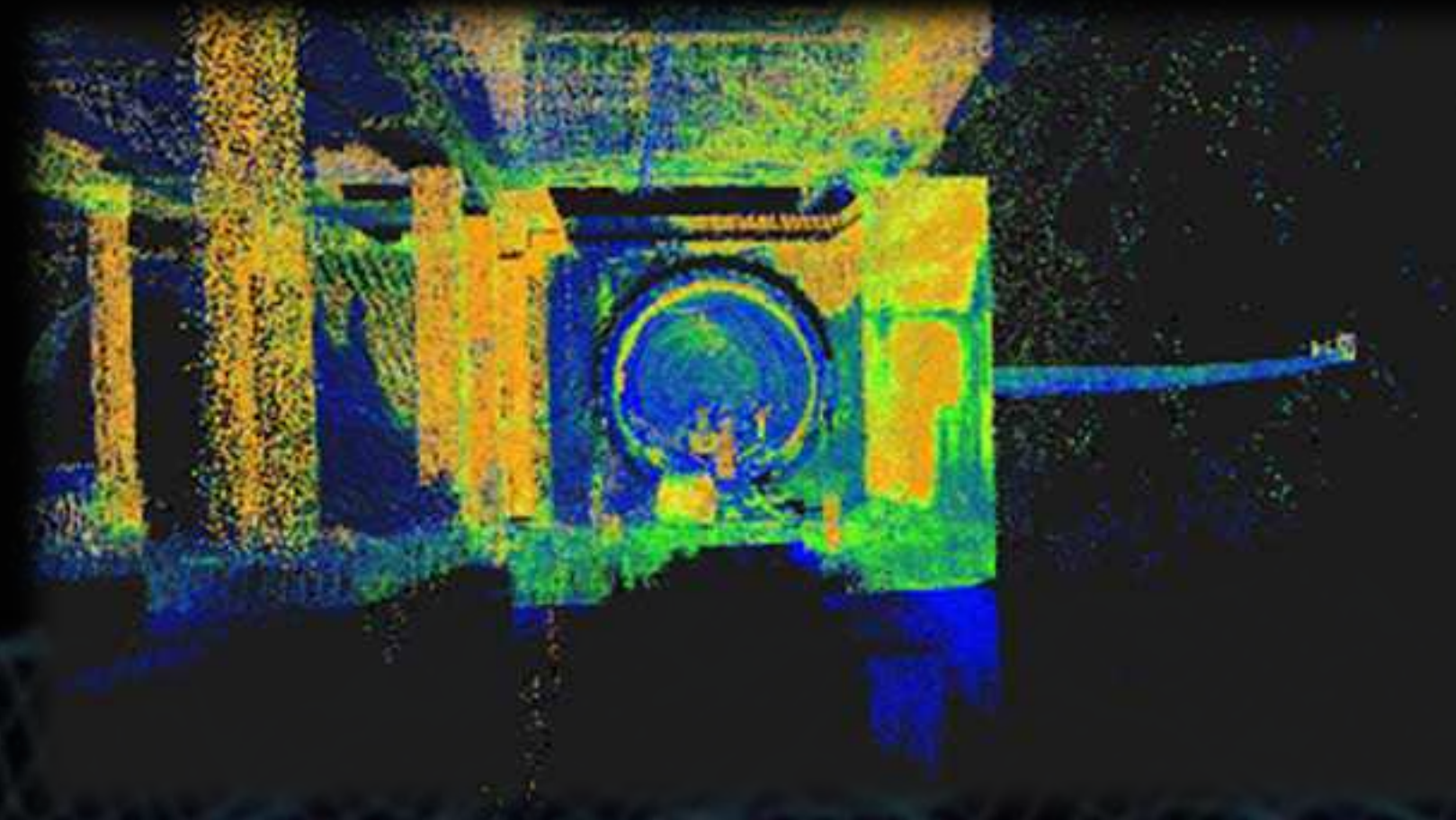
Повышенная безопасность

Метод	Время	Скорость	Тип данных
Тахеометр	Часы	Низкая	Отдельные точки
МЛС	Минуты	Высокая	Облако точек

Важное уточнение: МЛС применяется как с опорой на геодезическую сеть и марки, так и в автономном режиме (без внешней привязки)

Примеры активного использования SLAM

- КАДАСТРОВЫЕ РАБОТЫ
- ПОДСЧЕТЫ ОБЪЕМОВ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ
- ОБЪЕМОВ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ
- ДОБЫЧА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ
- ТАКСАЦИЯ ЛЕСА



Примеры активного использования SLAM

- МОНИТОРИНГ СТРОИТЕЛЬСТВА

- КИНОИНДУСТРИЯ

- СОЗДАНИЕ ВИДЕОИГР

- КРИМИНАЛИСТИКА



Применение МЛС в горных работах

1	2	3	4
Оперативная съёмка тоннелей и горных выработок	Безопасная инспекция опасных зон	Точное определение объёмов складировуемых материалов	Геотехнический мониторинг и выявление изменений

Примеры использования МЛС при геодезическом обеспечении горных работ

- **АКТУАЛЬНАЯ ЛИНЕЙКА СКАНЕРОВ XGRIDS НАСЧИТЫВАЕТ 2 СКАНЕРА В РАЗЛИЧНЫХ КОНФИГУРАЦИЯХ**
- **РЕГИСТРАЦИОННЫЙ НОМЕР В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ – 95947-25.**
- **Slam сканеры XGRIDS соответствуют строгим стандартам качества и точности, установленным государством, что позволит вам работать в официальных государственных проектах и коммерческих заказах.**



Lixel L2 Pro



Lixel Kity K1

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SLAM СКАНЕРА XGRIDS LIXEL L2 PRO:

ЭТАП 1

- Рекогносцировка
- Создание опорных марок
- Сканирование



ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SLAM СКАНЕРА XGRIDS LIXEL L2 PRO:

ЭТАП 2

- Выполнение съёмки
- Площадь съёмки: 1 га
- Время съёмки: 25 мин
- Вес готового материала: 50 гб
- Условия съёмки: 10 гр



ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SLAM СКАНЕРА XGRIDS LIXEL L2 PRO:

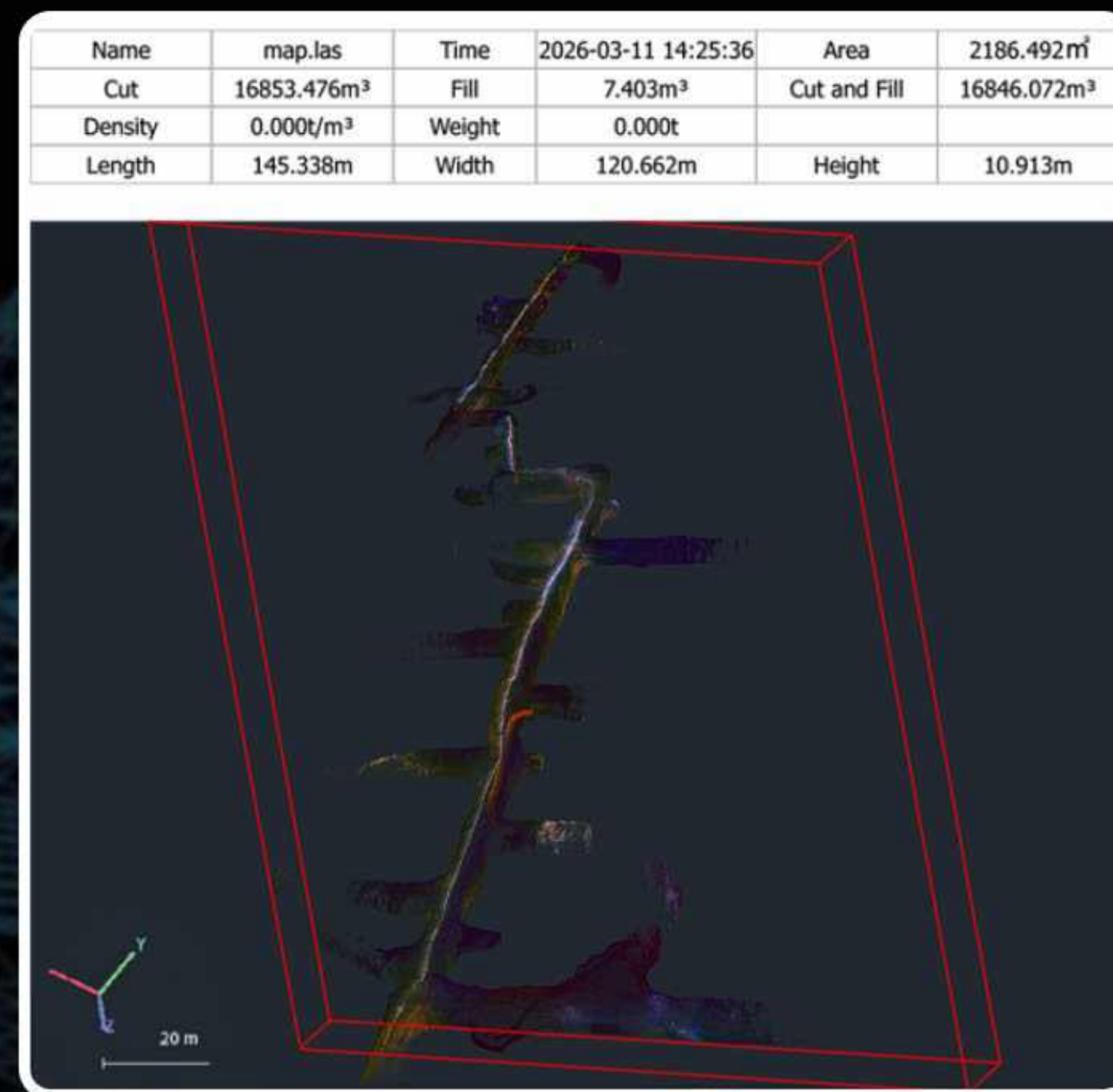
ЭТАП 2

- Выполнение съёмки
- Площадь съёмки: 1 га
- Время съёмки: 25 мин
- Вес готового материала: 50 гб
- Условия съёмки: 10 гр



ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SLAM СКАНЕРА XGRIDS LIXEL L2 PRO:

- Получение отчёта
- Итог:
Получена площадь сканируемого объекта
и сделан расчет объема



A 3D wireframe visualization of a terrain surface, rendered in a dark blue/cyan color. The surface is composed of a grid of lines forming a mesh that follows the topography of the land, showing various peaks and valleys. The background is solid black.

Пример рабочей ситуации для съемки
стартовой поверхности для последующего
расчета объема земляных масс

Пример использования SLAM сканера XGRIDS LixeI L2 PRO:

ЭТАП 1

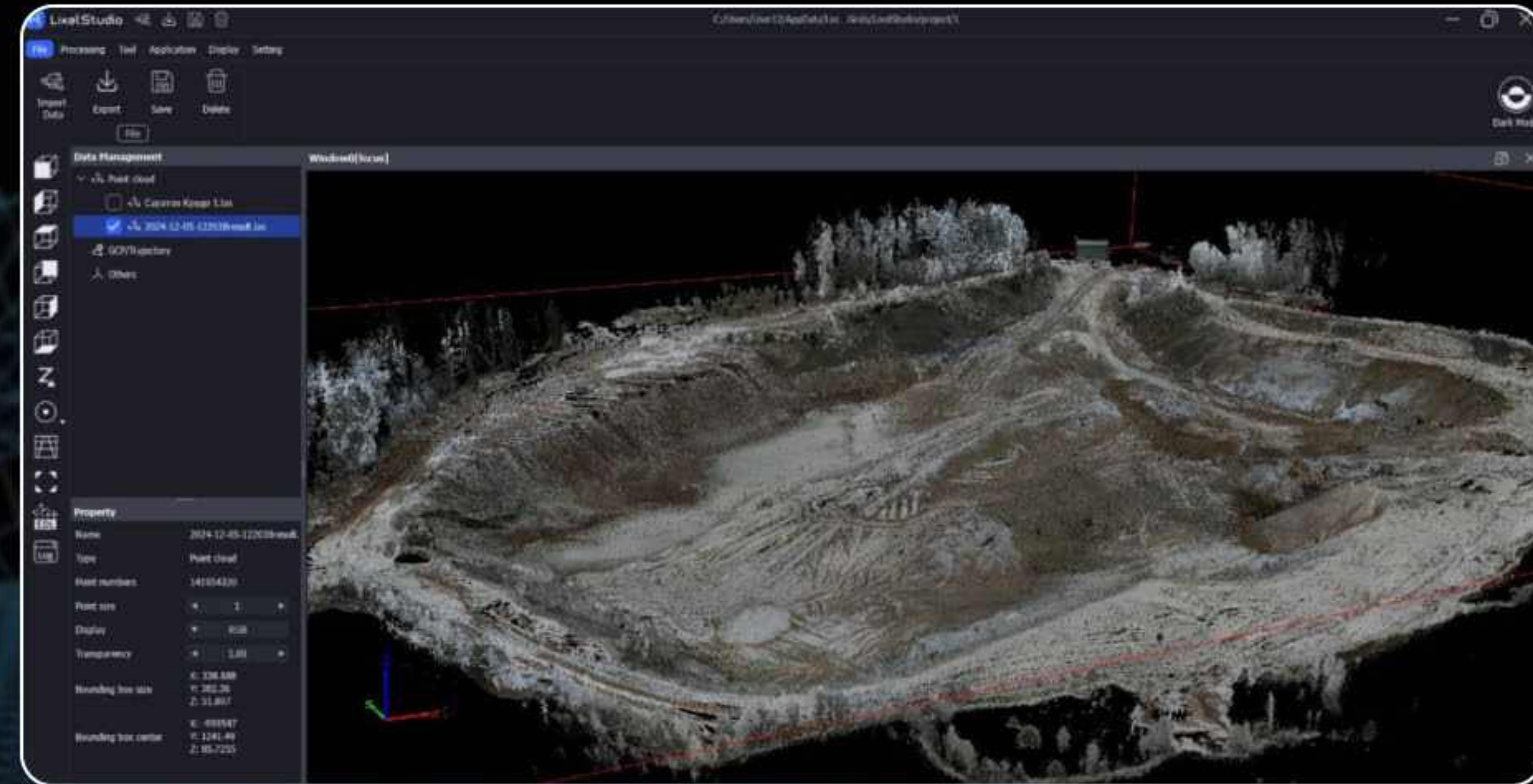
- Выполнение съёмки
- Площадь: 5 га
- Задействовано специалистов: 1 человек
- Время съёмки: 21 мин
- Объем полученных данных: 83 Гб
- Условия съёмки: 0 градусов цельсия



Пример использования SLAM сканера XGRIDS Lixel L2 PRO:

ЭТАП 2

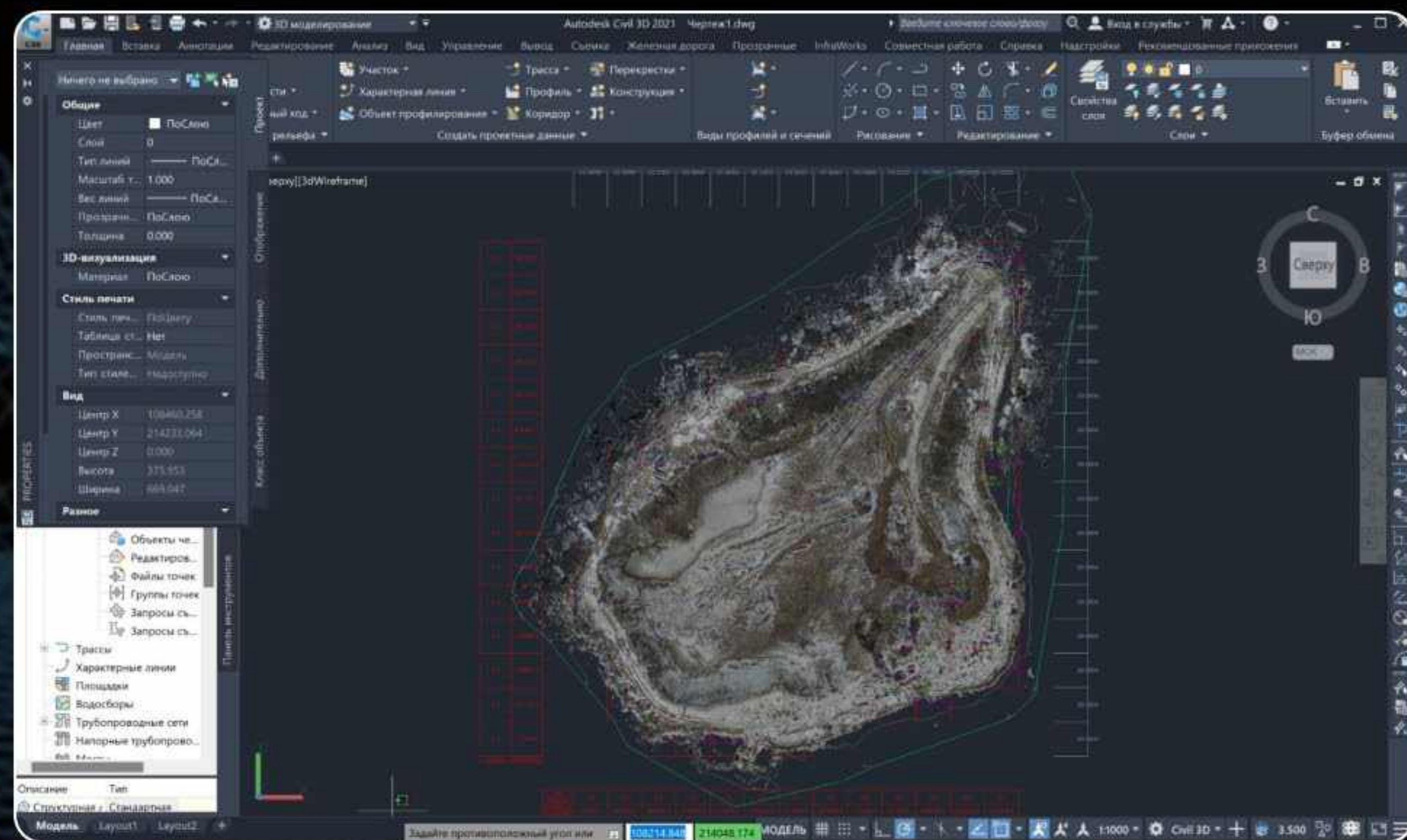
- Выполнение съёмки: промежуточный этап разработки карьера
- Площадь: 5 га
- Зайствовано специалистов: 1 человек
- Время съёмки: 25 мин
- Объем полученных данных: 70 Гб
- Условия съёмки: -10 градусов цельсия



Пример использования SLAM сканера XGRIDS LixeI L2 PRO:

ЭТАП 3

- Финальная обработка в AutoCAD Civil 3D
- Итог:
Получен план земляных работ



Перспективы развития МЛС

● БОЛЕЕ УСТОЙЧИВЫЕ АЛГОРИТМЫ



● ИНТЕГРАЦИЯ AI



● МУЛЬТИПЛАТФОРМЕННЫЙ SLAM-МОНИТОРИНГ



Выводы

①

МЛС, и в особенности мобильные LiDAR-SLAM системы XGRIDS, существенно трансформирует практику ведения подземных горных работ.

②

SLAM обеспечивает сочетание безопасности, высокой скорости получения данных и точности измерений, что позволяет эффективно решать задачи без прокладки дополнительных тахеометрических ходов.

③

Работа с использованием SLAM сканеров сокращает численность персонала, время полевых и камеральных работ, что в совокупности приводит к снижению стоимости выполнения съёмки.

Благодарим за внимание

RUSGEOCOM.RU



ОБОРУДОВАНИЕ

RUSGEO.COM



УСЛУГИ

ООО «ФН Системы»

IT-компания, разработчик и производитель
российских систем управления
строительной техникой

СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НЦБ

ФН СИСТЕМЫ

Создание компании АПРЕЛЬ 2023



В 2023 году, когда многие компании закрывались, а мировые бренды покидали рынок, была основана компания «ФН Системы». Сила нашей команды — это инженеры мирового уровня с опытом работы в Topcon и JAVAD GNSS. Более 20 лет они создают 3D Системы нивелирования, а специалисты по дистрибуции свыше 15 лет успешно их устанавливают и обслуживают.



+ 000 СОТРУДНИКОВ

+ 000 СИСТЕМ В ГОД
Производственные
МОЩНОСТИ

+ 000 ГОРОДОВ
Присутствия

ФН СИСТЕМЫ

Начало серийного производства российских
3D Систем нивелирования КУБ - АПРЕЛЬ 2025



1млрд

Объём инвестиций
в проект



RU СДЕЛАНО
В РОССИИ

+ 090 СОТРУДНИКОВ

× 250 СИСТЕМ В ГОД
Производственные
мощности

× 015 ГОРОДОВ
Присутствия

Сила компании

ФН СИСТЕМЫ



01

Центр
разработки

02

Собственный
полигон

03

Подразделение
продаж

04

Производственная
площадка

05

Сервисная
служба

Современному государству необходим технологический суверенитет при создании объектов критической инфраструктуры.

Наша миссия - обеспечить производственные компании современным оборудованием необходимым для соответствия высоким темпам строительства и качеству реализуемых проектов, способствуя росту производительности и снижению эксплуатационных затрат

МИССИЯ И ЦЕЛИ КОМПАНИИ ФН СИСТЕМЫ

01

Создание надежных и независимых российских 3D Систем нивелирования для спецтехники

02

Достижение максимального уровня локализации производства, совершенствование испытательных и сборочных процессов

03

Обеспечение стабильного качества и достаточного объёма серийного производства Систем

04

Создание устойчивой дилерской сети, обеспечивающей высокий уровень поддержки пользователей

3D Системы НЧБ



В настоящий момент мы предлагаем 3D технологию, позволяющую вести такие работы как:

- Контроль контуров рудного тела
- Высокоточное формирование полигонов выщелачивания
- Контроль выемки обеззолоченой руды на объектах динамического выщелачивания
- Высокоточное позиционирование рабочего органа машины при устройстве шламохранилищ, хвостохранилищ
- Формирование отвалов в точном соответствии с проектом



