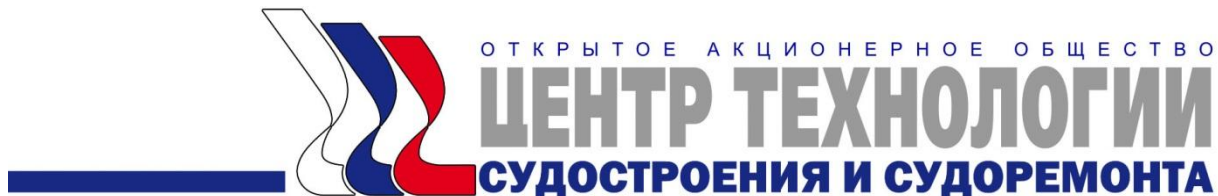




НЕВА ТЕХНОЛОДЖИ



ОТЧЕТ

О ТЕСТОВЫХ ЗАМЕРАХ ПОВЕРХНОСТИ ВТОРИЧНОГО ОБЛУЧАТЕЛЯ №1 РАТАН-600



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2012

ВВЕДЕНИЕ

Работа выполнялась 2-4 октября сотрудниками фирм «Нева Технолоджи» и «ЦТСС» – Д.Г. Викоруком, М. Ю. Дружининым, А. В. Корневым, и С.В. Яковлевым по просьбе в.н.с. СПбФ САО РАН Хайкина В.Б.

Был выполнен обмер формы вторичного облучателя №1 с помощью лазерного трекера API Tracker 3, лазерного сканера Surphaser и измерительной системы INDOOR GPS.

Результаты замеров лазерным трекером использовались как эталонные.

Цель работы:

- Исследование возможности использования и точности измерений лазерного сканера Surphaser и системы INDOOR GPS для измерений объектов радиоастрономии в реальных условиях под открытым небом, солнечной засветке, и т.п.;

Условия измерений:

- измерения проводились днем в солнечную погоду при температуре +20-25 градусов; и вечером после захода солнца (начало в 19.30) при температуре +15-18 градусов.
- Во время измерений ветер практически отсутствовал.

1. ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИЗМЕРЕНИЙ

Вторичный облучатель №1 имеет форму параболического цилиндра (Рис.1).



Рис.1 Вторичный облучатель №1

Размер облучателя – примерно 6*8 метров.

Фокусное расстояние – 2150 мм.

С.К.О. поверхности – 0,3 мм (по данным измерений лазерным радаром MV 200 в 2009 году).

2. ЗАМЕР ПОВЕРХНОСТИ ОБЛУЧАТЕЛЯ ЛАЗЕРНЫМ ТРЕКЕРОМ

В связи с отсутствием подъемника, замер производился с лестницы (Рис.2). Поэтому была замеряна только нижняя часть облучателя (примерно 40% от общей площади; всего 430 точек).



Рис.2

Погрешность измерения координат точек на рассматриваемых расстояниях (5-15 метров), составляет сотые доли миллиметра. То есть заведомо на порядок точнее, чем у Surphaser и INDOOR GPS.

Поэтому, замер облучателя лазерным трекером API Tracker 3 производился с целью получения эталонной оценки С.К.О. поверхности для сравнения с результатами измерений Surphaser и INDOOR GPS.



Рис.3 С.К.О поверхности = 0,3 мм (409 точек)

С