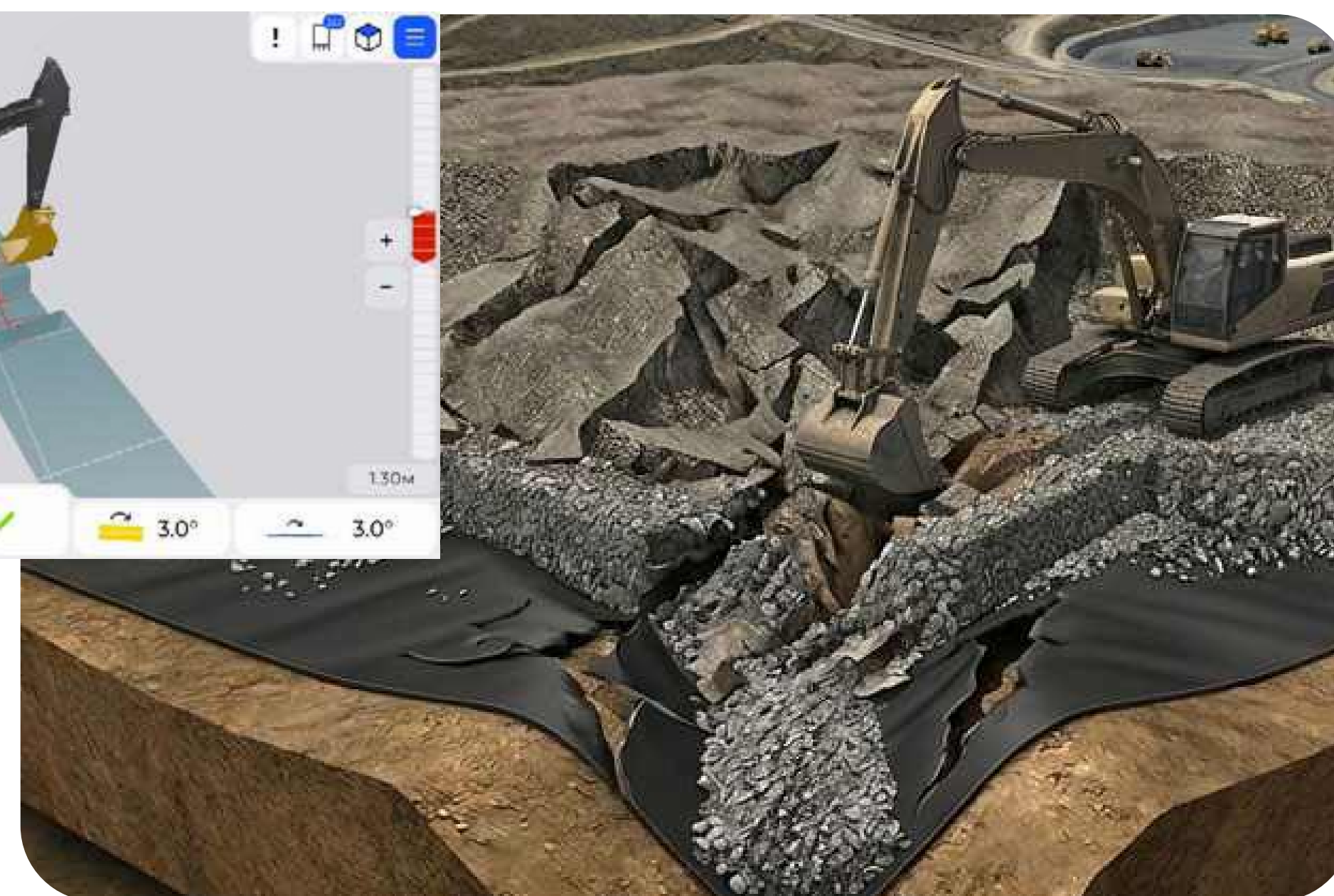
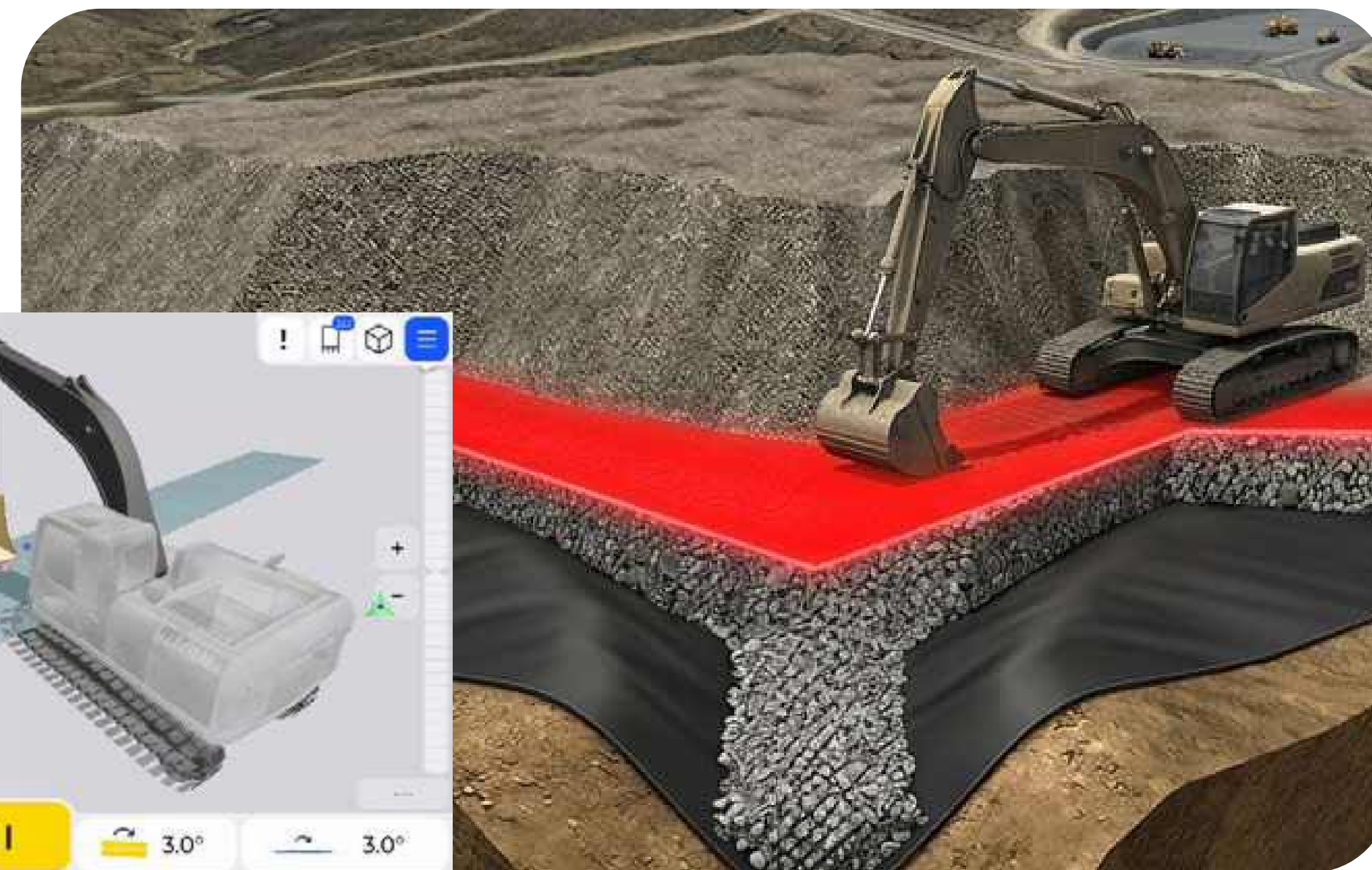
Работа системы КУБ на экскаваторах в карьере

- Высокоточный контроль соблюдения контуров блочной модели при выемке руды
- Контроль горизонта
- Формирование проектного уклона борта карьера
- Устройство капитальных и временных съездов в точном соответствии с проектом
- Снижение затрат временных и трудозатрат на разбивочные работы и исполнительную съемку
- Уменьшение потерь
- Снижение разубоживания
- Работа в любое время суток в любую погоду без участия селективщика и маркшейдера
- Работа не только по контурам, но и по блочной модели
- **Возможность интеграции с программными решениями заказчика**



Применение Системы КУБ на экскаваторах при погрузке обеззоленной руды на объектах динамического выщелачивания

- Высокоточный контроль выемки обеззоленной руды
- Минимизация риска повреждения мембраны
- Исключение расходов на восстановление мембраны



Применение системы КУБ на бульдозерах при формировании отвалов

- Формирование отвалообразования с соблюдением плановых параметров, в соответствии с программой ПРГР
- Соблюдение плановых и высотных границ отвалов в соответствии с проектной документации
- Соблюдение нормативных уклонов формирования сектора разгрузки отвала в соответствии с ФНИП
- Исключение затрат на корректировку ПД, затрат на приведение к проектным параметрам объекта размещения отходов, исключение штрафов за негативное воздействие на окружающую среду, снижение репутационных рисков
- Не допущение повреждения техники, травмирования персонала и возможные временные ограничения ведения деятельности предприятия



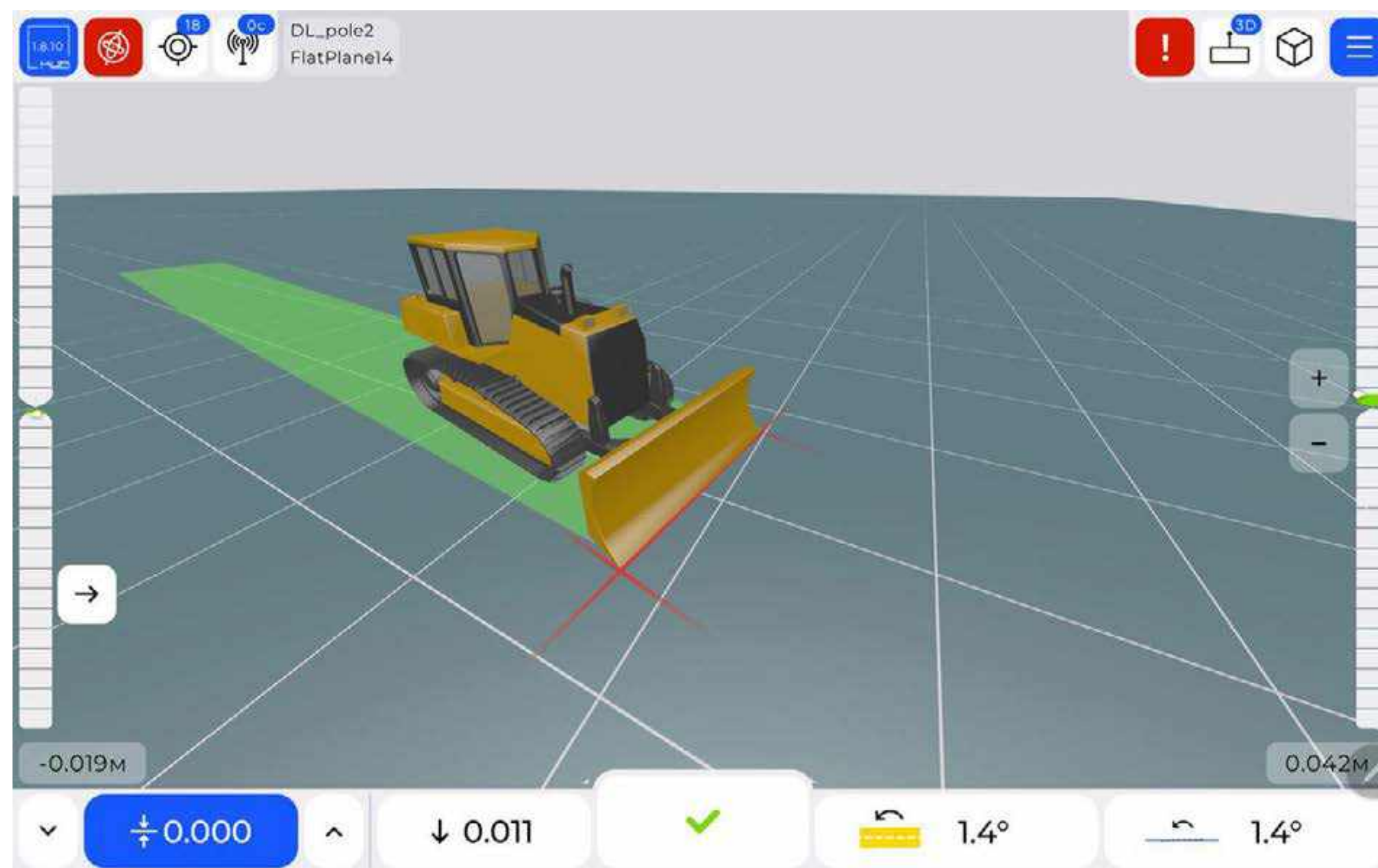
Применение системы КУБ на бульдозерах при послойном распределении материала на складах

- Формирование усреднительных штабелей в точном соответствии с проектом
- Высокоточный контроль толщины каждого горизонта штабеля, более качественное шихтование и как следствие более стабильное питание фабрики



Применение системы КУБ на бульдозерах при расчистке блоков БВР

- Подготовка блоков до БВР с контролем границ блока
- Формирование исполнительной поверхности блока для подготовки проекта паспорта бурения



Применение системы КУБ на бульдозерах при формировании съездов, заездов и технологических проездов

- Устройство капитальных и временных съездов в точном соответствии с проектом
- Отсыпка и мониторинг состояния технологических дорог



Применение системы КУБ на бульдозерах и экскаваторах при возведении шламохранилищ

- Подготовка ровной поверхности под геомембрану
- Равномерное распределение дренажного слоя без риска повредить текстиль
- экономия на материалах
- Обваловка, откосная часть и дамбы в проектных уклонах



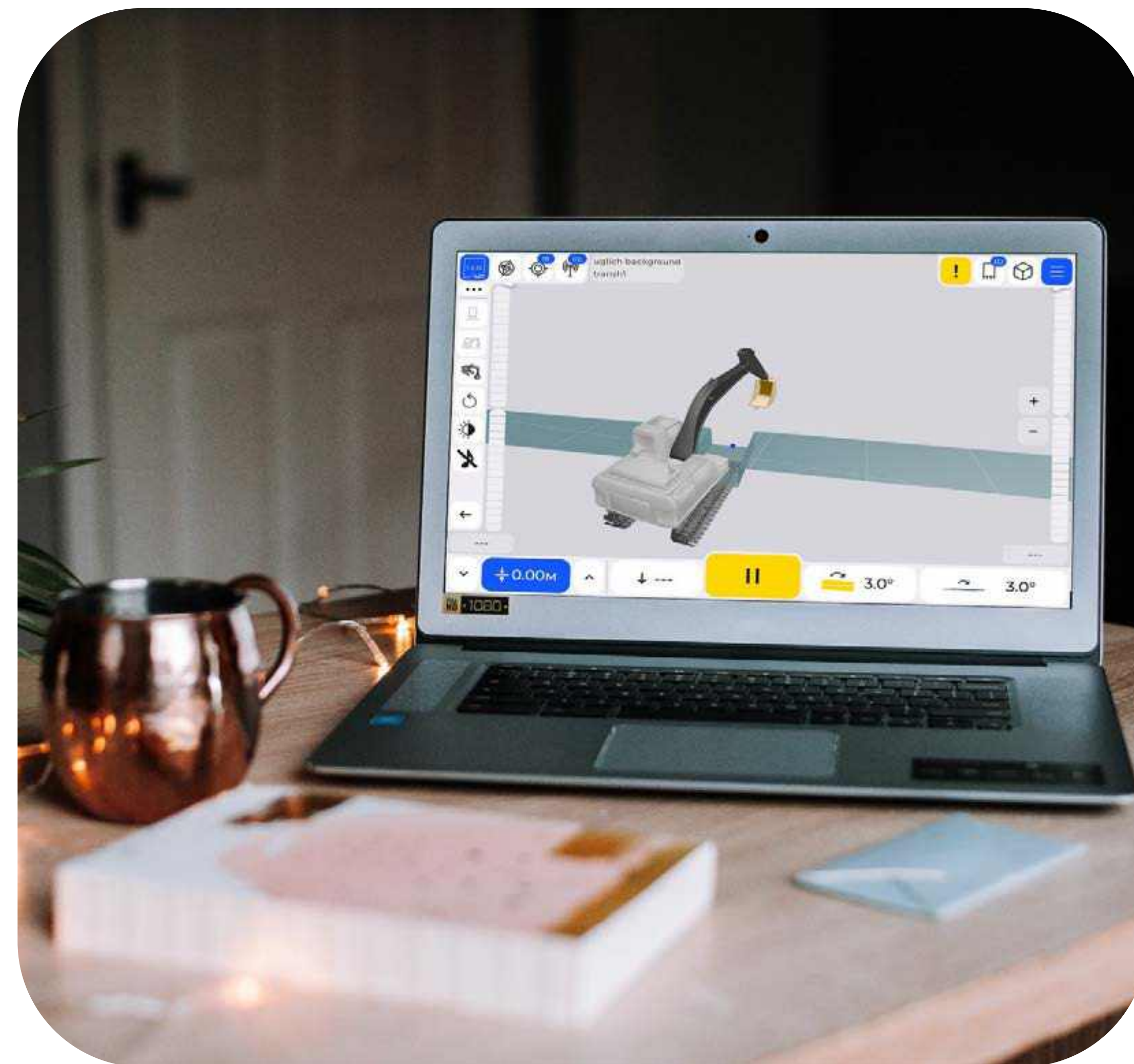
Системы позиционирования для буровых станков, сваедавливающих и сваебойных установок

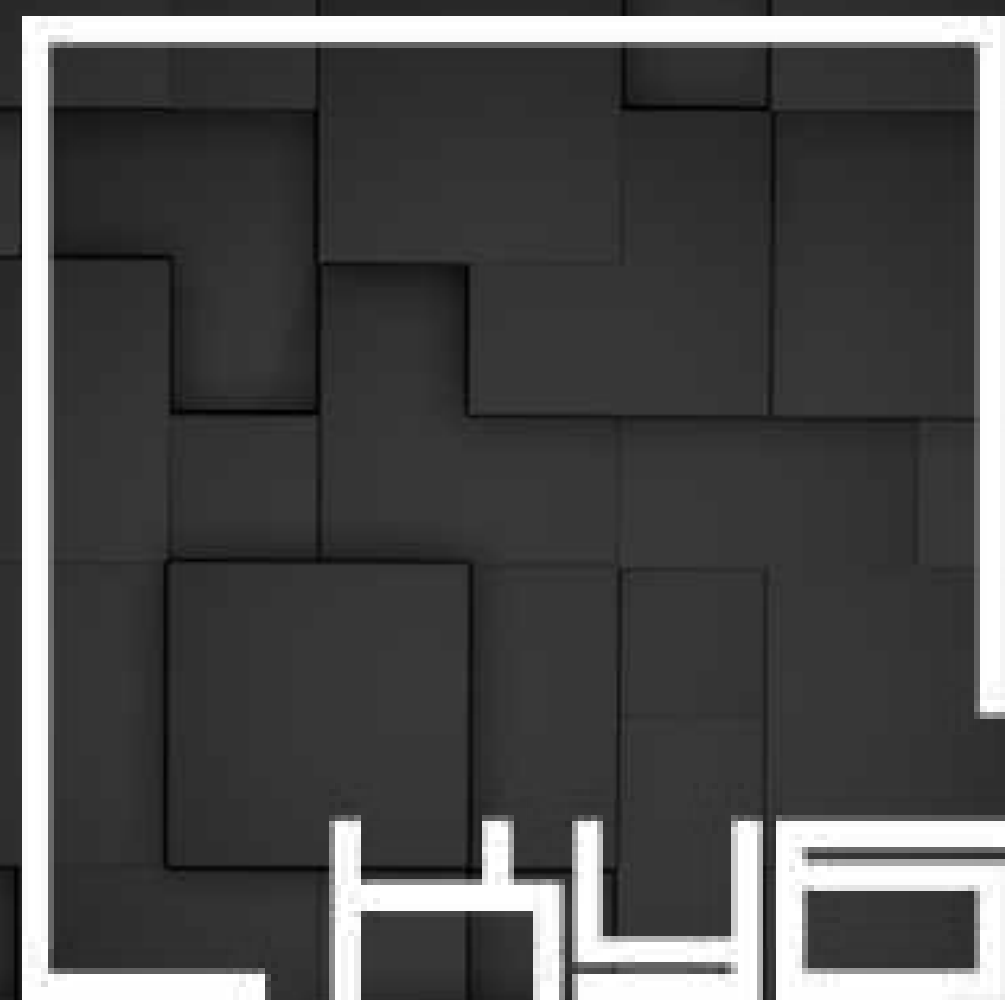
- Навигация на скважину с точностью до 2 см
- Экономия времени на разбивку скважинного поля и исполнительную съемку
- Фиксация статуса скважины
- Контроль параметров бурения
- Возможность интеграции с программными решениями заказчика



Ключевые преимущества Систем позиционирования КУБ

- Удаленный доступ и облачный сервис
- Удаленная диагностика работоспособности компонентов Системы позиционирования
- Контроль параметров производства работ
- Дистанционная загрузка проектных данных
- Мониторинг за ходом выполнения работ
- Удаленный сбор данных с техники
- Возможность работать не только по контурам, но и по блочной модели
- Возможность интеграции с программными решениями заказчика





СОЗДАВАЯ ОБЪЁМЫ



+7 (800) 100-86-58

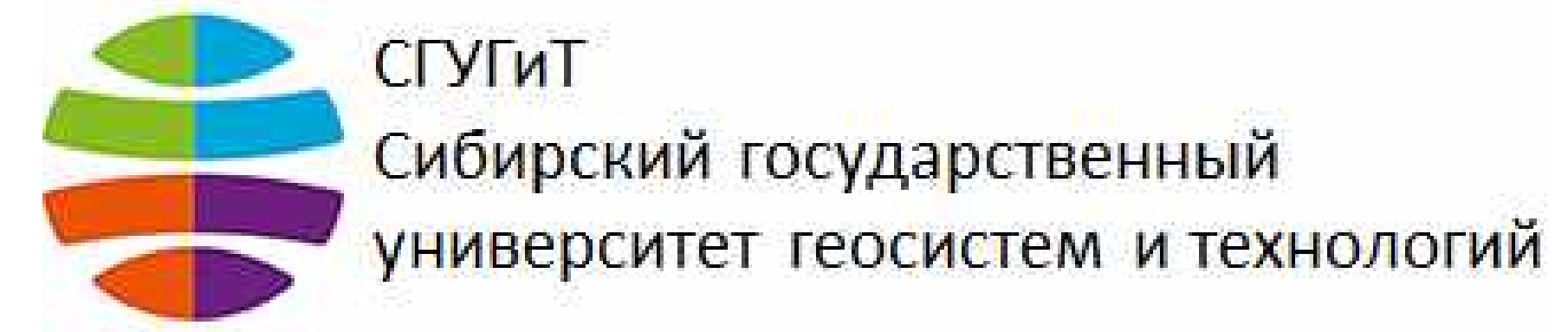


info@cube-3d.ru



www.cube-3d.ru

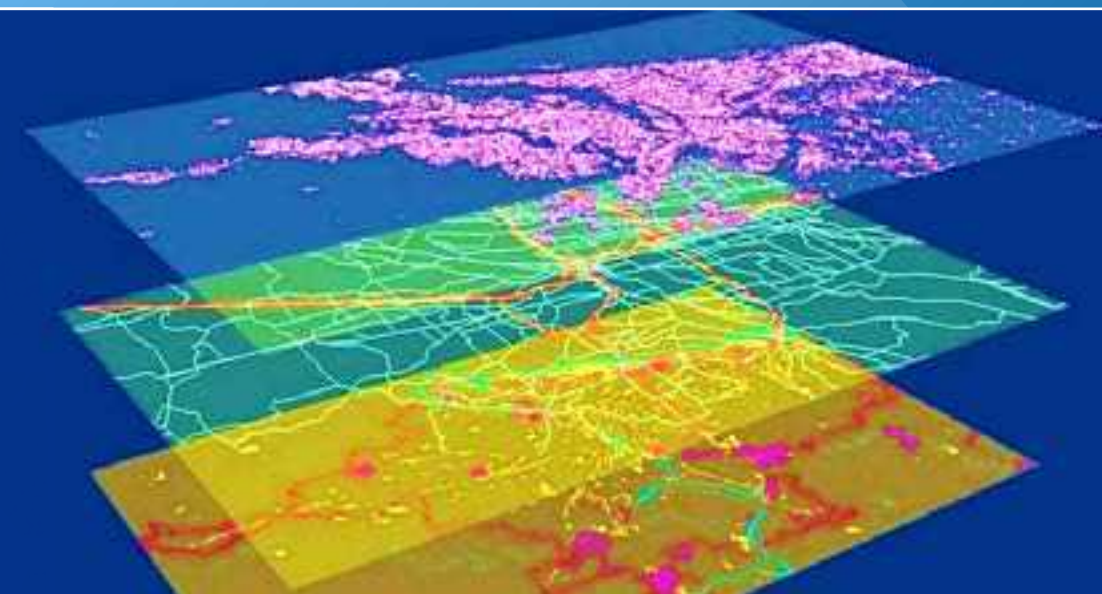




21-22.05.2025, Новосибирск

Создание опорных сетей промышленного оборудования

Шоломицкий А. А., СГУГиТ, г. Новосибирск
докт.техн.наук, профессор



Виды высокоточных опорных сетей горных и металлургических предприятий

- Локальные высокоточные сети - точность обусловлена проектными требованиями оборудования к точности установки отдельных элементов и их осей
- Нет привязки к государственным системам координат
- Оси условной системы координат оборудования каждый раз привязываются к основным элементам оборудования

Для создания высокоточных сетей обязательным этапом является предварительный расчет точности определения координат сети и элементов объекта - позволяет подобрать конфигурацию сети и методику геодезических измерений, которые обеспечат необходимую точность.

Создание сетей и измерение элементов оборудования эффективно выполнять онлайн-методами геодезических измерений

Пример 1: Высокоточная сеть строительства канатно-ленточного конвейера от скипового ствола шахты до обогатительной фабрики

Канатно-ленточный конвейер фирмы **Metso minerals**

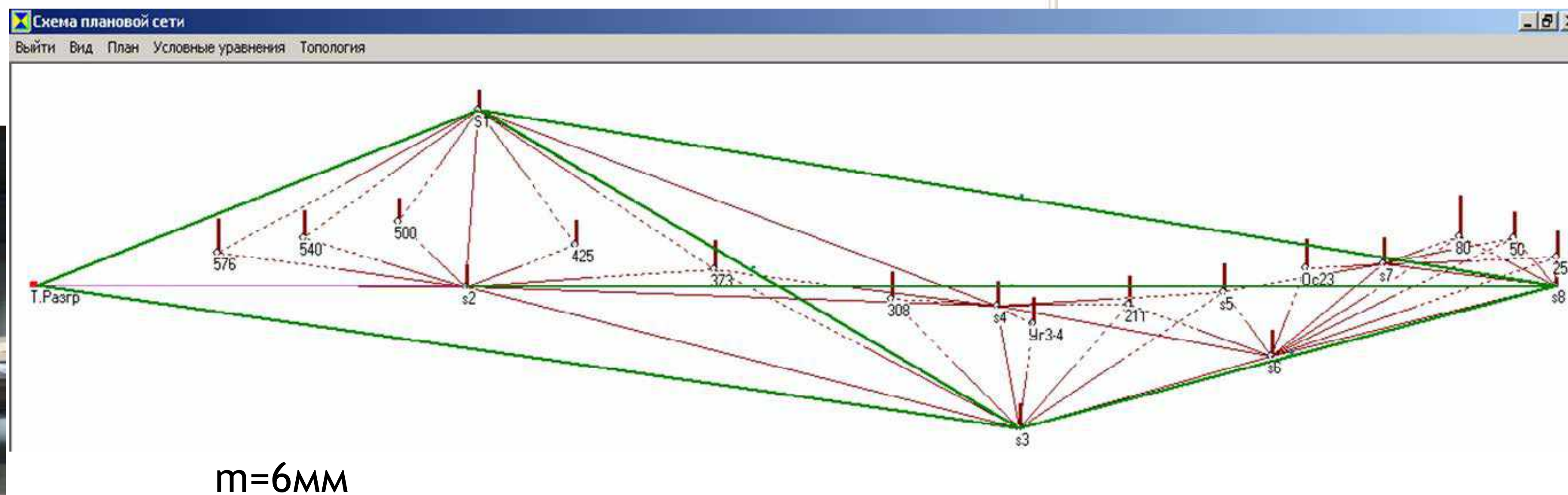
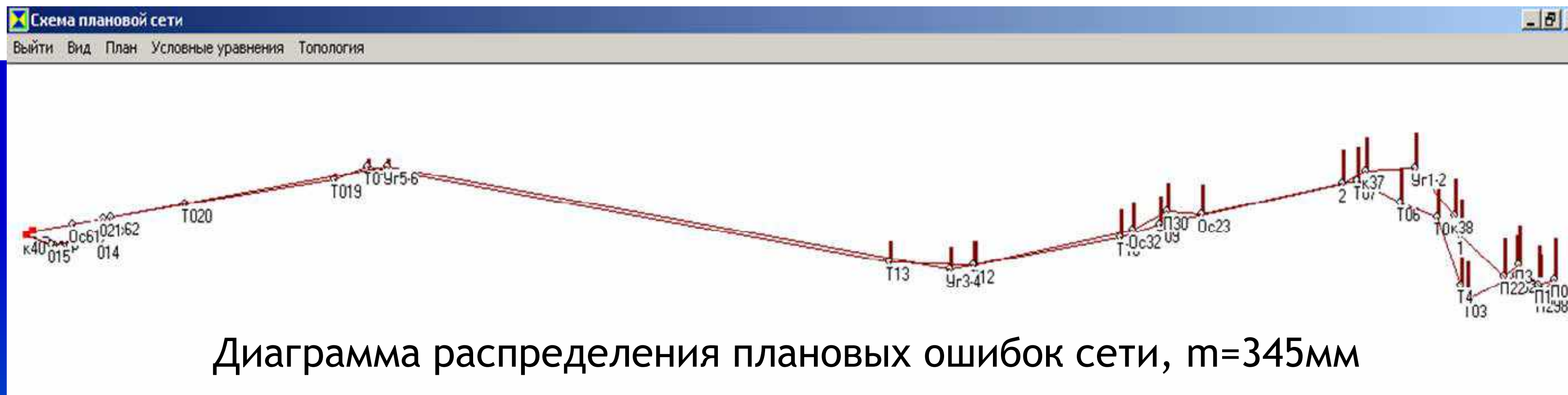
Длина 5200 м, 3 поворотных участка **$R_{\min}=440\text{м}$** ,

Два мостовых перехода, 660 опор, **точность установки опор 6мм**

Относительная точность 1:860 000



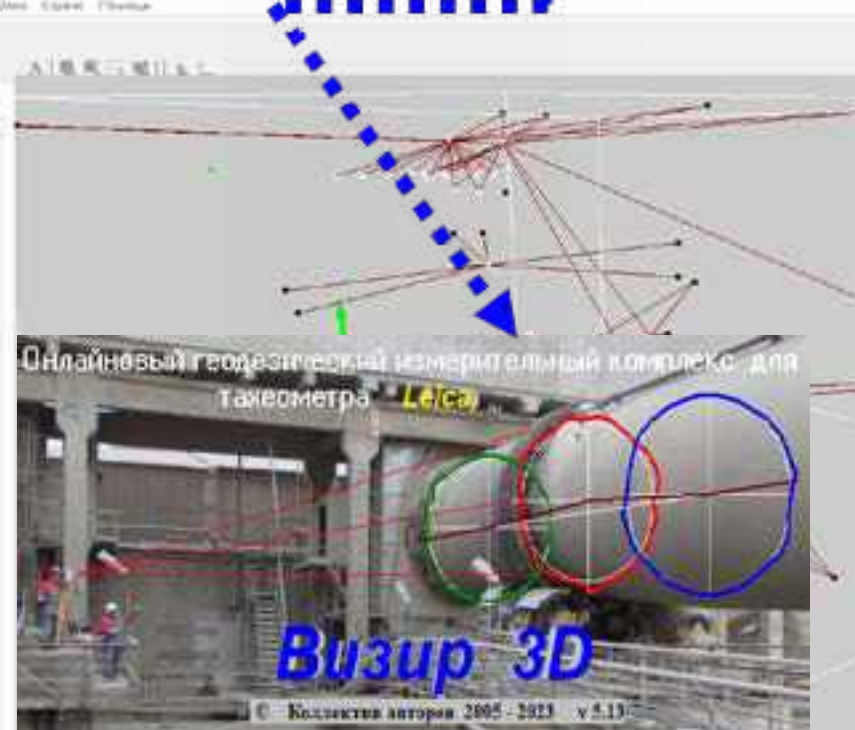
Исходная сеть





Онлайн-геодезический измерительный комплекс для тахеометра "Leica"

№	Точка	Имя	X	Y	Z	Имя	X	Y	Z
1	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000
2	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000
3	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000
4	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000
5	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000
6	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000
7	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000
8	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000
9	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000
10	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000
11	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000
12	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000
13	10	0	10.000	10.000	10.000	10	10.000	10.000	10.000



Особенности сетей для выверки машин непрерывного
литья заготовки

- * Производство «Уралмаш» 1972 год
- * Большие размеры объекта (93 ролика) 60×10×20 метров
- * Высокая точность выставки 0,2мм по высоте и 0,4 мм в плане
- * Отсутствие закладных реперов
- * Высокая сложность измерений
- * Необходимость специальной оснастки
- * Дефицит времени



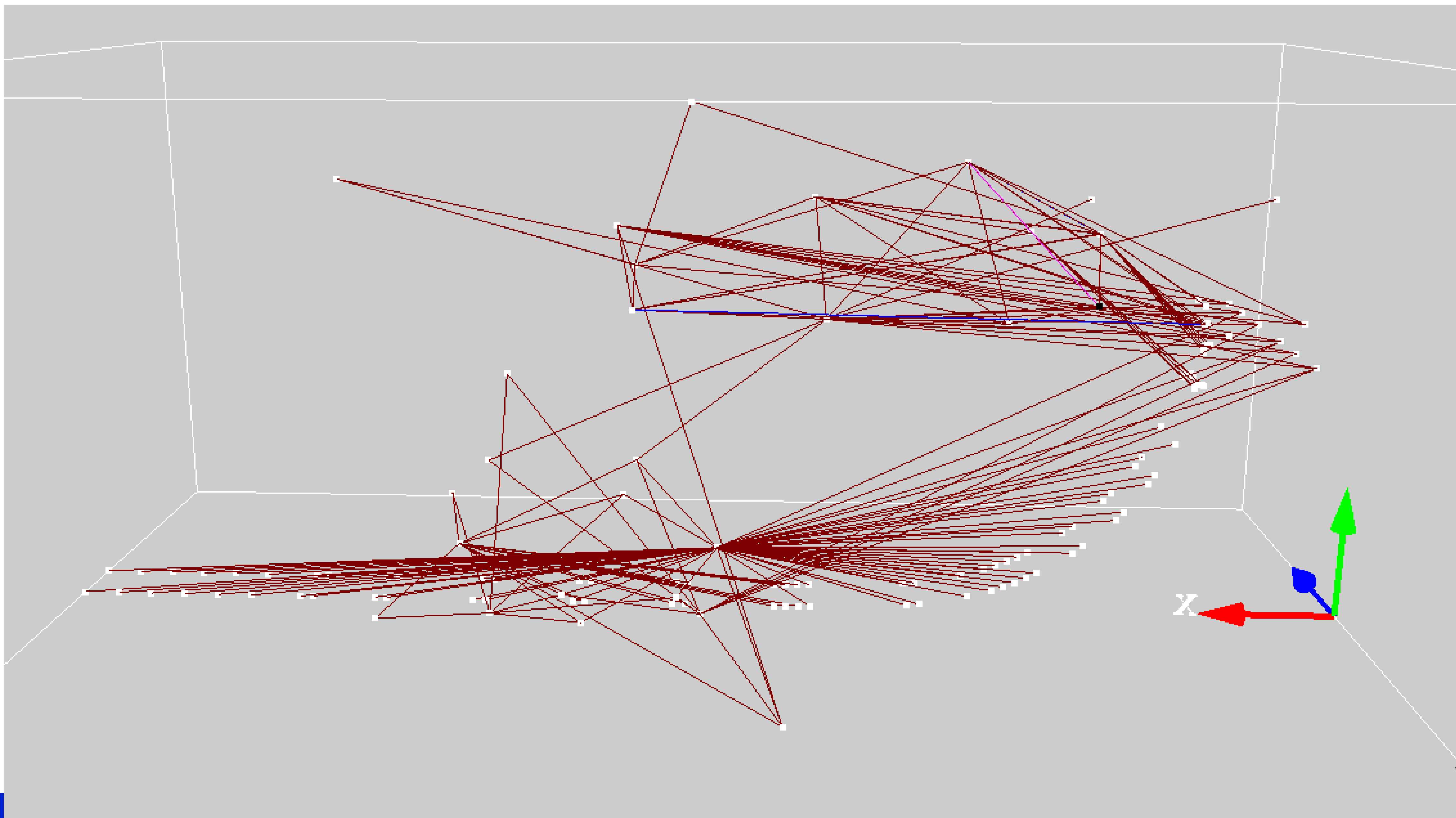
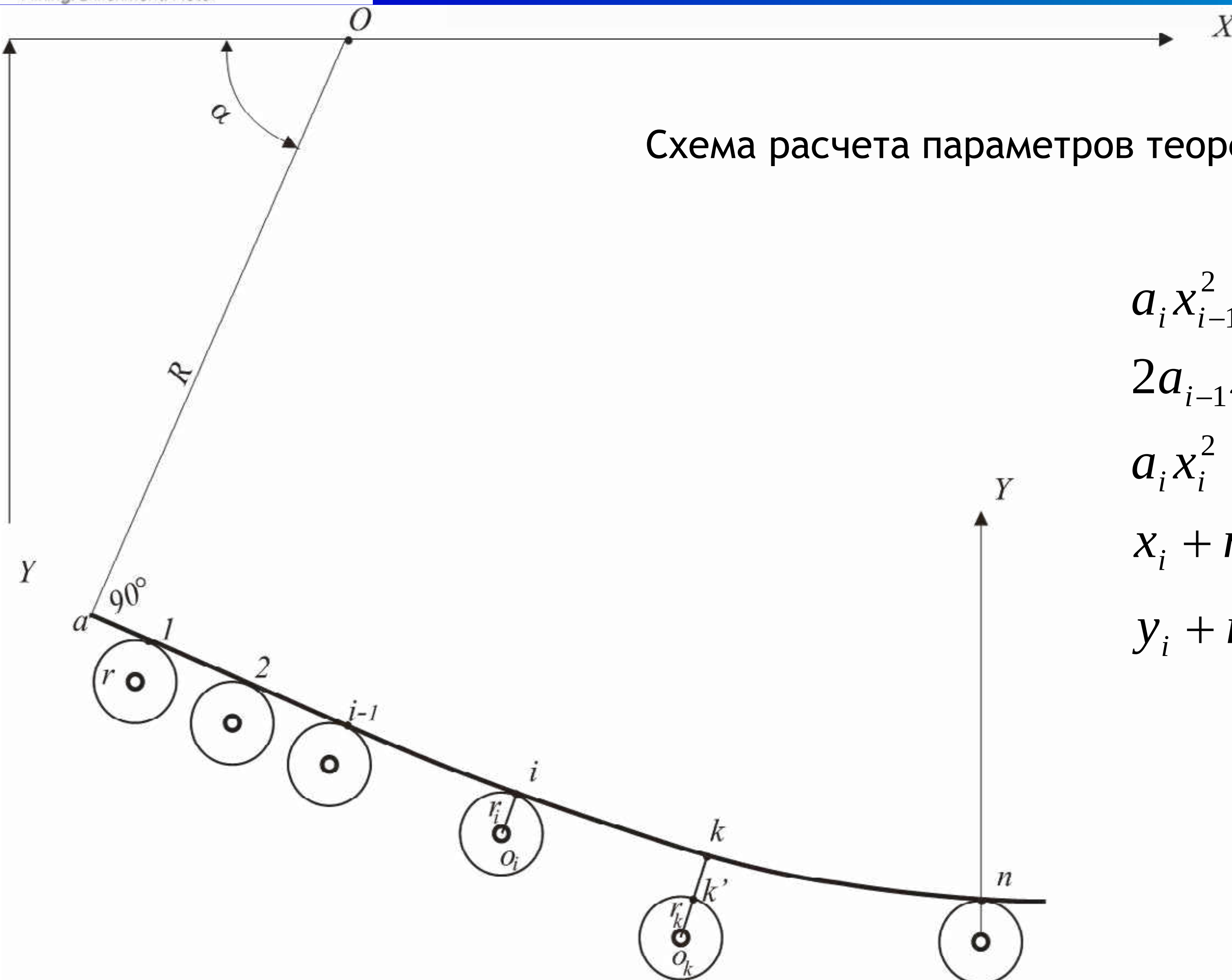




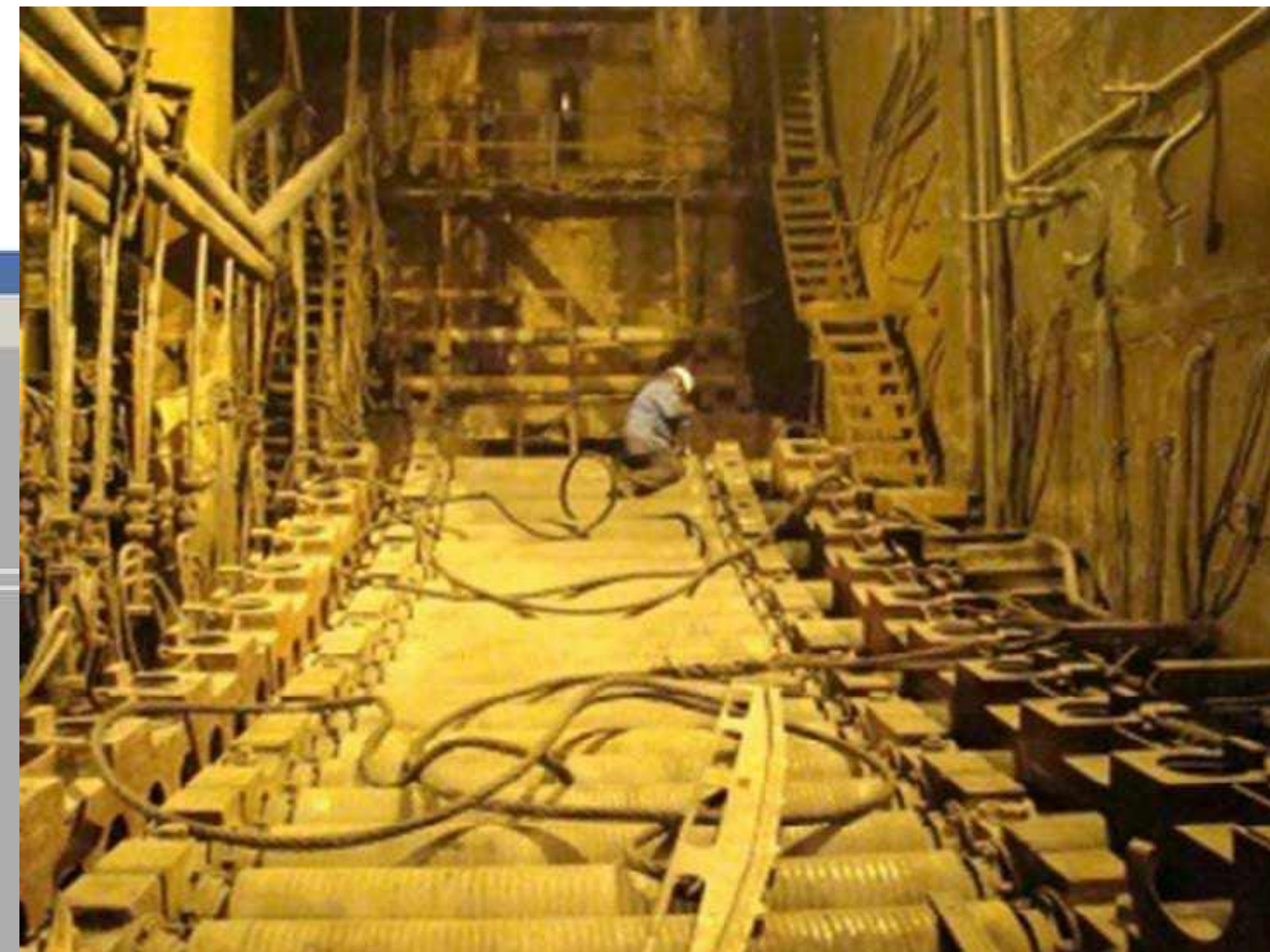
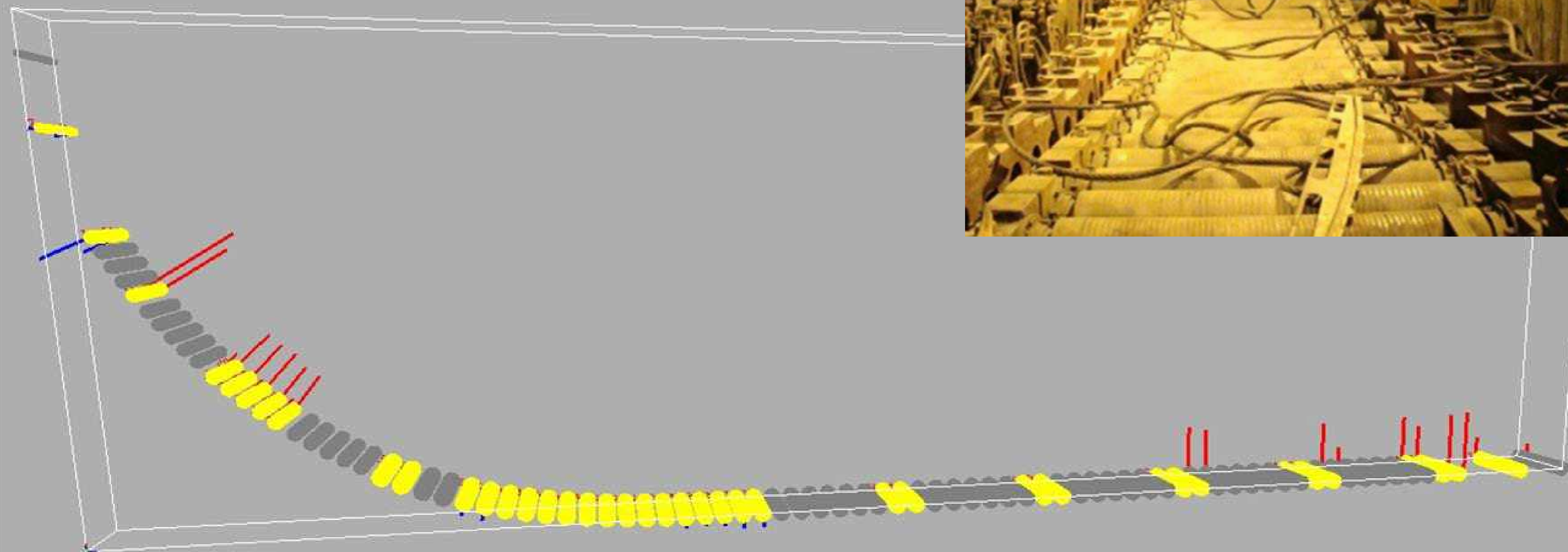
Схема расчета параметров теоретической кривой траектории слитка



$$\left. \begin{aligned} a_i x_{i-1}^2 + b_i x_{i-1} + c_i - y_{i-1} &= 0; \\ 2a_{i-1} x_{i-1} + b_{i-1} - 2a_i x_{i-1} - b_i &= 0; \\ a_i x_i^2 + b_i x_i + c_i - y_i &= 0; \\ x_i + r_i \sin(\arctg(2a_i x_i + b_i)) - x_{o_i} &= 0; \\ y_i + r_i \cos(\arctg(2a_i x_i + b_i)) - y_{o_i} &= 0, \end{aligned} \right\} (i = 1, \dots, n)$$

МНЛЗ № 3 производства "Уралмаш" (Ручей № 5)

Вид Точка обзора Настройки

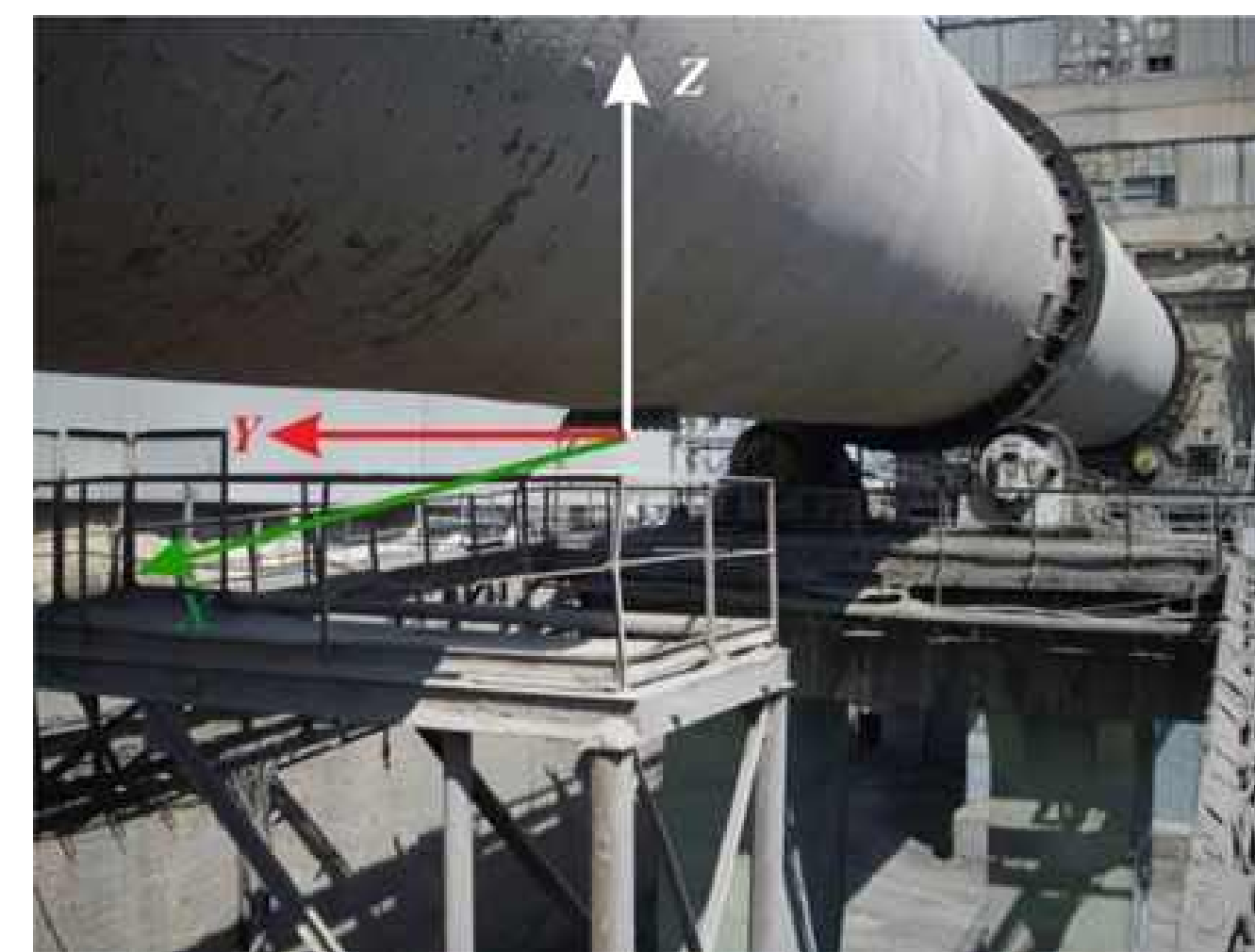
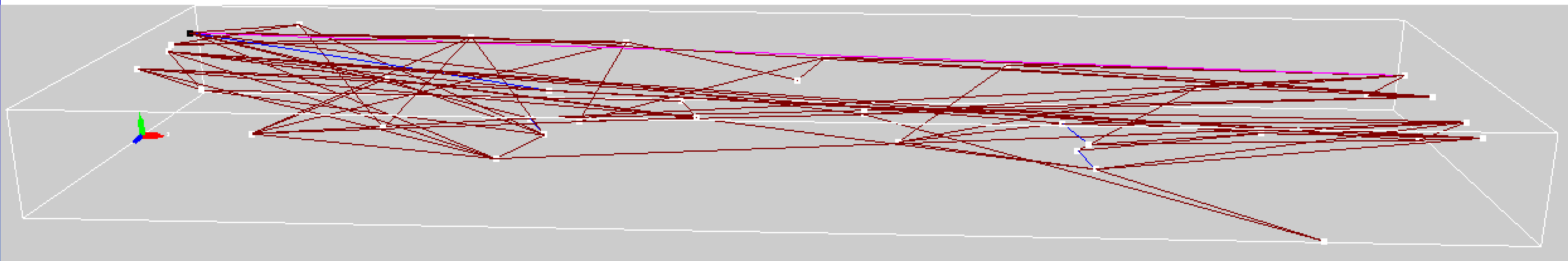




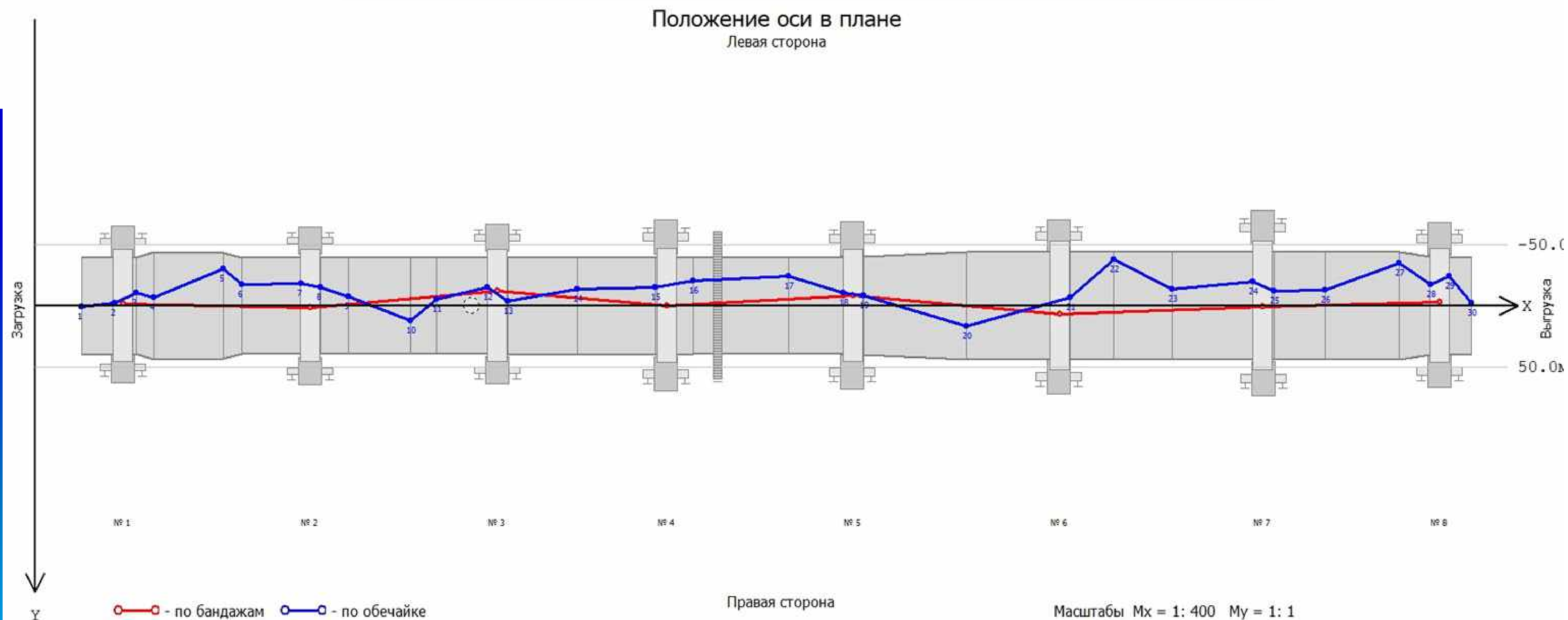
Закрепление точек сети



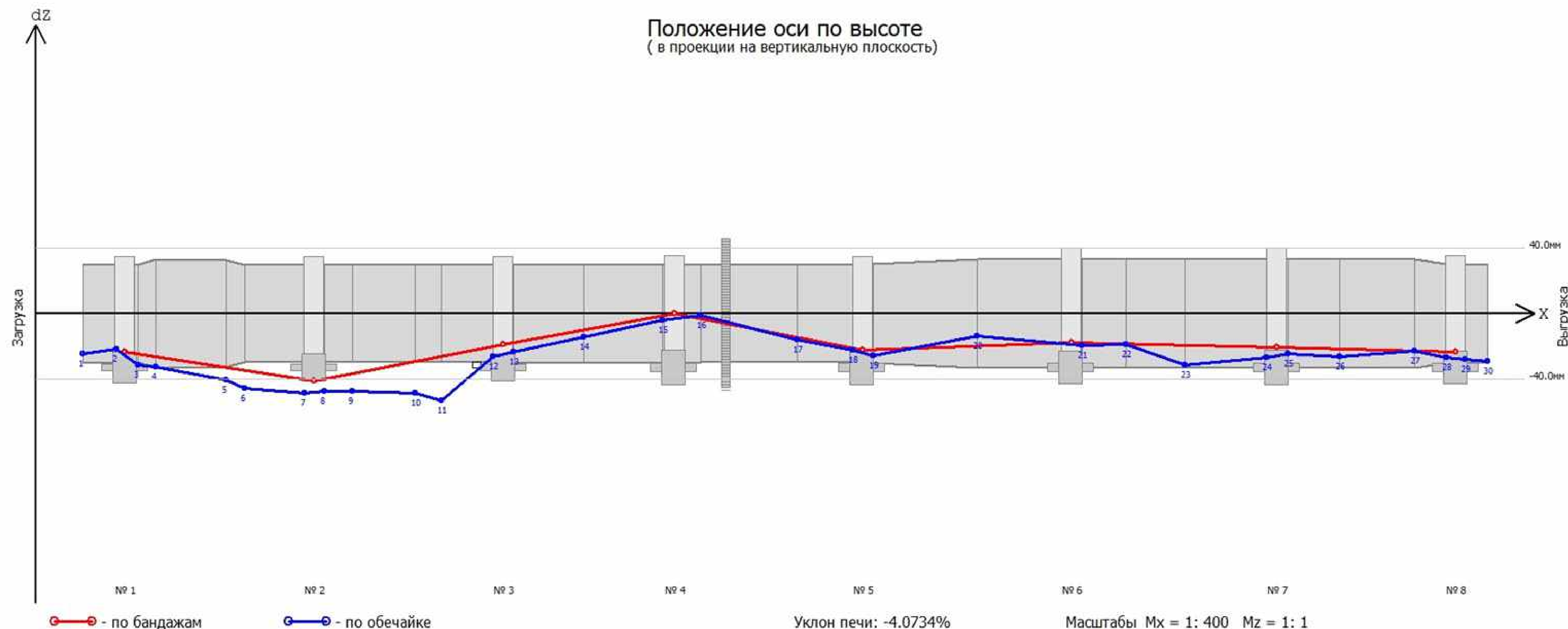
Схема геодезической опорной сети ВП № 8



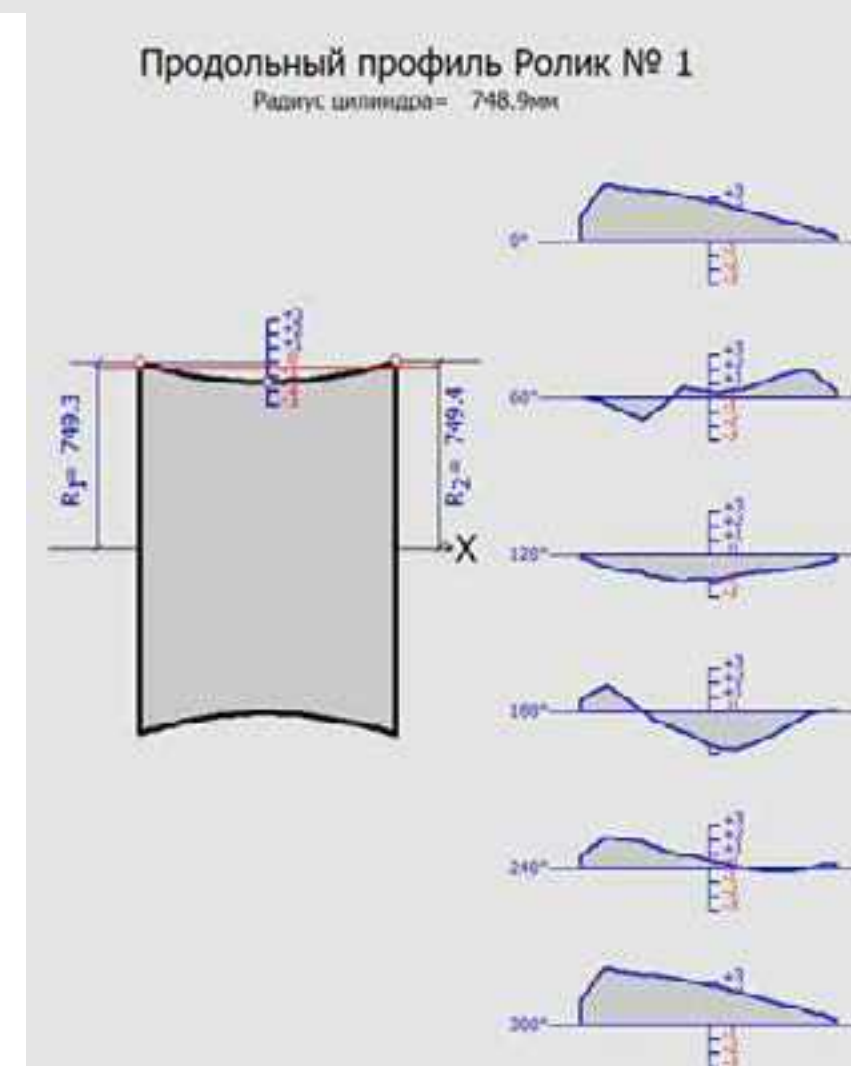
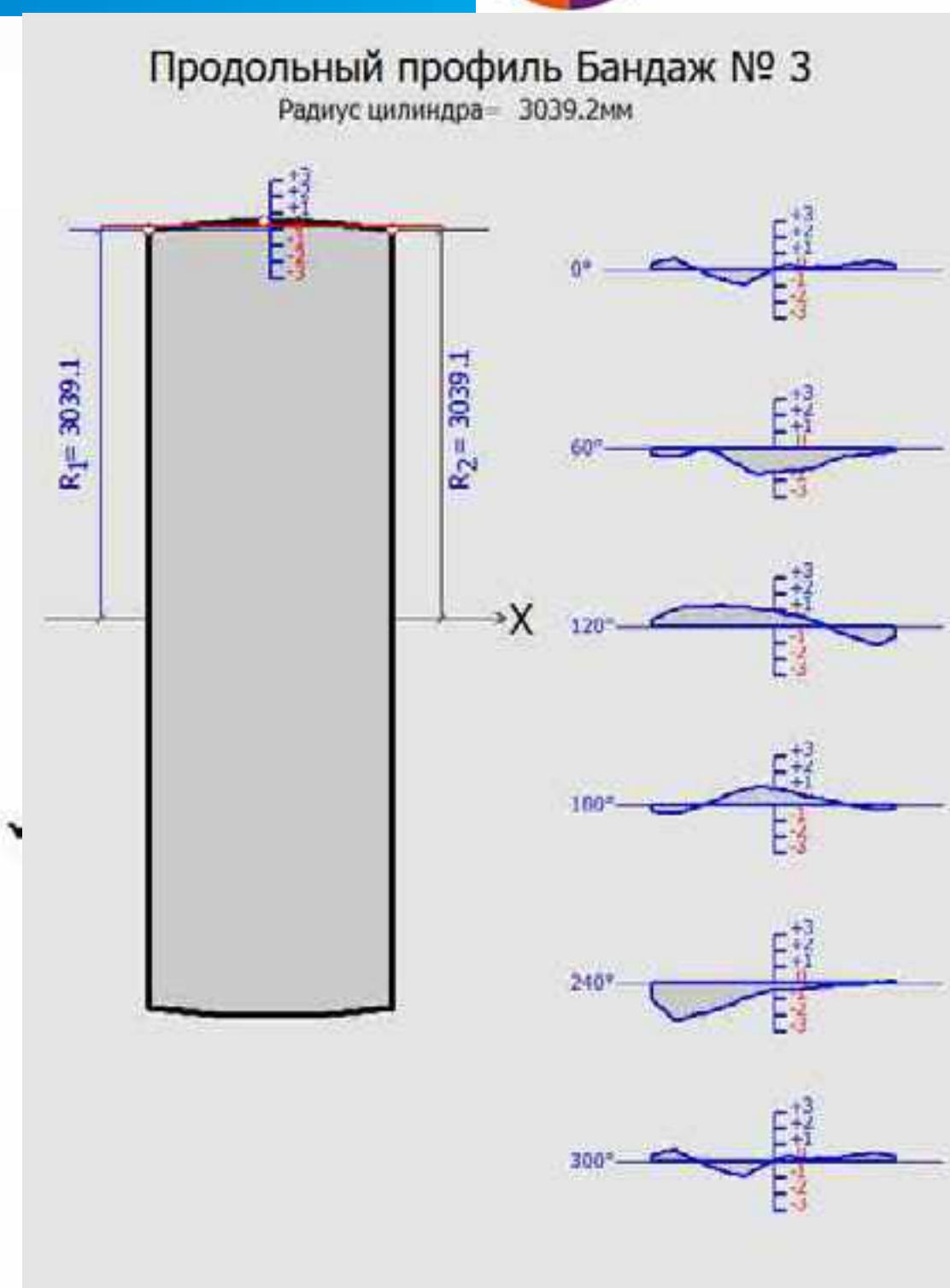
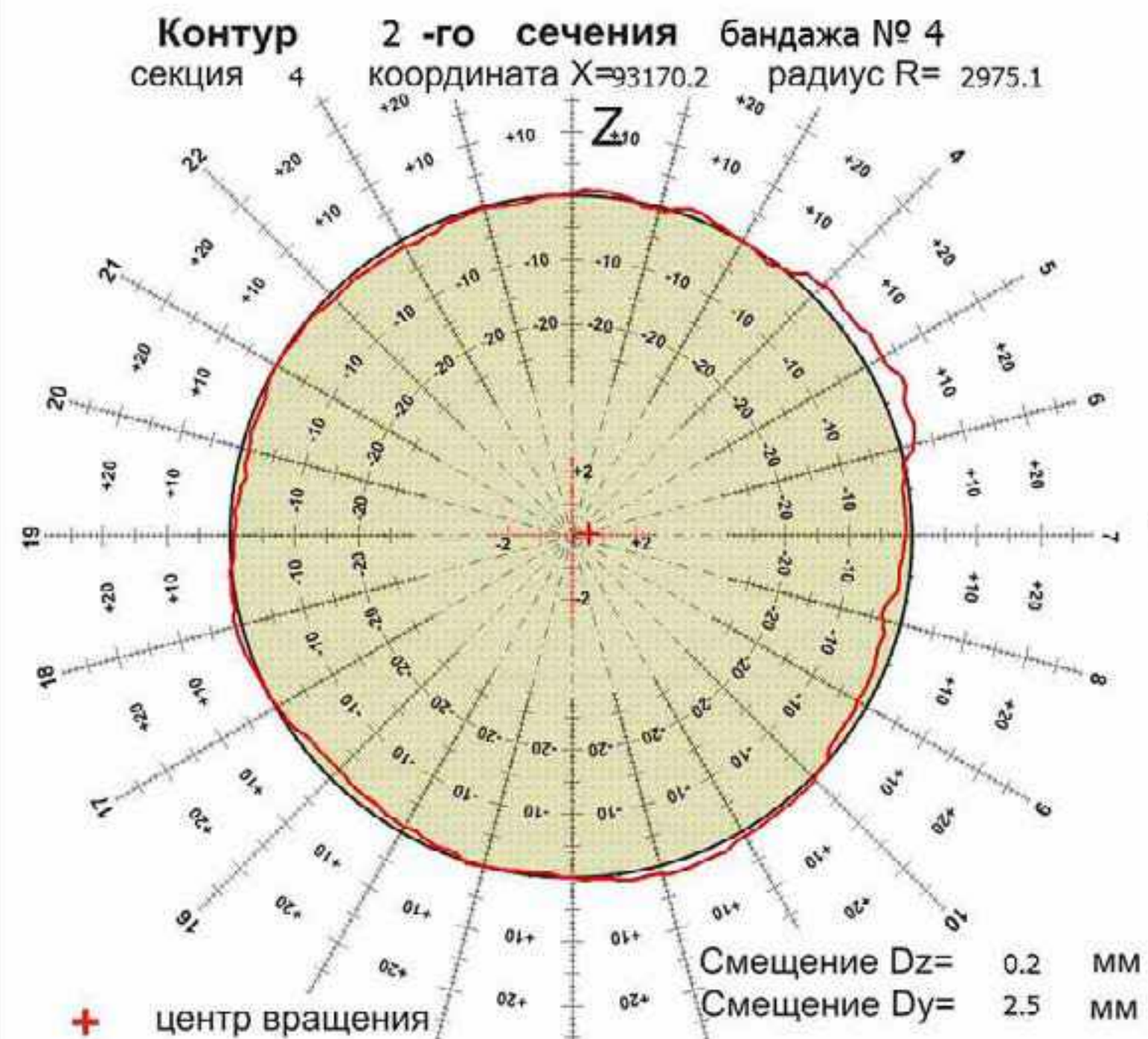
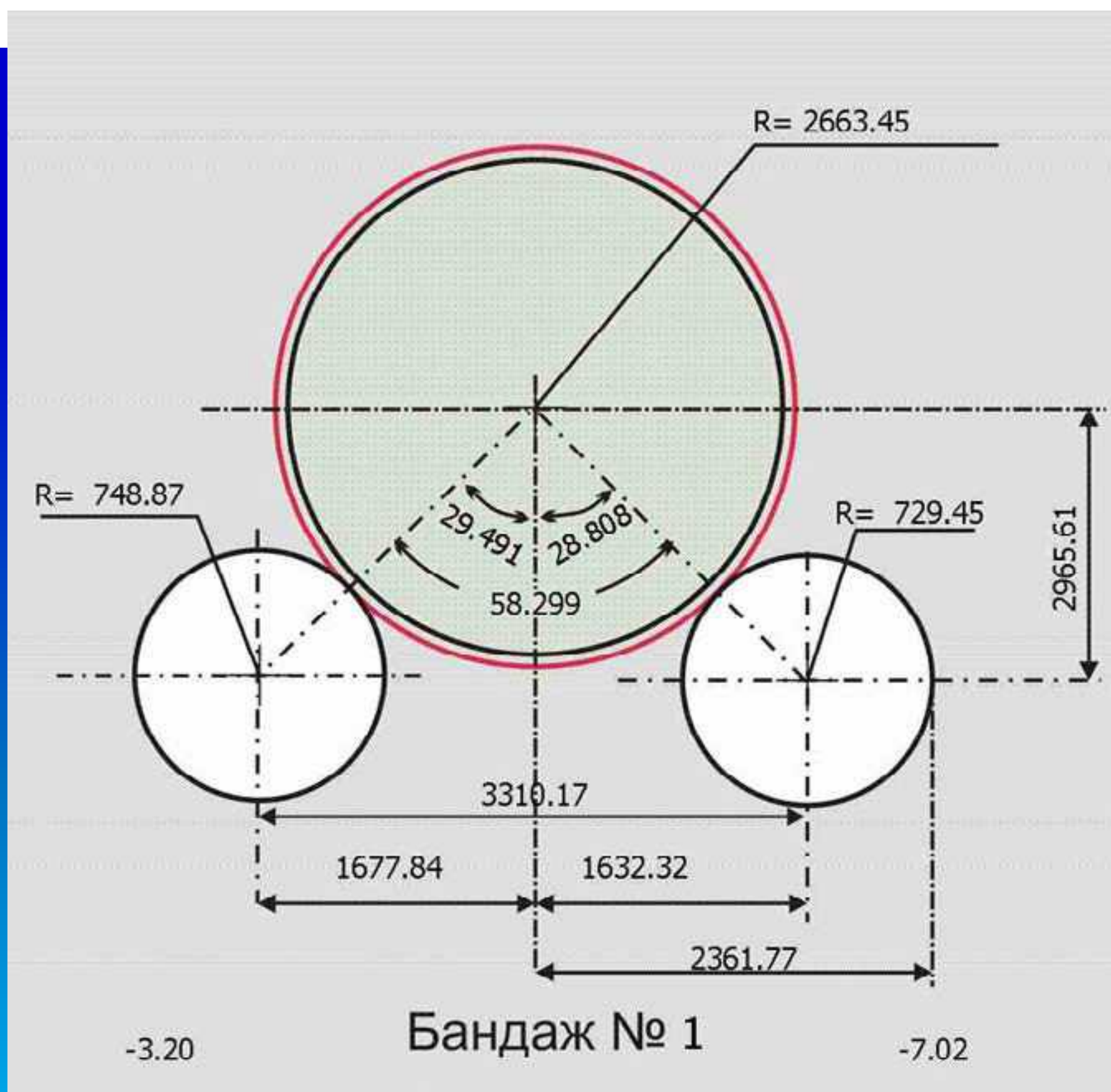
Датчик оборотов и система координат печи



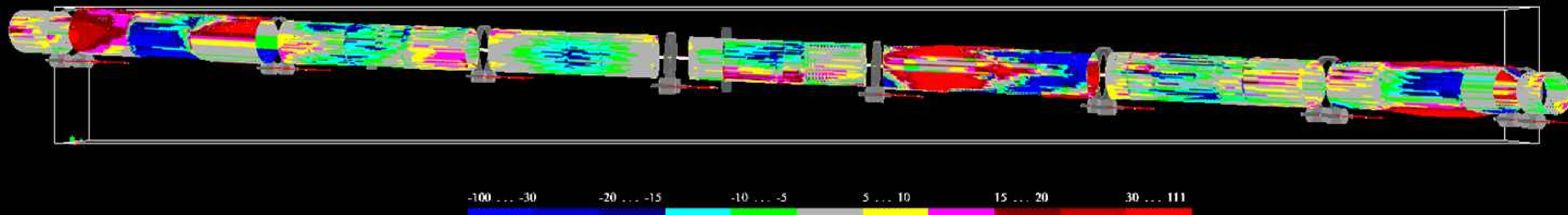
Положение оси печи в проекции на горизонтальную плоскость



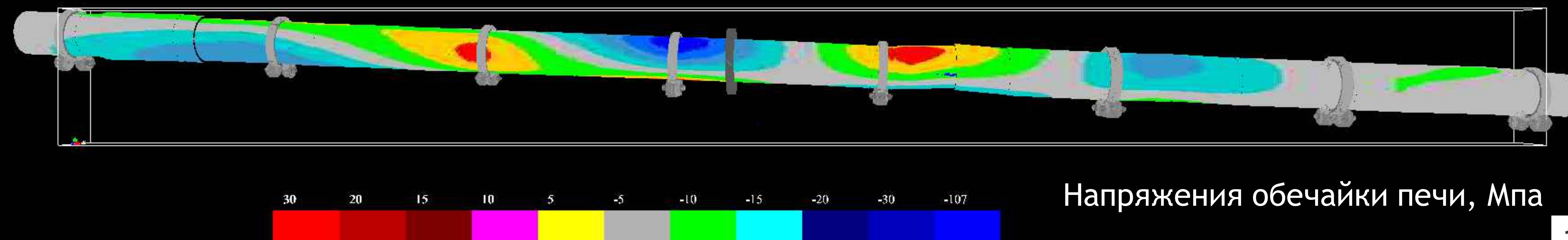
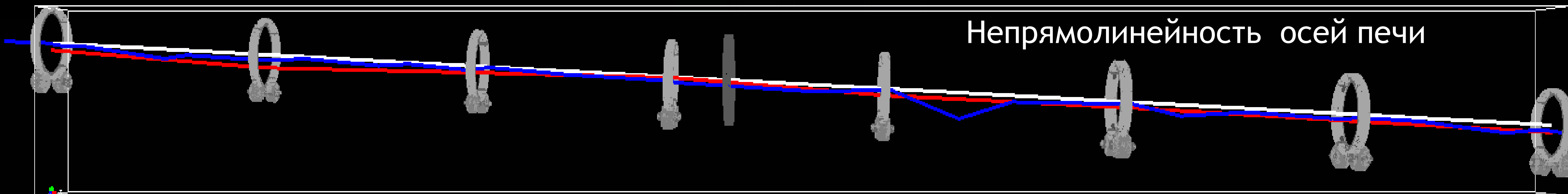
Положение оси печи в проекции на вертикальную плоскость



Деформация корпуса печи



Непрямолинейность осей печи



ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ СЕРВИС PPP И ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ МАРКШЕЙДЕРИИ

Ревнивых С.Г., ООО «Лаборатория навигации»

Уважаемые коллеги!

Сегодня я хочу остановиться на двух ключевых моментах: во-первых, это текущее состояние рынка высокоточного позиционирования в России, а во-вторых, конкретные возможности нашего отечественного сервиса PPP, особенно в контексте задач маркшейдерии.

1. ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ: ВЫЗОВЫ И ТЕНДЕНЦИИ

После ухода с российского рынка западных сервисов высокоточного позиционирования многие пользователи столкнулись с серьезными трудностями. Значительная часть профессионального сообщества испытывает сегодня, мягко говоря, дискомфорт.

Проблема имеет несколько граней:

- ✓ Часть организаций продолжает эксплуатировать старое импортное оборудование, используя программное обеспечение, которое больше не обновляется и не поддерживается.

- ✓ У значительного числа пользователей аппаратура и вовсе перестала работать в режиме PPP из-за отсутствия актуальных сервисных поправок.

На этом фоне мы наблюдаем активное проникновение на рынок китайских технологий.

Однако, на мой взгляд, сегодня остро стоит вопрос не просто импортозамещения как замещения «запада» на «восток», а вопрос создания и повсеместного внедрения именно отечественных сервисов и оборудования. Такие разработки в стране есть. Но, как это часто бывает, процесс их внедрения в реальный сектор, включая энергоресурсные отрасли и строительство, идет очень тяжело.

2. НАШЕ РЕШЕНИЕ: ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ПРОГРАММНАЯ ПЛАТФОРМА PPP

Позвольте рассказать о нашей компании и о том, что мы предлагаем для решения этих проблем, особенно в сфере маркшейдерии.

Мы — небольшая, но дружная команда инженеров, зарегистрированная в инновационном центре «Сколково». За плечами у нас огромный опыт работы в космической отрасли и в сфере спутниковой навигации.

Главный результат нашей работы — создание полностью собственных, отечественных программных продуктов, которые, мы уверены, находятся на уровне лучших мировых образцов, а по ряду параметров их превосходят.

Наш программный комплекс включает в себя три ключевых компонента:

Первый: Модуль определения и прогнозирования орбит и поправок часов навигационных космических аппаратов. Мы обеспечиваем точность не хуже 3-5 см.

Второй: Модуль расчета поправок к эфемеридам и часам в реальном времени. Он предназначен для высокоточного позиционирования в режимах ВРС, PPP, PPP-РТК. Система работает как по глобальным, так и по региональным сетям, будь то разреженные или плотные сети базовых станций.

Третий: Встроенный модуль регулярного уравнивания сетей станций. Практически ежедневно мы приводим координаты в актуальное состояние в системе ITRF на текущую эпоху с возможностью пересчета в любую заданную пользователем систему координат — будь то местная система координат объекта или государственная.

Наши программные продукты обеспечивают заявленную точность: в режиме ВРС — 3–5 см, в режиме PPP — не хуже 10 см. Для маркшейдерских задач это означает возможность оперативного получения точных координат без длительной постобработки.

В настоящий момент наш софт проходит заключительную стадию регистрации в Минцифры, а ключевые компоненты уже защищены в Роспатенте. Все наши взаимоувязанные программные комплексы работают в постоянном автоматическом режиме и развернуты на отечественных облачных вычислительных мощностях. Для расчетов мы используем измерения российских сетей базовых станций, с которыми у нас заключены прямые соглашения. При необходимости мы можем привлекать и данные с зарубежных станций.

3. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ: ОТ МОРСКИХ ПЛАТФОРМ ДО МАРКШЕЙДЕРСКИХ ПОЛИГОНОВ

Самое главное — наша технология прошла серьезную проверку делом в разных условиях.

В августе прошлого года совместно с кооперацией АО «Газпром» (в лице «Газпром КС», «Газпром флот», «Газпром шельф проект»), компанией «Фарватер» (разработчиком бортовой аппаратуры) и Институтом теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН (ИТПЗ РАН), обеспечивавшим геодезическое и научно-методическое сопровождение, мы провели натурный эксперимент на судне «Академик Голицын» в акватории Сахалина. Поправки нашего сервиса передавались в стандартном открытом формате через связную систему «Ямал». Результаты впечатляют: эксперимент наглядно продемонстрировал полную работоспособность отечественного сервиса для обеспечения задач плавучих буровых установок. Точность удержания судна с помощью системы динамического позиционирования была обеспечена на уровне 6–10 см в режиме PPP. Более детально об этом эксперименте вам позже расскажут мои коллеги.

Но для маркшейдеров особенно важен другой эксперимент. Осенью прошлого года наша технология, в кооперации с компанией «Фарватер», «Газпром КС», ИТПЗ РАН и СМР (Союз маркшейдеров России), была успешно протестирована на маркшейдерском полигоне в Подмосковье. Что мы проверяли? Возможность использования сервиса PPP для решения типовых маркшейдерских задач:

- ✓ Вынос осей сооружений;
- ✓ Контроль деформаций земной поверхности;
- ✓ Координирование пунктов съемочного обоснования.

Результаты подтвердили заявленную точность и стабильность приема поправок даже в условиях сложного рельефа и частичной застройки.

4. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ PPP В МАРКШЕЙДЕРИИ

Уважаемые коллеги, теперь я хотел бы остановиться на главном — что технология PPP может дать маркшейдерской службе сегодня и в ближайшем будущем.

Первое — это автономность. В отличие от классических методов RTK, PPP не

требует постоянной связи с базовой станцией или сетью референчных станций. Для удаленных объектов — месторождений в тайге, тундре или горах — это кардинальное изменение правил игры. Достаточно иметь доступ к спутниковому каналу связи или интернету для получения глобальных поправок, и маркшейдер получает сантиметровую точность в поле.

Второе — единое координатное пространство. Поскольку PPP-решения сразу дают координаты в глобальной системе ITRF, мы уходим от проблемы «лоскутного одеяла» из локальных сетей. Это особенно важно для линейных объектов — трубопроводов, дорог, линий электропередачи, проходящих через тысячи километров и разные системы координат, а также для судов, выполняющих морские операции на шельфе, где добываются газ и нефть.

Третье — перспективы горных работ. Для открытых и подземных горных работ PPP открывает возможности:

- ✓ Мониторинга устойчивости бортов карьеров в реальном времени без закладки дорогостоящих наблюдательных станций;
- ✓ Оперативного контроля проходческих работ, особенно в зонах, где закладка базовых станций невозможна или опасна;
- ✓ Высокоточного позиционирования буровых станков и экскаваторов при отсутствии развитой инфраструктуры на начальных этапах освоения месторождения.

Четвертое — интеграция с BIM и цифровыми двойниками. Мы видим большой запрос на интеграцию PPP-сервисов с цифровыми информационными моделями (BIM) и системами управления горнотранспортным комплексом. Когда каждая единица техники имеет сантиметровую привязку в единой системе координат, мы можем строить действительно точные цифровые двойники как строящихся, так и эксплуатируемых объектов.

Пятое — снижение издержек. Отказ от развертывания и поддержки собственных базовых станций, сокращение времени на полевые работы, уменьшение объемов постобработки — все это дает прямой экономический эффект.

5. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ

Все эти работы, включая сотрудничество с такими крупными российскими компаниями, как МТС и «Бюро 1440» , а также рядом других организаций, доказали главное: в стране есть свои технологии, которые не только не хуже западных или восточных аналогов.

Я считаю, что наши разработки даже лучше, потому что они дают главное преимущество — оперативную адаптацию. Поскольку разработчики находятся здесь, мы можем гибко и быстро адаптировать условия применения сервиса под интересы конкретных пользователей, под специфику их задач и оборудования.

Мы прошли путь от идеи до успешных испытаний на реальных объектах. Наш сервис работает. Мы готовы расширять взаимовыгодное сотрудничество со всеми заинтересованными организациями, особенно в сфере маркшейдерского обеспечения недропользования.

Спасибо за внимание!

ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ "ЯМАЛ" ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ РОССИЙСКОГО СЕРВИСА РРР. АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПАО "ГАЗПРОМ"

Корвяков Петр Владимирович
Первый заместитель генерального директора
АО «Газпром космические системы»

Основные аэрокосмические технологии, используемые Группой Газпром:

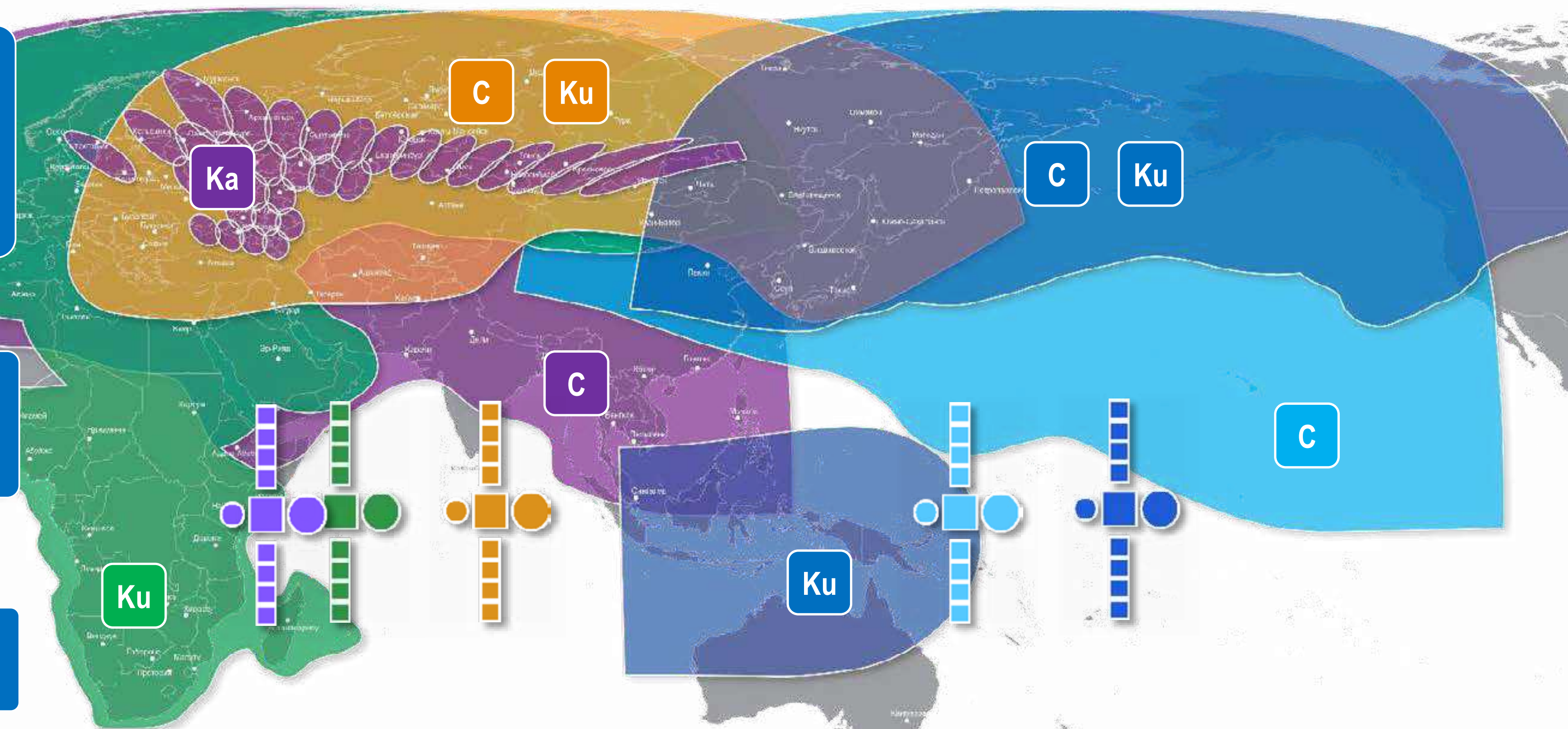
- Спутниковые телекоммуникационные технологии
- Геоинформационные технологии
- Технологии создания космической техники



Глобальное покрытие системы Ямал:
100% территории России
60% территории суши Земли
85% населения планеты
100 стран мира – услуги на базе системы Ямал

Четыре спутника Ямал задействованы для распространения федеральных телевизионных мультиплексов в рамках ФЦП

Полное покрытие системой Ямал всей трассы Северного Морского Пути



ЯМАЛ-601
49E

ЯМАЛ-402
55E

ЯМАЛ-401
90E

ЯМАЛ-202
163,5E

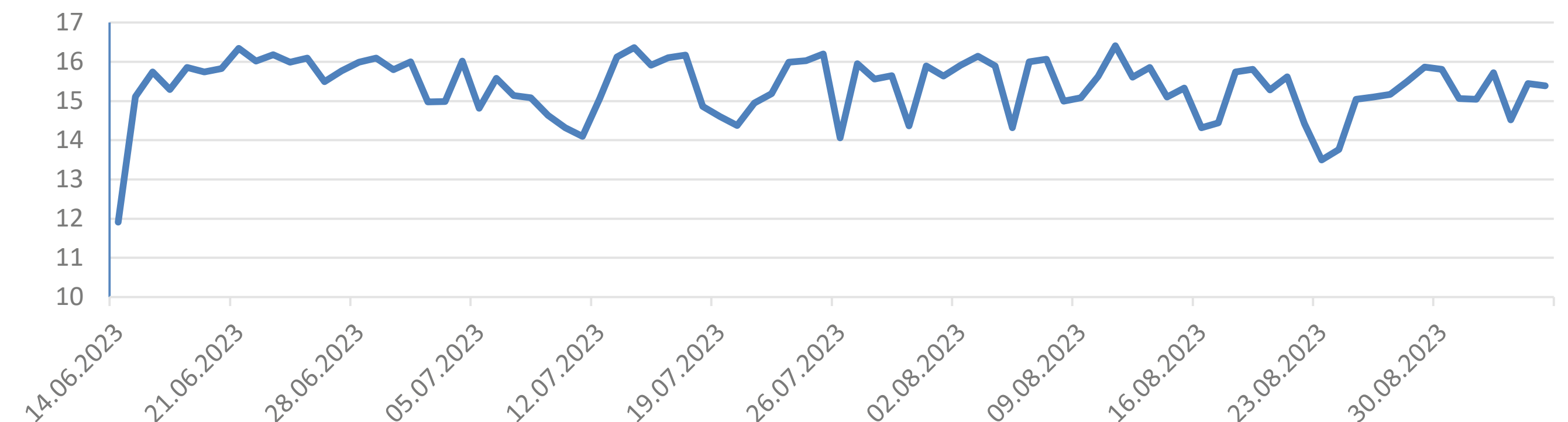
ЯМАЛ-300K
183E



ТБС «НЕПТУН» (ООО «Газпром флот») в 2023 году прошло из Мурманска на Сахалин по Северному Морскому Пути

Покрытие устойчивое, перерывов связи не зафиксировано.

Каналы связи ТБС "Нептун" через КА "Ямал-401"

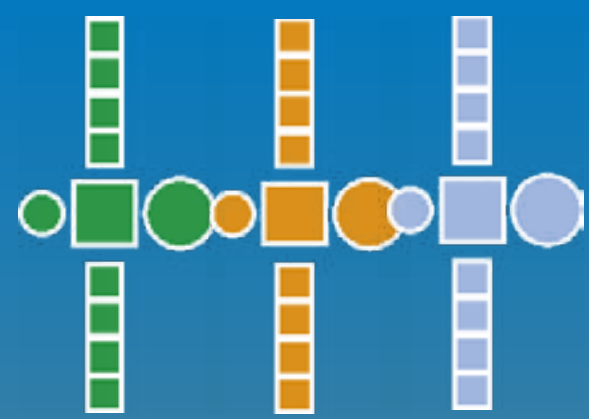


Каналы связи ТБС «Нептун» через КА «Ямал-300К»

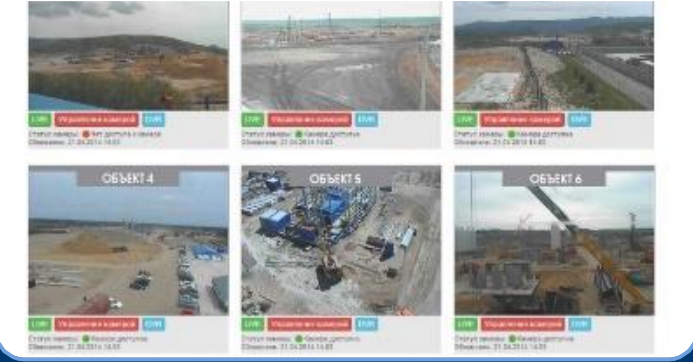


ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПЕРАТИВНОЙ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА, АВАРИЙНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Спутники Ямал

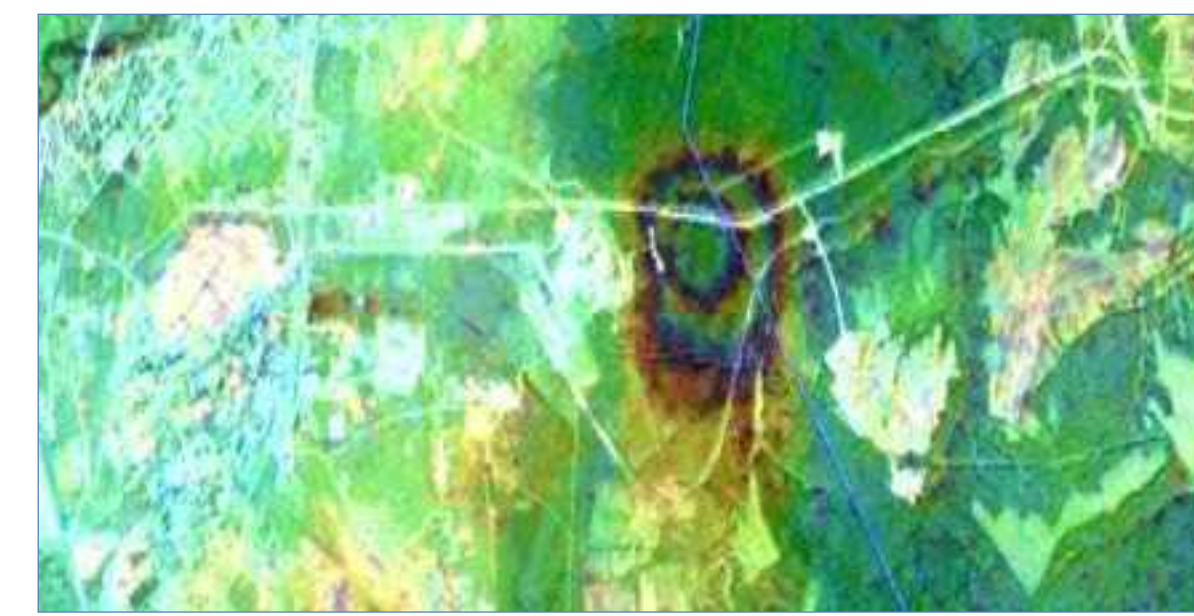
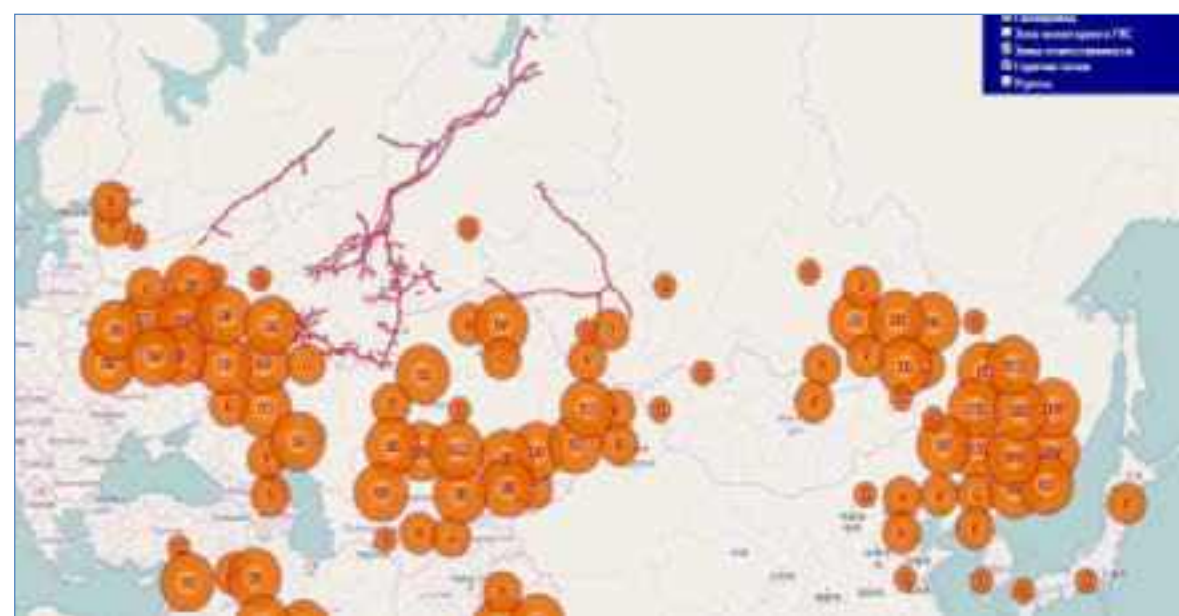


Центральный офис



Перевозимые VSAT терминалы





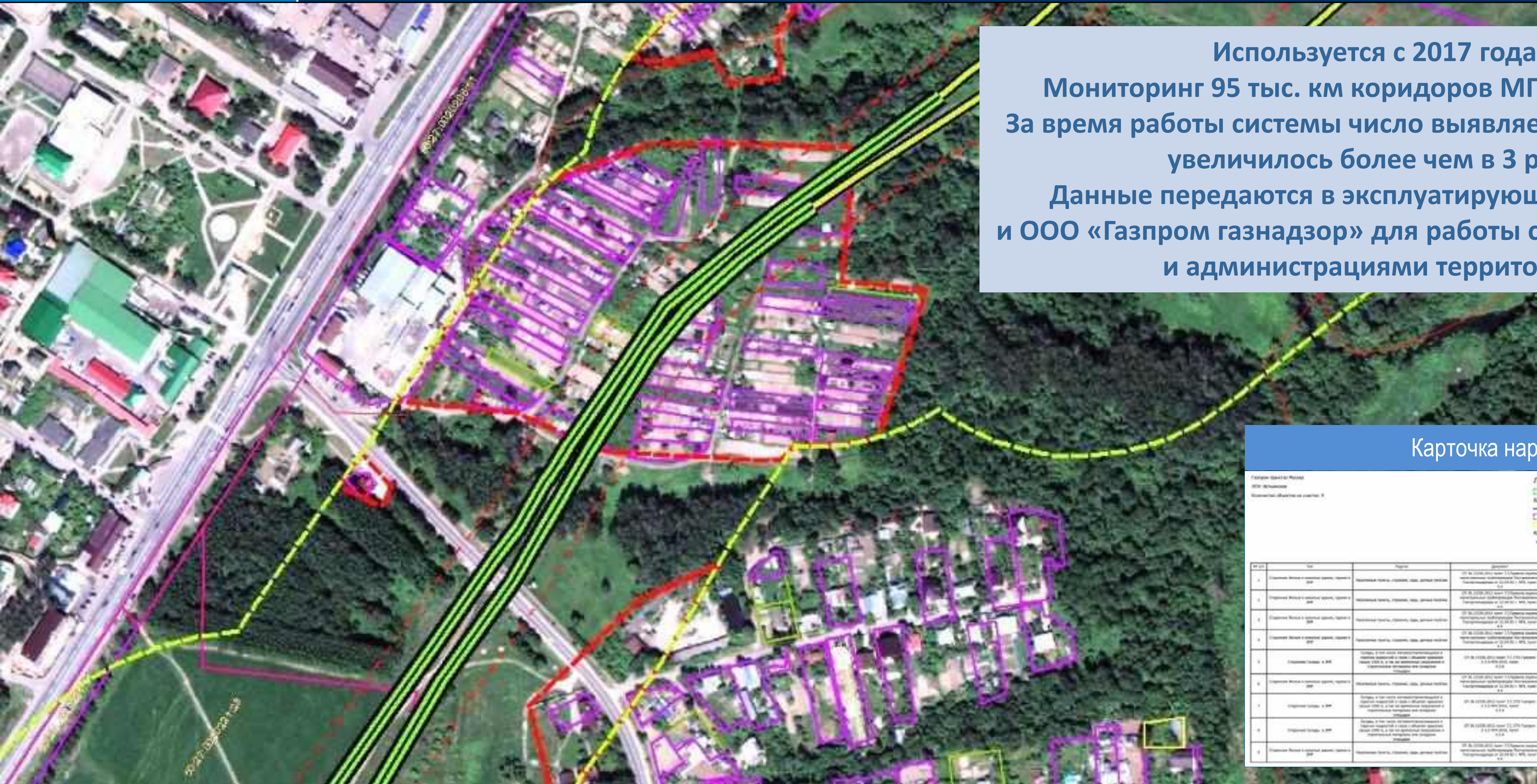
Мониторинг охранных
зон и минимальных
расстояний
магистральных
газопроводов

Мониторинг
пожароопасной
обстановки

Мониторинг утечек
метана (перспективная
технология)

Мониторинг на основе
спутниковой радарной
интерферометрии

МОНИТОРИНГ ОХРАННЫХ ЗОН И МИНИМАЛЬНЫХ РАССТОЯНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ



Используется с 2017 года.
Мониторинг 95 тыс. км коридоров МГ ежемесячно.
За время работы системы число выявляемых нарушений
увеличилось более чем в 3 раза.
Данные передаются в эксплуатирующие общества
и ООО «Газпром газнадзор» для работы с собственниками
и администрациями территорий.

Газпром газнадзор России

ООО «Газнадзор»

Комплексный мониторинг объектов ГР

Легенда

Коридоры газопроводов

ОЗ

УФ

Климатическая

1:100 м



№ п/п	Наименование	Адрес	Датировка	Степень риска	Вид	Площадь (кв. м)	Объем (куб. м)
1	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	01.01.2018	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	100	100
2	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	01.01.2018	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	100	100
3	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	01.01.2018	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	100	100
4	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	01.01.2018	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	100	100
5	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	01.01.2018	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	100	100
6	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	01.01.2018	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	100	100
7	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	01.01.2018	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	100	100
8	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	01.01.2018	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	100	100
9	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	01.01.2018	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	100	100
10	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	01.01.2018	Средняя линия газопровода	Средняя линия газопровода	100	100

Задачи в интересах Группы Газпром:

- основные задачи:
 - геотехнический и геодинамический мониторинг
 - мониторинг зон подтоплений и паводковой обстановки
- дополнительные задачи:
 - ледовый мониторинг в интересах эксплуатации объектов на шельфе Арктики и транспортировки углеводородов по Северному морскому пути
 - мониторинг разливов нефтепродуктов на морской поверхности





Мониторинг не реже одного раза в сутки ледовой обстановки на Арктическом шельфе и в акватории Северного морского пути с целью:

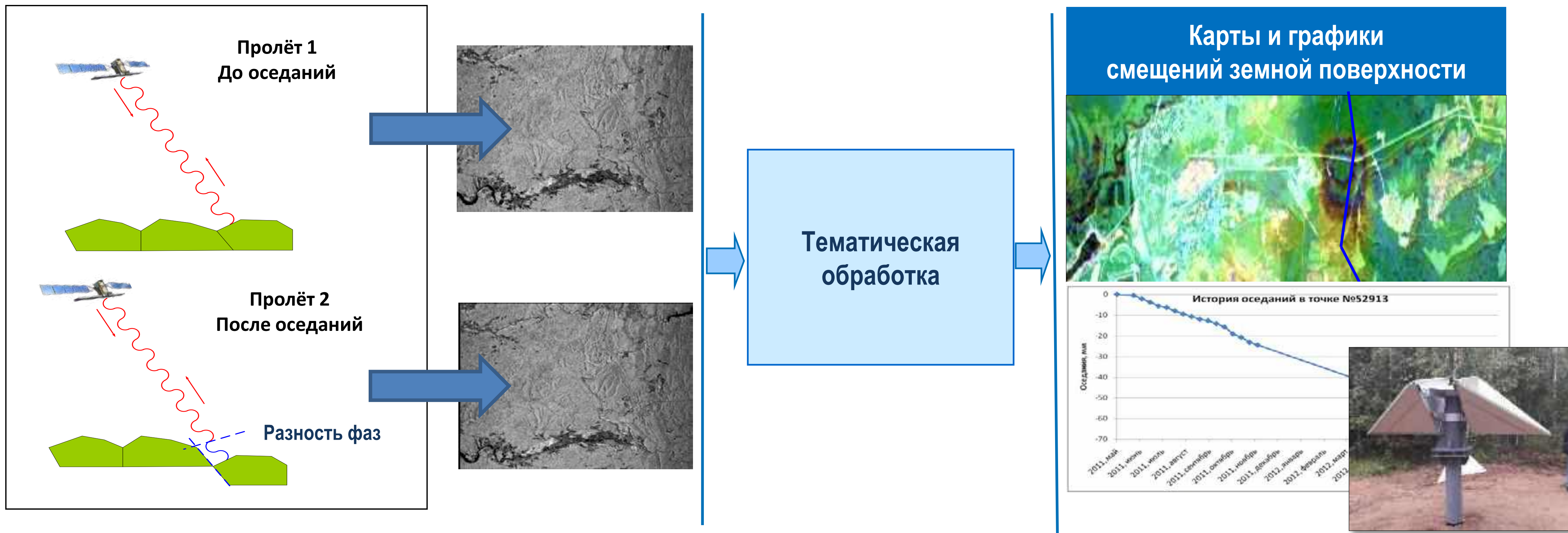
- обеспечения безопасности шельфовых объектов добычи и бурения,
- обеспечения безопасности танкеров и кораблей обеспечения

Дополнительный эффект - увеличение в 2 раза грузопотока при перевозке углеводородов и других грузов за счет оптимизации маршрута

**Запланированный
маршрут следования**



**Рекомендованный
маршрут по данным
радиолокационной съемки**



Технология основана на измерении разности фаз двух когерентных принимаемых радиосигналов, отраженных от земной поверхности в разное время, что позволяет с высокой точностью измерять ее смещения

Два типа измерений:

- площадная по естественным отражателям (поверхность, предметы) – **точность сантиметровая**
- точечная по специальным уголковым отражателям – **точность миллиметровая**

СЕВЕРО-СТАВРОПОЛЬСКОЕ ПОДЗЕМНОЕ ХРАНИЛИЩЕ ГАЗА



Контроль сезонных колебаний поверхности
и объектов при отборе и закачке газа

МАГИСТРАЛЬНЫЙ ГАЗОПРОВОД ДЗУАРИКАУ-ЦХИНВАЛ

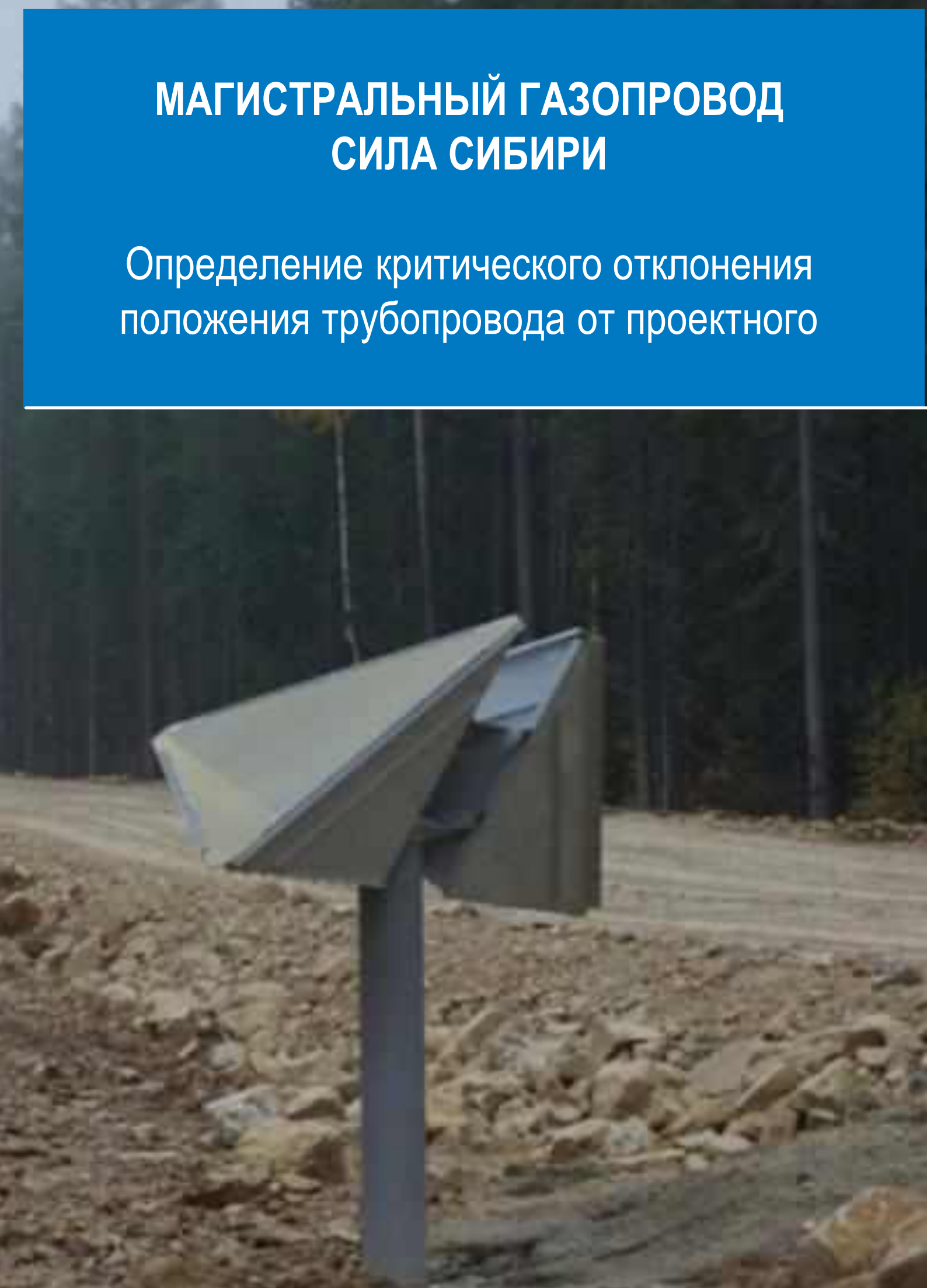


Контроль оползневых участков

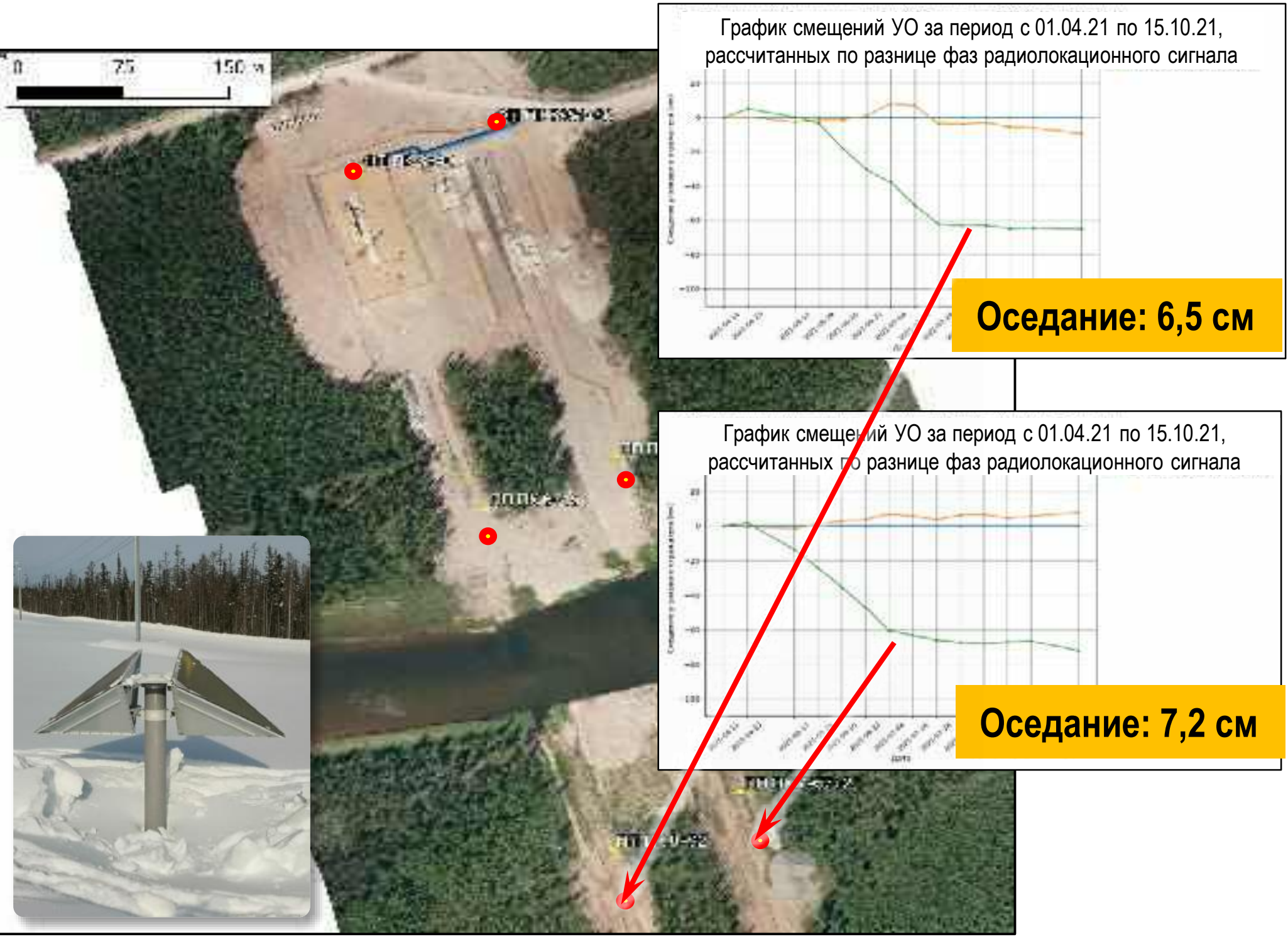


МАГИСТРАЛЬНЫЙ ГАЗОПРОВОД СИЛА СИБИРИ

Определение критического отклонения
положения трубопровода от проектного

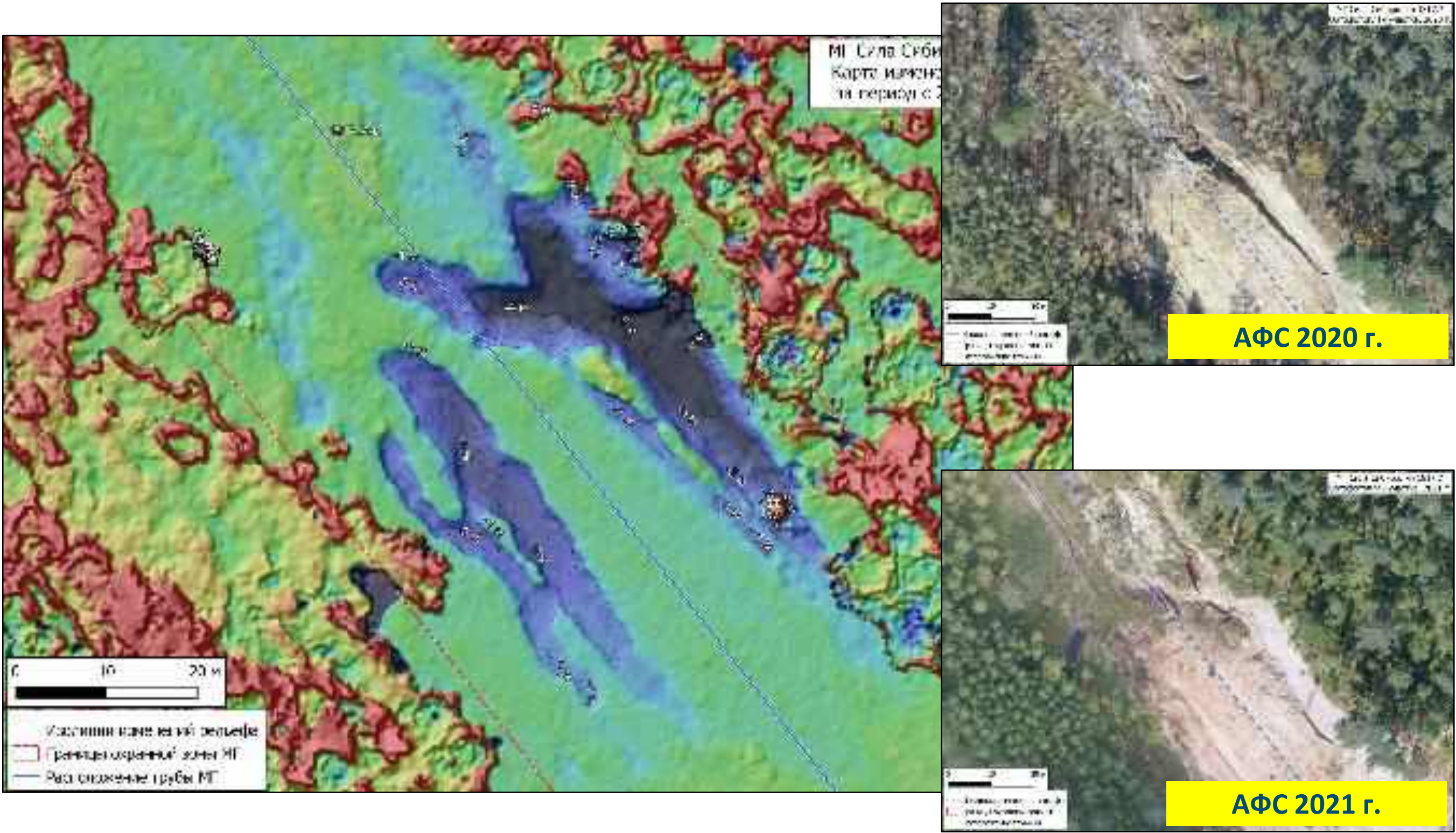


**Мониторинг с применением угловых отражателей
Переход через реку Амга. Участок км 797,6 - км 798,3**

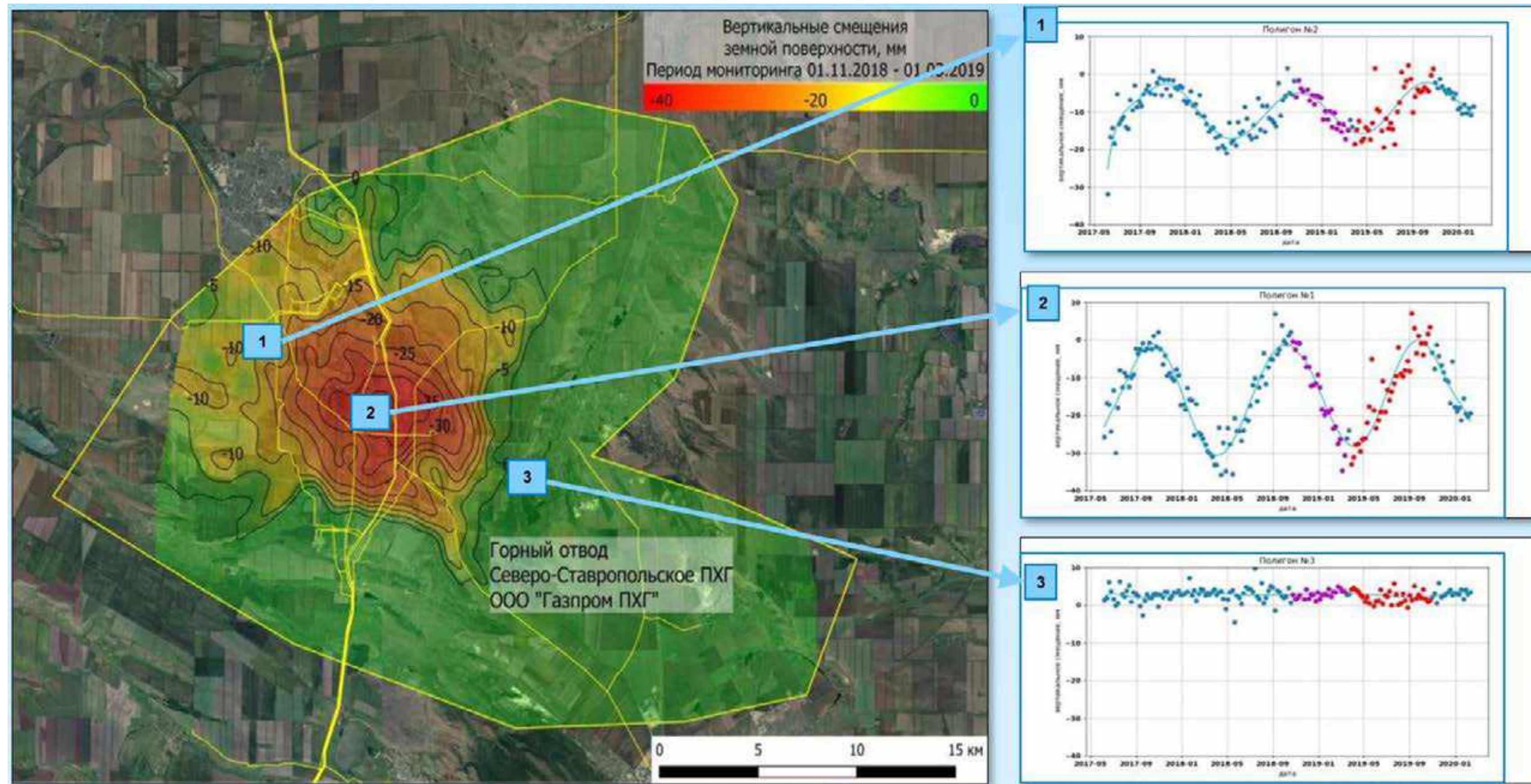


Зафиксировано оседание до 7,2 см на склоне реки Амга

**Мониторинг на основе аэрофотосъемки с БПЛА
(км 1817,7)**



Изменения рельефа в охранной зоне МГ глубина до 5,5 м



Графики сезонных колебаний
в указанных точках

Выявление смещений земной поверхности от сезонного отбора газа из подземного хранилища. Точность измерений соответствует наземным методам при вдвое меньших затратах и полном охвате территории

СЕВЕРО-СТАВРОПОЛЬСКОЕ ПОДЗЕМНОЕ ХРАНИЛИЩЕ ГАЗА

Проблемы освоения месторождений на Крайнем Севере:

- климатические изменения в Арктике;
- развитие опасных геокриологических процессов

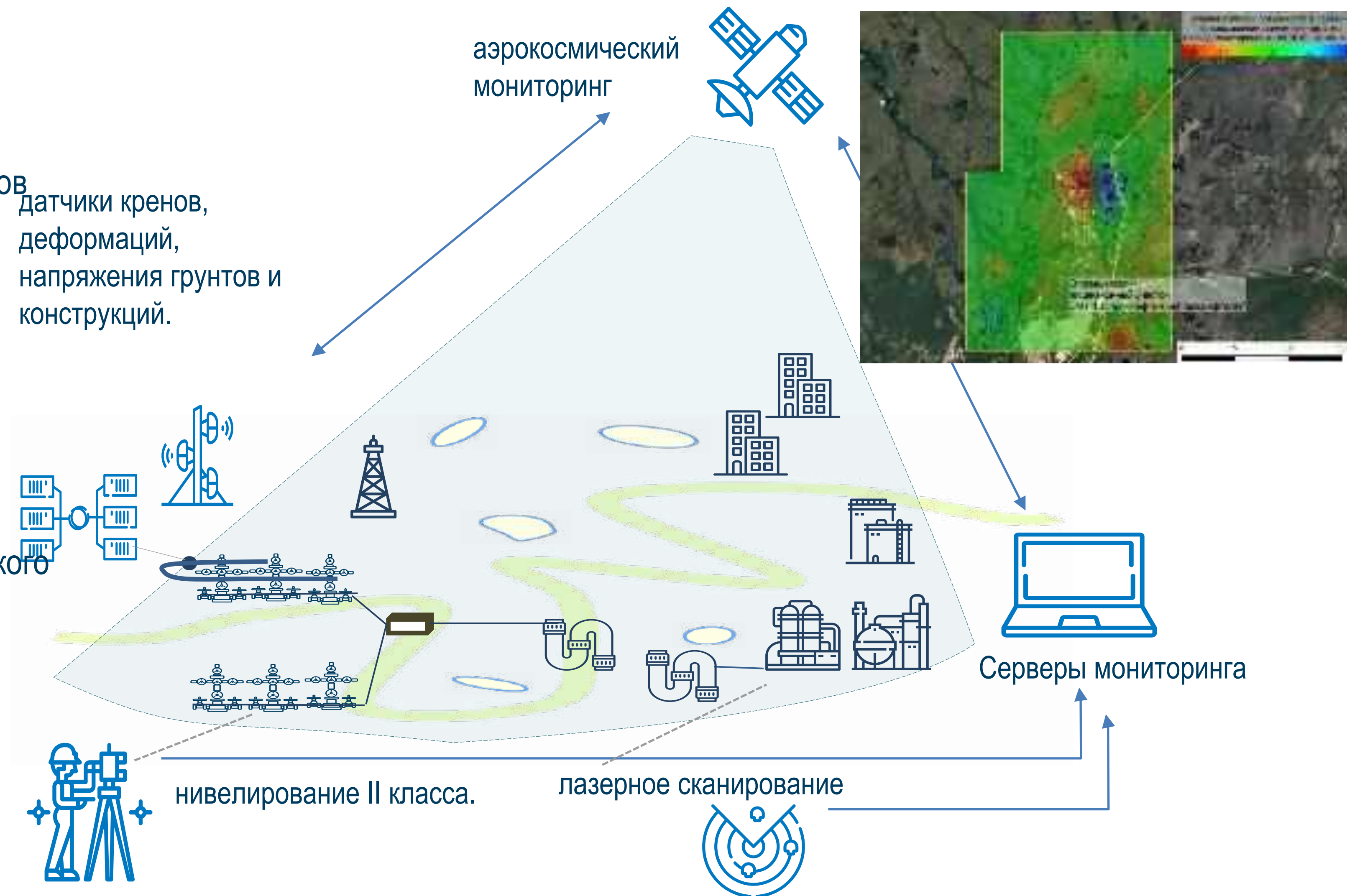
Задачи:

- необходимость обеспечения устойчивости опасных производственных объектов

Решение:

- создание системы непрерывного геотехнического мониторинга объектов добычи газа на месторождениях Крайнего севера с использованием аэрокосмических технологий

**Задача актуальна для ВСЕХ
инфраструктурных объектов в Арктике**



ЗАДАЧИ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «СМОТР-Р» В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ



Всепогодный мониторинг ледовой обстановки на трассе Северного морского пути, акватории морей Арктической зоны Российской Федерации для повышения уровня безопасности морских шельфовых объектов, эффективности судоходства, оперативного мониторинга экологической обстановки, информационной поддержки мероприятий по поиску и спасению в Арктике (1 раз в сутки);



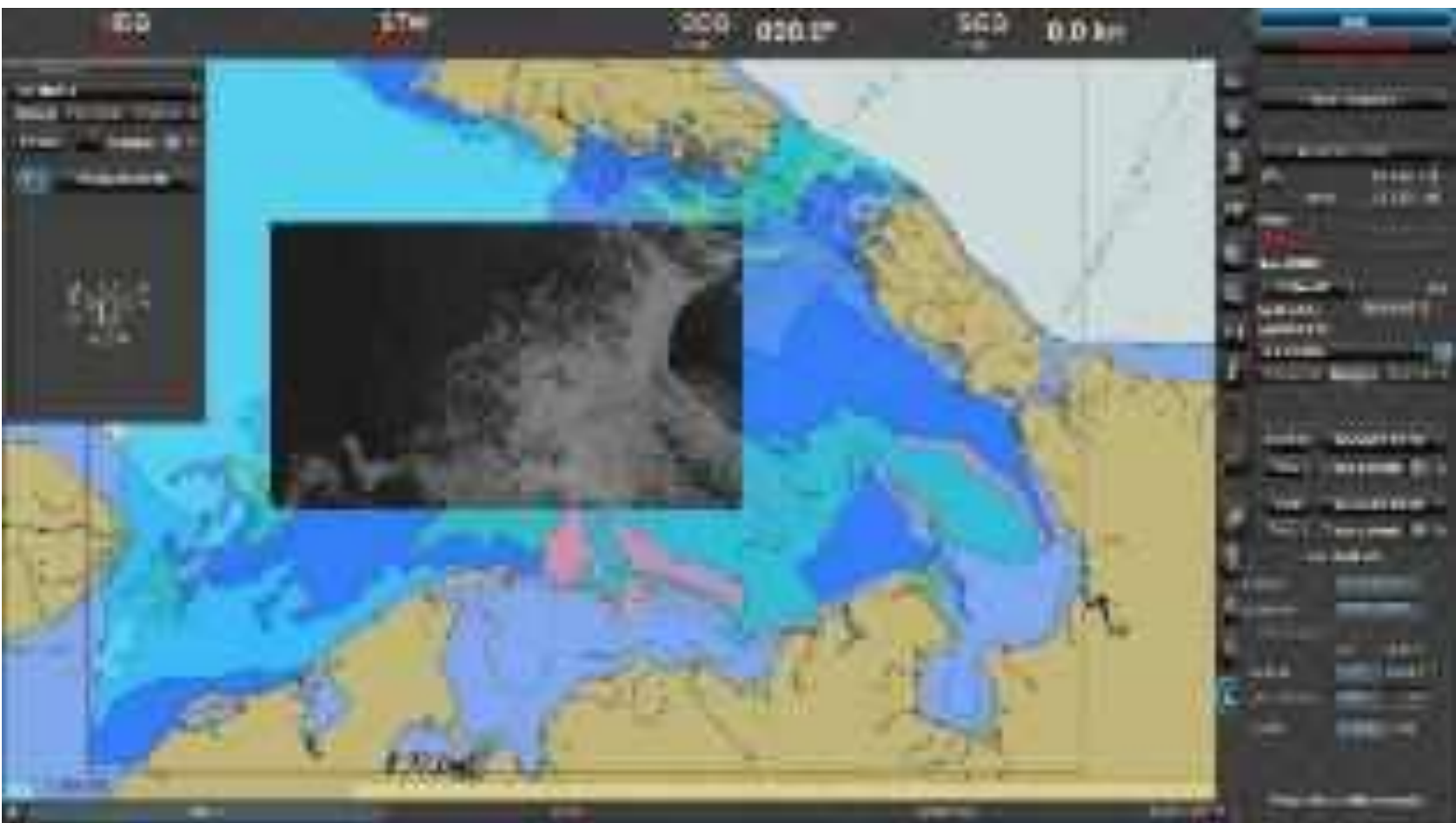
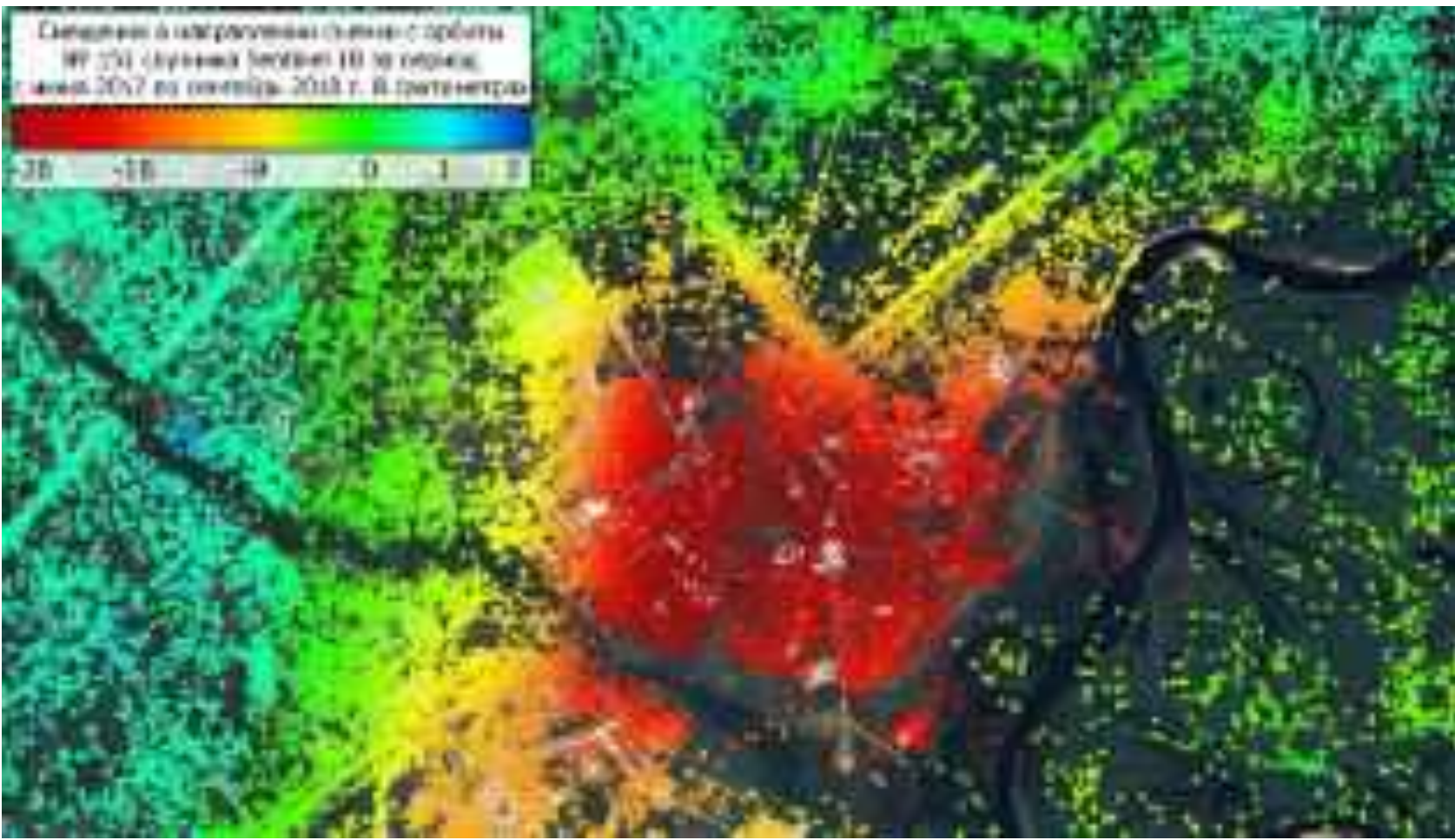
Геотехнический и геодинамический мониторинг производственной инфраструктуры на всей территории России на основе методов космической радиолокационной интерферометрии для обнаружения и мониторинга деформаций земной поверхности и объектов, а также в целях проведения проектно-изыскательских, кадастровых работ и картографирования (1 раз в 8 суток);



Контроль экологической обстановки в районах добычи, транспортировки, хранения и переработки углеводородов, включая выявление естественных нефтепроявлений и загрязнений морской поверхности жидкими углеводородами (1 раз в сутки);

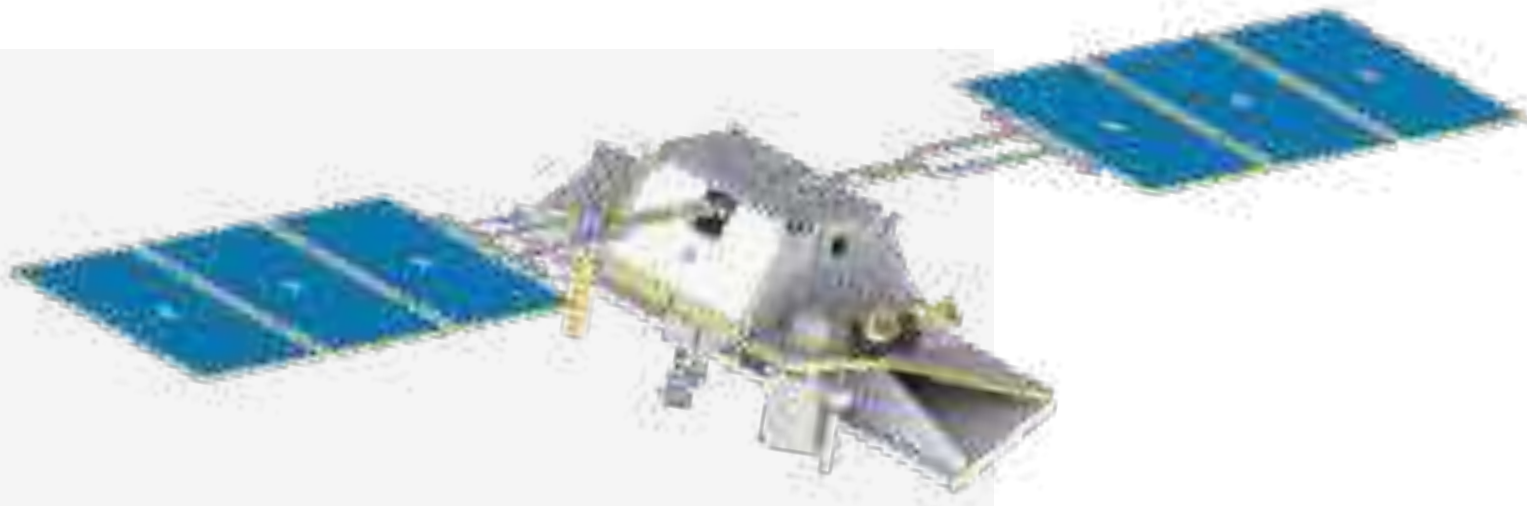
ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «СМОТР-Р»

Сервис	Периодичность, не реже	
	2027 - 2028 год МКА «Смотр-Р-Д»	с 2029 года 5 МКА «Смотр-Р», МКА «Смотр-Р-Д»
1	2	3
Геотехнический и геодинамический мониторинг объектов производственной инфраструктуры на всей территории России	1 раз в 30 суток	1 раз в 8 суток
Мониторинг ледовой обстановки в районе Северного морского пути, акватории морей Арктической зоны Российской Федерации и континентальном шельфе, контроль экологической обстановки	1 раз в 4 суток	1 раз в сутки



ХАРАКТЕРИСТИКИ МКА «СМОТР-Р-Д» И «СМОТР-Р»:

- масса МКА - 600 кг;
- срок эксплуатации МКА на орбите - 7 лет;
- производительность - не менее 5 минут за один виток;
- доступные режимы съёмки:
 - детальная* разрешение – не более 2 м, полоса захвата – 10 км;
 - маршрутная* разрешение – 5 м, полоса захвата – 25 км;
 - обзорная* разрешение – 15...50 м, полоса захвата – 115...150 км;
- радиометрическая чувствительность - не более минус 20 дБ.



ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ МКА «СМОТР-В-Д» И «СМОТР-В»

Сервис	Периодичность, не реже	
	2027-2030 годы МКА «Смотр-В-Д»	с 2030 года 2 МКА «Смотр-В», МКА «Смотр-В-Д»
1	2	3
Мониторинг выделенных объектов на территории России (севернее 45°)	1 раз в двое суток	1 раз в сутки
Мониторинг выделенных объектов в районе Северного морского пути, акватории морей Арктической зоны Российской Федерации и континентальном шельфе (севернее 68°)	1 раз в сутки	2 раза в сутки
Съемка всей территории России (севернее 45°)	1 раз в 180 суток	1 раз в 60 суток

ХАРАКТЕРИСТИКИ МКА «СМОТР-В-Д» И «СМОТР-В»:

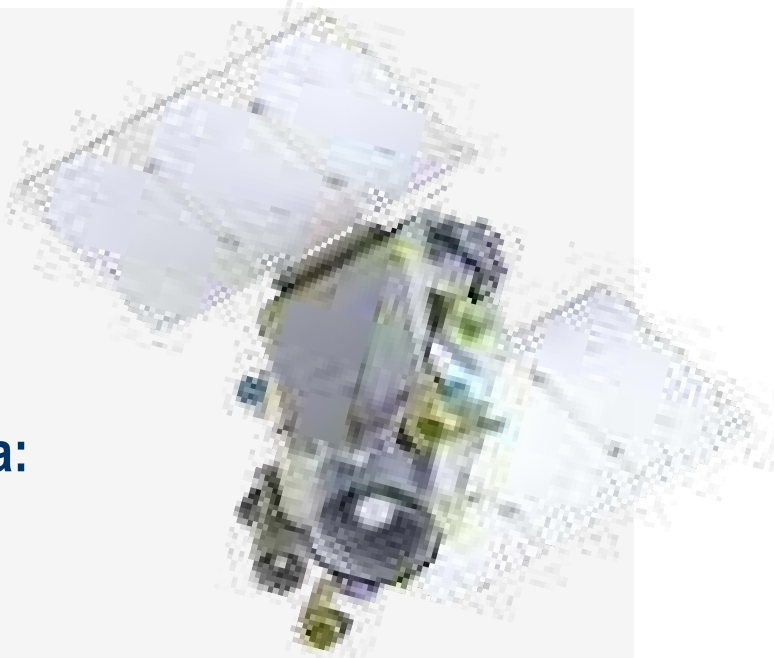
- масса МКА - 800 кг;
- срок эксплуатации МКА на орбите -10 лет;

Оптико-электронная аппаратура:

- пространственное разрешение - 0,5 м;
- ширина полосы захвата - 11 км;
- ширина полосы обзора - 1000 км;
- производительность - 1 час/сут. (217 тыс. кв.км);

Спутниковый газоанализатор метана:

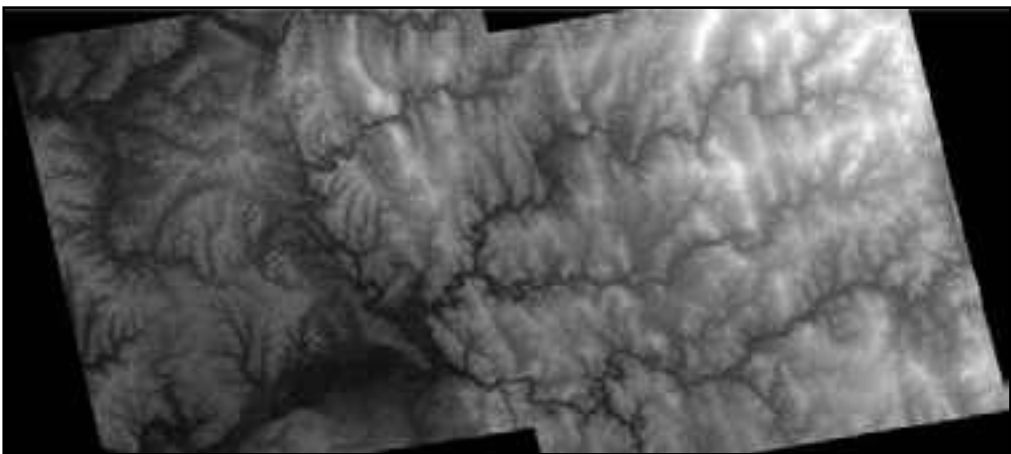
- пространственное разрешение - 50 м;
- ширина полосы захвата - 10 км;
- ширина полосы обзора - 100 км;
- минимальный обнаруживаемый расход метана – до 1% от естественного фона;
- производительность - 60 мин в сутки



ПРОДУКЦИЯ СИСТЕМЫ СМОТР ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ И ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Первичные данные съемки
(продукты уровня L1-L2)

Космические
радиолокационные
снимки
(СМОТР-Р)

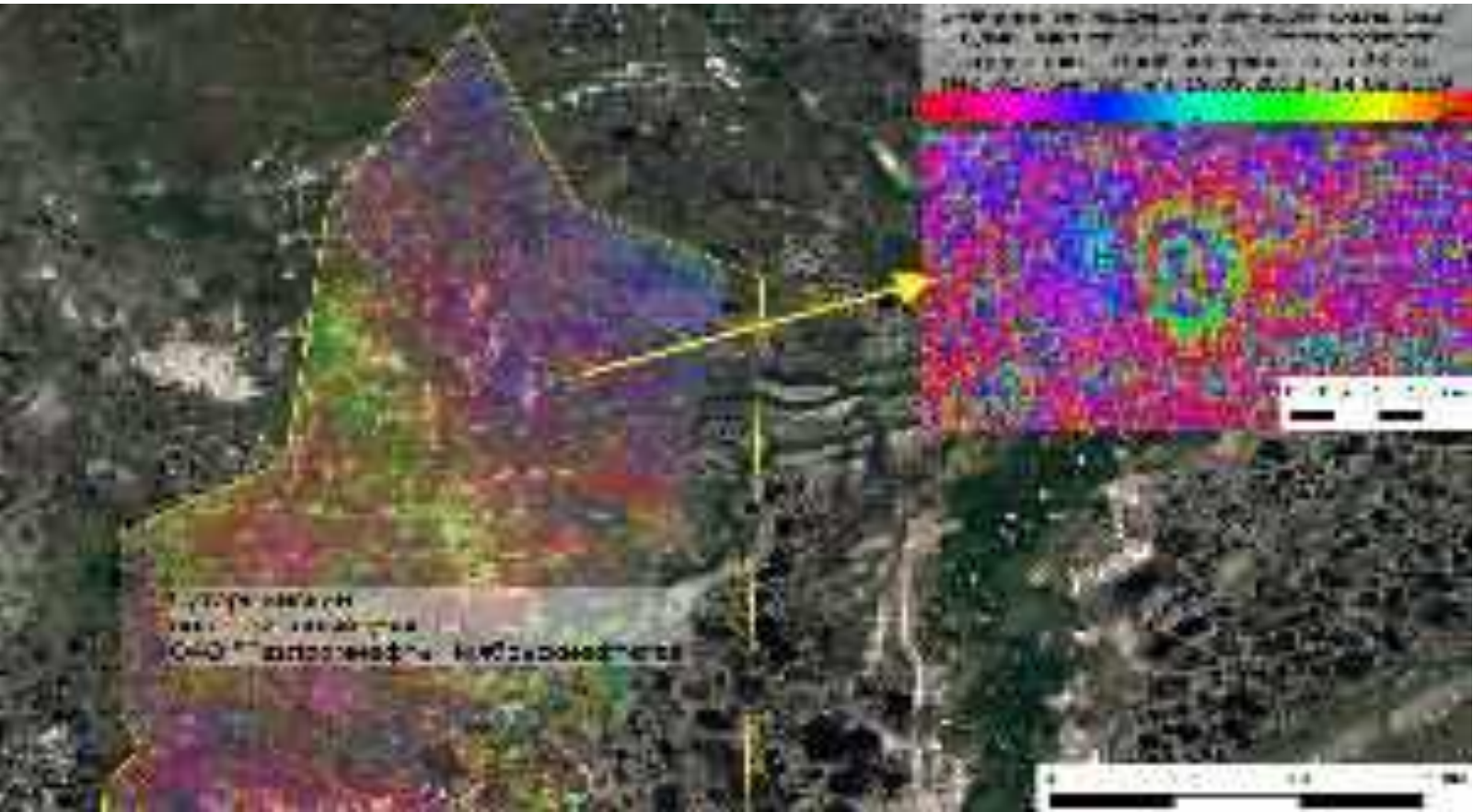
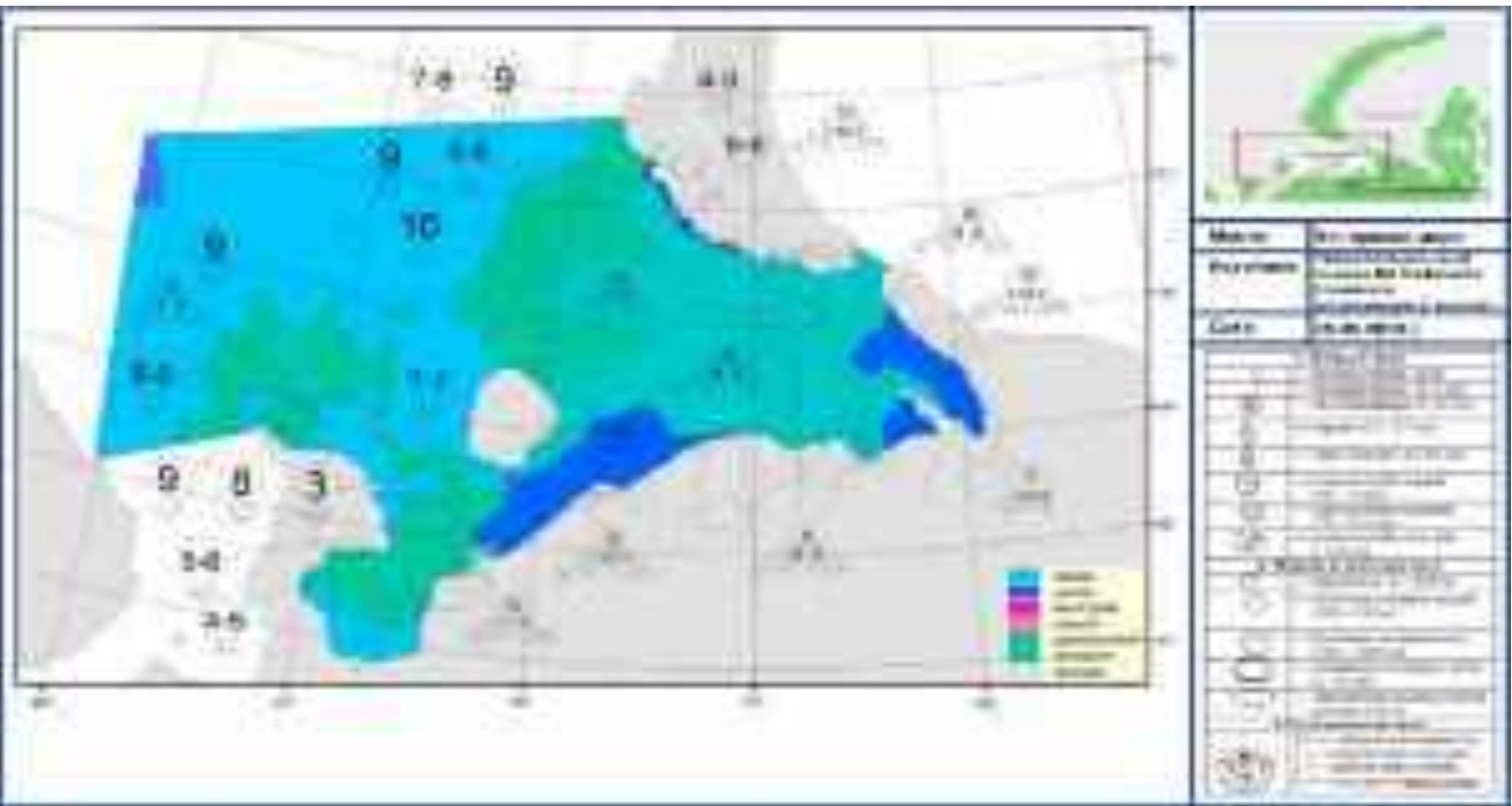


Космические
оптические
снимки
(СМОТР-В)



Составление ортофотопланов
и карт ледовых полей, ЦМР
(продукты уровня L3-L4)

Карты ледовой обстановки,
карты деформаций





Технологический комплекс рассчитан на параллельное выполнение полного цикла сборки, интеграции и испытаний **не менее четырех спутников средней и большой размерности или до ста малых космических аппаратов в год.**

КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ СВЯЗИ



КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ ДЗЗ



СЕРИЙНЫЕ МАЛЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ ДЛЯ МНОГОСПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ



УСЛУГИ ПО СБОРКЕ, ИНТЕГРАЦИИ И ИСПЫТАНИЯМ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ЕЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ



✓ Чистота помещений **класса 8** по ГОСТ ISO 14644-1-2002

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Корвяков Петр Владимирович
Первый заместитель генерального директора
АО «Газпром космические системы»

Российский коммерческий аппаратно-программный комплекс потребителя РРР. Результаты испытаний

Т.Ю.ДУБИНКО

ООО «ФАРВАТЕР»

Отечественная технология высокоточного позиционирования в режиме PPP

Технология высокоточного позиционирования в режиме PPP (Precise Point Positioning) в последнее время активно развивается во всем мире. Её преимущества (при сходных точностных параметрах) перед широко используемой технологией RTK (Real Time Kinematic) очевидны: технология PPP является глобальной, она обеспечивает высокоточное позиционирование в реальном времени в любой точке Земного шара, и не требует нахождения потребителя в зоне действия базовых станций. Поправки PPP формируются специализированными сервисами, и передаются потребителям при наличии необходимого канала связи.

К определяющим факторам для создания технической кооперации разработчиков в области навигации и связи, и, как следствие, совместного создания комплексной отечественной системы (технологии) высокоточного позиционирования в любой точке Земного шара, можно отнести следующие:

- 1) Отсутствие отечественных коммерческих сервисов поправок PPP на фоне ухода с российского рынка зарубежных коммерческих сервисов.
- 2) Отсутствие отечественной пользовательской аппаратуры PPP на фоне недоступности для закупки зарубежного оборудования.
- 3) Нестабильная работа мобильного интернета, а также физическое отсутствие зон покрытия сотовой связи на значительных территориях.
- 4) Наличие существенных наработок у групп разработчиков в части ключевых составляющих комплексной системы высокоточного позиционирования.
- 5) Подкрепленное опытом убеждение разработчиков в том, что наилучшие качественные характеристики больших многокомпонентных систем достигаются при совместной отладке ее составных частей в системе, не только на уровне выходных интерфейсов, но на уровне внутренних алгоритмов функционирования.

Создана и испытана в реальных условиях полностью отечественная комплексная технология высокоточного позиционирования, включающая сервис PPP-C для формирования и передачи поправок PPP, средства спутниковой связи для передачи поправок в любую точку Земного шара, бортовой навигационный приемник ГНСС, определяющий координаты с использованием поправок с дециметровым и сантиметровым уровнем точности.

Отечественная технология высокоточного позиционирования в режиме PPP

«Фарватер-PPP» – это бортовой навигационный приемник ГНСС, обеспечивающий выдачу координат в режимах повышенной точности (в том числе и без использования внешней корректирующей информации в реальном времени). Повышенная точность обеспечивается использованием глобальной корректирующей информации отечественного сервиса PPP-C (поправки к орбитам спутников и времени излучения сигналов).

В зонах доступности сотовой связи поправки могут доставляться через сеть Интернет посредством подключаемого GSM-модема. При отсутствии сотовых сетей (в частности, в условиях открытого моря) поправки сервиса PPP-C доставляются средствами спутниковой связи.

Наименование параметра	Значение
1 Принимаемые сигналы ГНСС:	- ГЛОНАСС L1, L2 - GPS L1, L2C - GALILEO E1, E5B - Beidou B1I, B2I
2 Погрешность определения координат в режиме PPP-Lite, СКО, м: - в плане - по высоте	0,4 0,8
3 Погрешность определения координат в режиме PPP-RT, СКО, м: - в плане - по высоте	0,2 0,4
4 Погрешность определения координат в режиме PPPC, СКО, м: - в плане - по высоте	0,05 0,1
5 Напряжение питания, VDC	10 – 36
6 Габаритные размеры, мм - основной блок - антенна ГНСС	105×55×200 диаметр 164, высота 126
7 Вес, кг, не более - основной блок - антенна ГНСС	0,90 0,55
8 Интерфейсы обмена с внешними потребителями	RS 232/422, Ethernet (TCP/IP), Wi-Fi (TCP/IP)



Режимы навигации:

- **PPP-Lite** с точностью **30-40 см**
- **PPP-RT** с точностью **15-20 см**
- **PPPC** с точностью **5-10 см**

Приемник ГНСС «Фарватер-PPP»

Без использования поправок (при отсутствии средств связи) приемник определяет координаты с точностью 30-40 см!

Результаты испытаний на судне. Эксперимент ВОМС-ГАЗ, август 2025

В августе 2025 года состоялся морской этап научно-технического эксперимента по высокоточному определению места НИС «Академик Голицын», принадлежащего ООО «Газпром флот» и находящегося во фрахте у АО «Газпром шельфпроект», с использованием судовой системы динамического позиционирования (СДП), глобальной дифференциальной поправки коммерческого сервиса PPP (PPP-C) ООО «Лаборатория Навигации», системы спутниковой связи и вещания (ССС) «Ямал-300К» ПАО «Газпром» и экспериментальной навигационной аппаратуры потребителя ООО «Фарватер».

Бортовой приемник «Фарватер-PPP» был установлен на судне вместо одного из трех штатных приемников ГНСС, используемых СДП. Штатные приемники СДП работают в режиме SBAS, и обеспечивают точность порядка 1,5 метров (СКО). На время проведения эксперимента штатные судовые приемники отключались, судно двигалось по заданным траекториям при помощи СДП в режиме «Удержание» с использованием навигационных данных приемника «Фарватер-PPP», работающего (последовательно) в режимах PPPC и PPPLite.

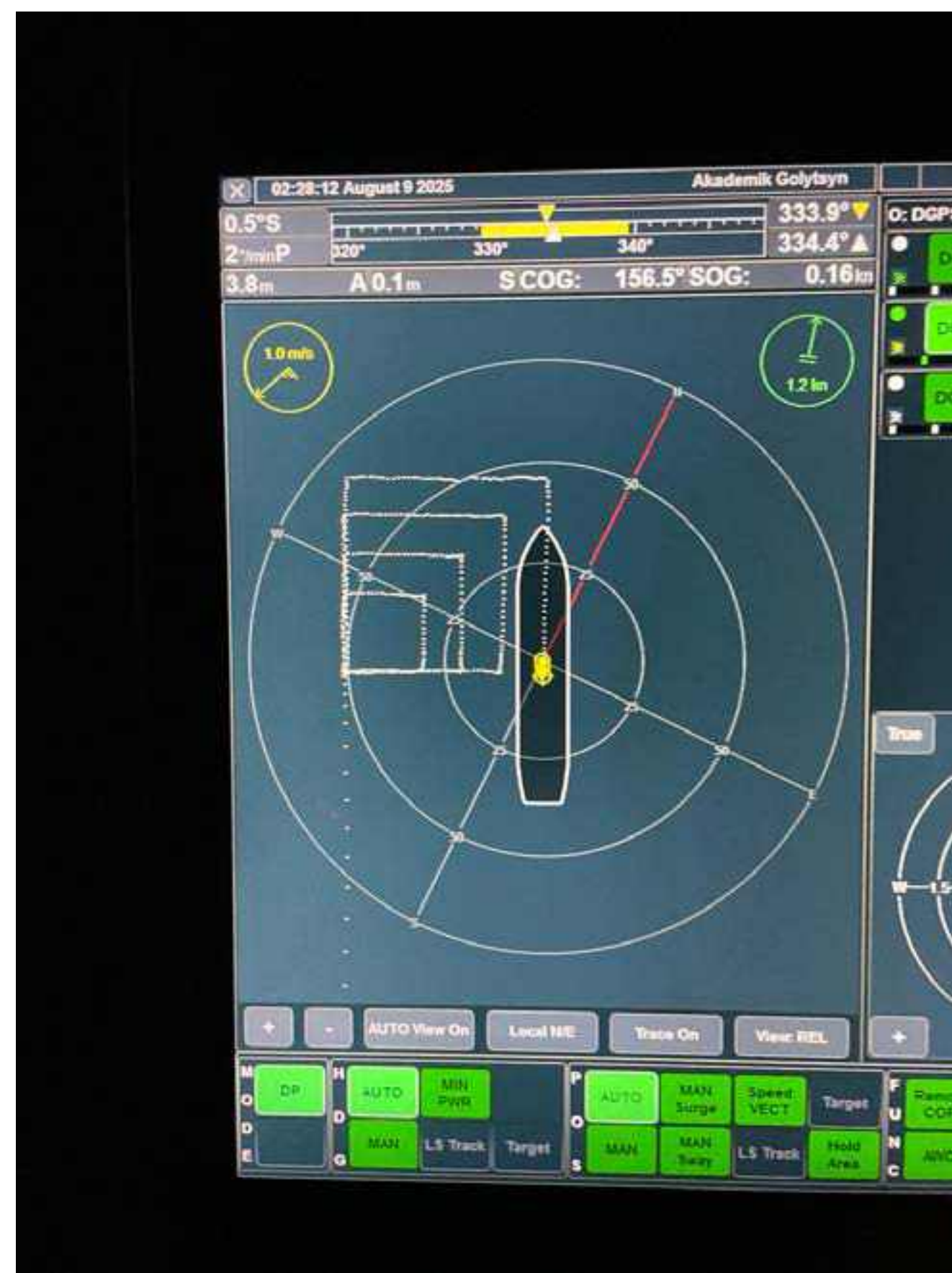


Результаты испытаний на судне

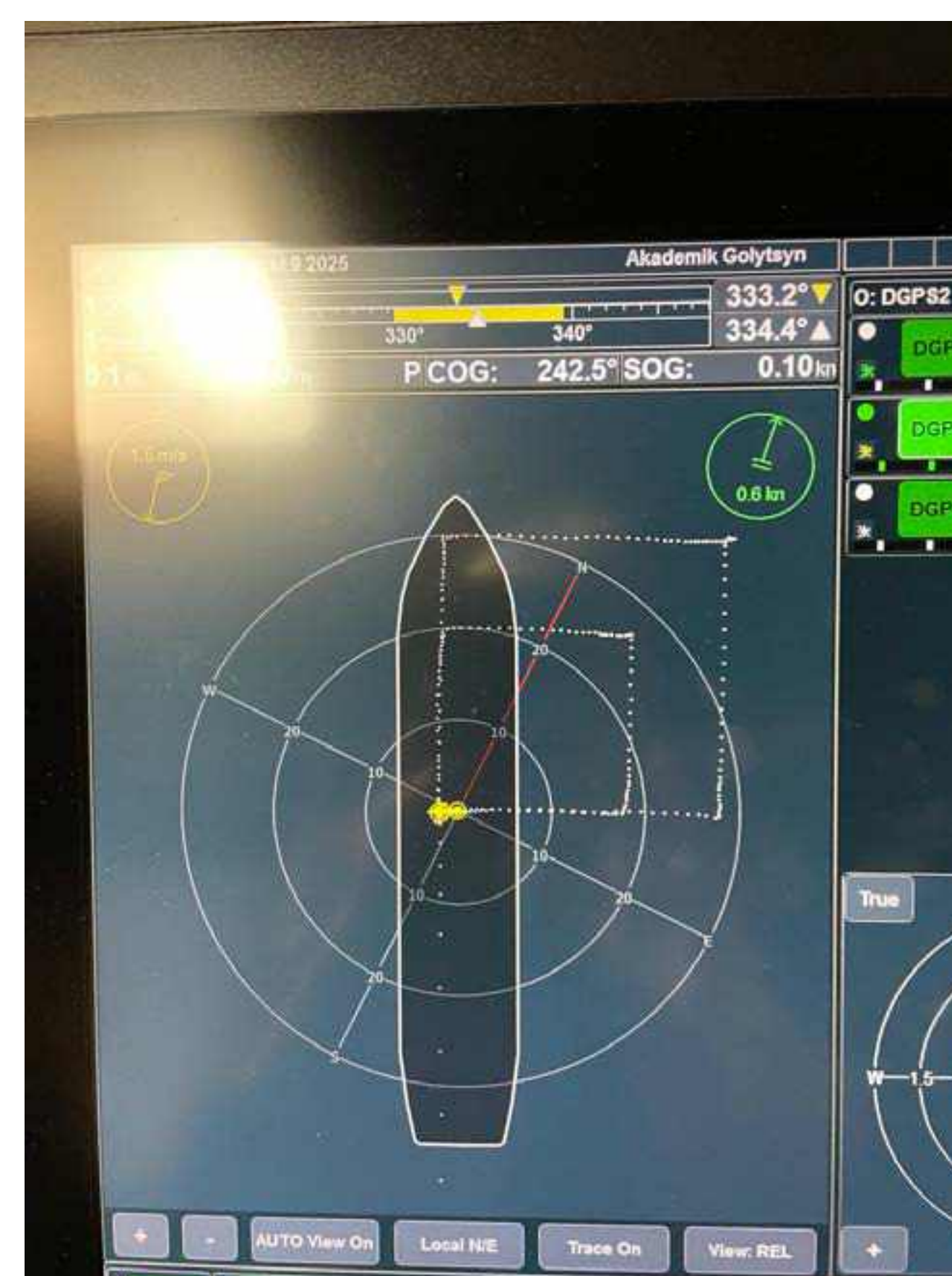
По сравнению с точностью удержания судна с использованием штатных приемников ГНСС, экспериментальное оборудование в составе сервиса показало высокую точность удержания судна, подтвердив свои технические характеристики



Точность удержания судна при использовании решения **штатного** приемника ГНСС в режиме SBAS – порядка **1 метра**



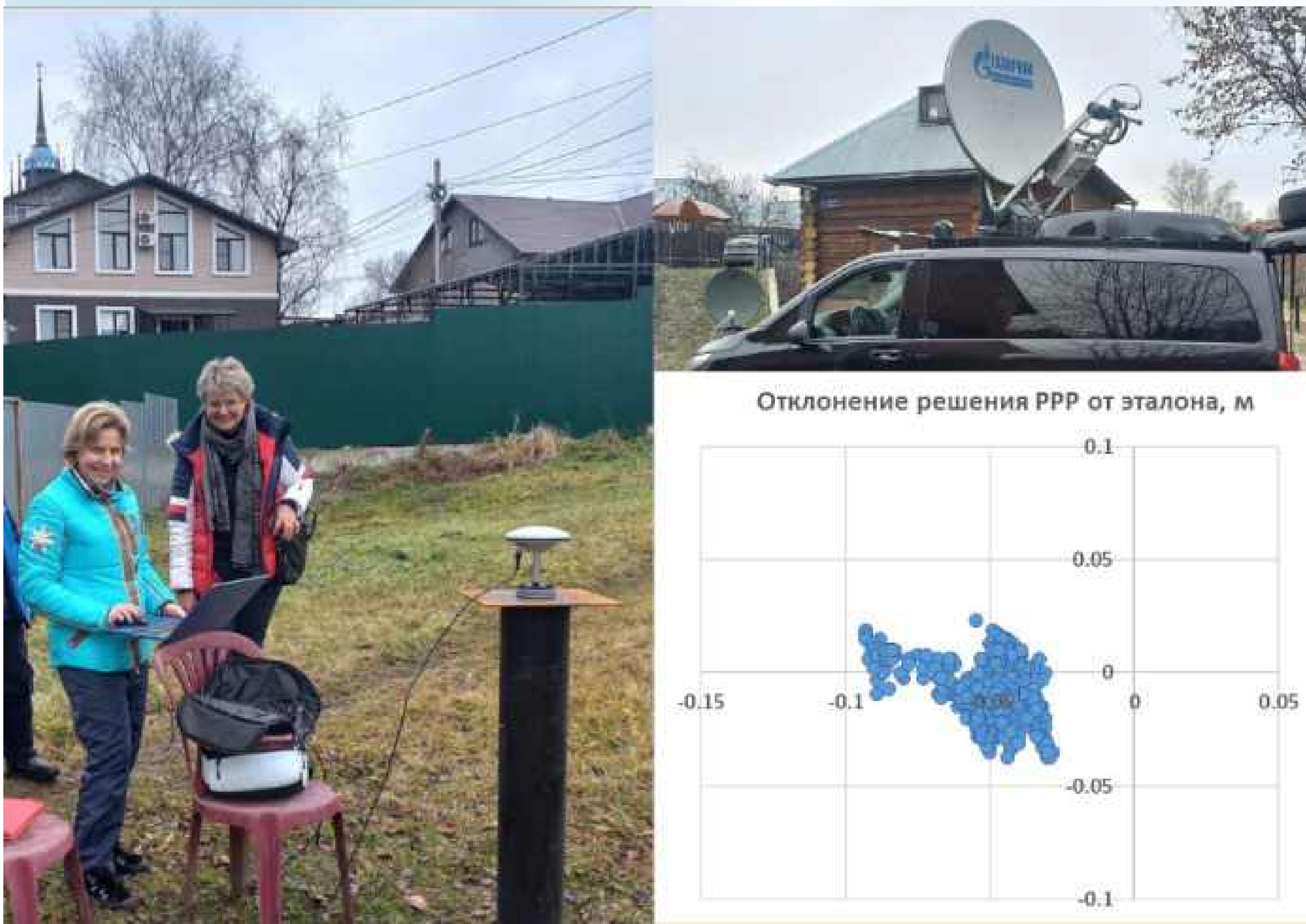
Точность удержания судна при использовании решения приемника «Фарватер-PPP» в режиме **PPPLite** – от **0 до 30 см**



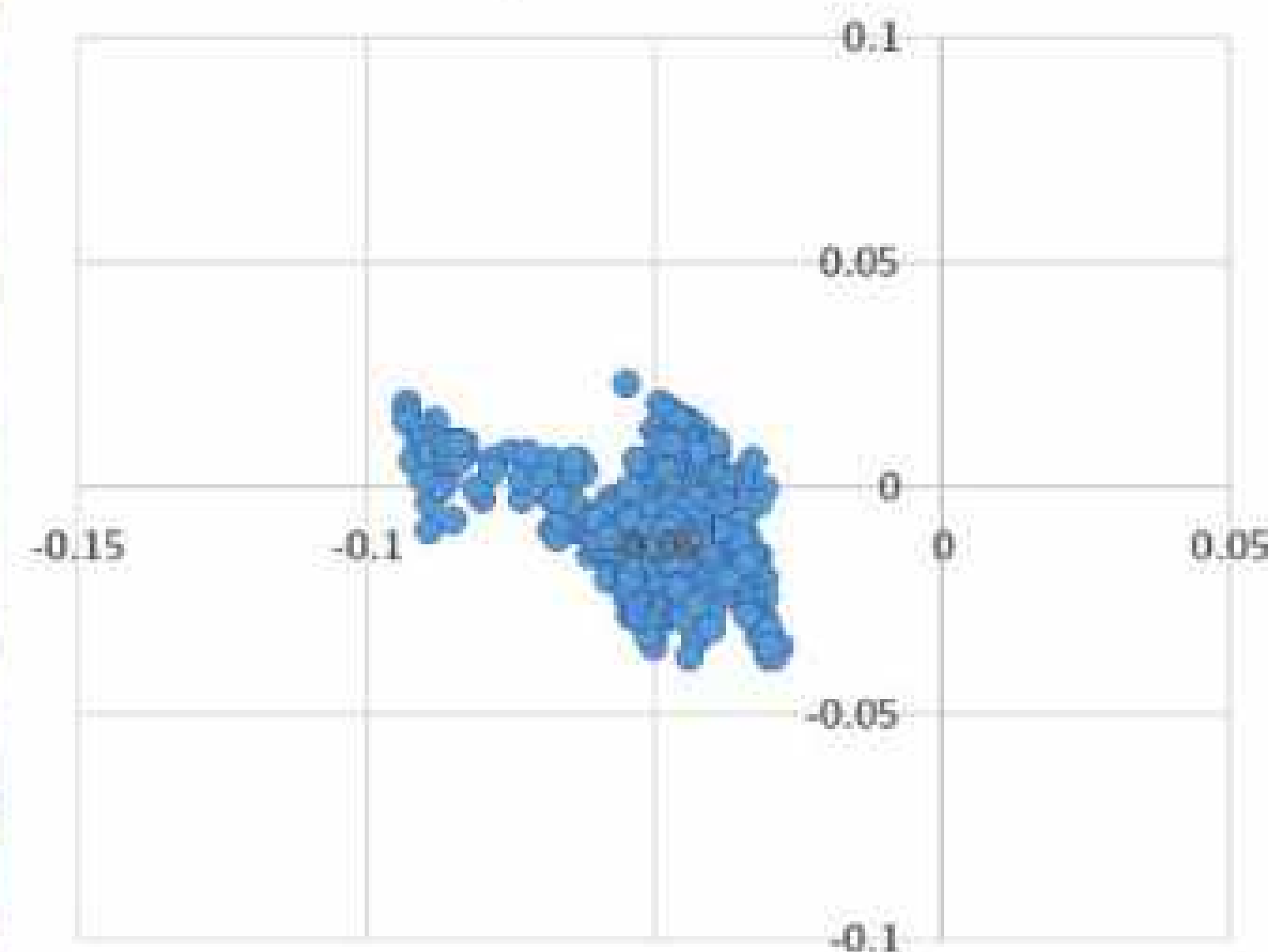
Точность удержания судна при использовании решения приемника «Фарватер-PPP» в режиме **PPPC** – от **0 до 10 см**



Результаты испытаний на маркшейдерском пространственном высокоточном полигоне «ПМПВ-Быково» СМР.1-2025 П-1, декабрь 2025



Отклонение решения PPP от эталона, м



Для оценки абсолютной точности получения координат 4 декабря 2025 года проведены испытания на маркшейдерском пространственном высокоточном полигоне «ПМПВ-Быково» СМР.1-2025 П-1.

Объектом испытаний являлась отечественная технология высокоточного позиционирования по сигналам глобальных навигационных спутниковых сигналов (ГНСС) в режиме PPP, включающая в себя:

а) сервис высокоточных глобальных поправок PPP (ООО «Лаборатория Навигации»);

б) средства спутниковой связи для передачи поправок PPP в реальном времени (АО «Газпром космические системы»);

в) пользовательский приёмник ГНСС «Фарватер-PPP» (ООО «Фарватер»).

Результаты испытаний на маркшейдерском пространственном высокоточном полигоне «ПМПВ-Быково» СМР.1-2025 П-1, декабрь 2025

Отклонение решения на пункте №4 от эталонных плоских прямоугольных координат (проекция UTM) пункта №4

	В прямоугольных координатах на плоскости (x,y), м	
	$\Delta x (\Delta northing)$	$\Delta y (\Delta easting)$
Рп.4 (эталон)	6163025.6519	37440785.8953
Приемник Рп.4	6163025.5964	37440785.7995
Разность прямоугольных координат на плоскости (dx,dy), м		
Рп.4-Рп.4	0.0000	0.0000
Приемник Рп.4-Рп.4	-0.0555	-0.0958

Отклонение решения на пункте №3 от эталонных разностей плоских прямоугольных координат относительно пункта №4

	В прямоугольных координатах на плоскости (x,y), м	
	$\Delta x (\Delta northing)$	$\Delta y (\Delta easting)$
Рп.4 (эталон)	6163025.6519	37440785.8953
Приемник Рп.3	6162972.9441	37440746.9627
Разность прямоугольных координат на плоскости (dx,dy), м		
Эталон Рп.4-Рп.3	52.6796	38.8923
Рп.4- Приемник Рп.3	52.7078	38.9326
Погрешность	0.0282	0.0403

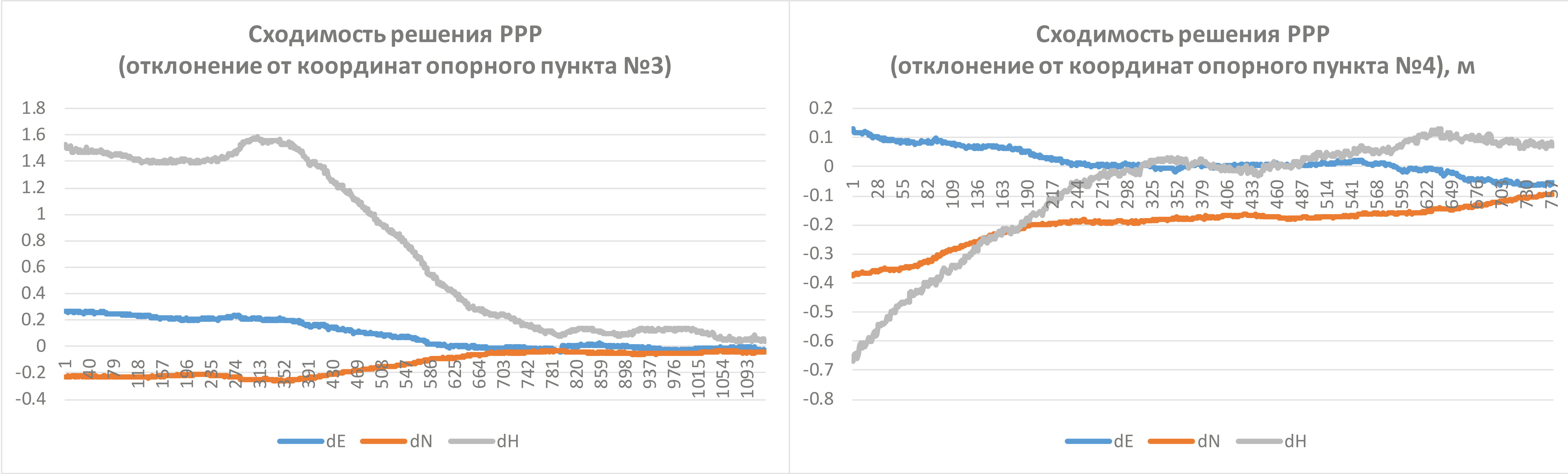
Приемник «Фарватер-PPP» работал в режиме PPPC. Доступ приёмника потоку высокоточных поправок сервиса PPP-C осуществлялся посредством канала спутниковой связи на базе подвижного комплекса видео-конференц-связи (ПК ВКС) через КА «Ямал-402», а также канала спутниковой связи через КА «Ямал-601».

Антенна приёмника «Фарватер-PPP» последовательно размещалась на реперных пунктах Полигона №3 и №4). Время работы приёмника «Фарватер-PPP» на каждом реперном пункте составило порядка 20 минут. Во время работы приёмника на каждом пункте осуществлялась запись выходных данных приемника – полученных в реальном времени координат в виде файлов формата NMEA-0183 для последующей оценки.

Отклонение решения от координат опорных пунктов не превысило **10 сантиметров**.

Результаты испытаний на маркшейдерском пространственном высокоточном полигоне «ПМПВ-Быково» СМР.1-2025 П-1

Старт навигационного решения в режиме PPP осуществлялся после установки антенны на пункте: таким образом, файлы выходных данных включают также и период конвергенции PPP решения (сходимости решения до заявленного уровня точности).



Конвергенция (сходимость) координатного решения в режиме PPP-C до уровня < 10 см составила, в среднем, порядка **10 минут**

Линейка потребительского оборудования серии «Фарватер» с технологией PPP и выработкой углов пространственной ориентации

Линейка оборудования ГНСС серии «Фарватер» в настоящее время представлена также приемниками, формирующими, помимо линейных координат в режимах PPP, угла пространственной ориентации с высокой точностью:



Спутниковый компас со встроенной технологией PPP «Фарватер-K3M-3X»



Спутниковый компас на основе смарт-антенн со встроенной технологией PPP «Фарватер-K3M-3X» (включает также функцию комплексирования с БИНС)

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!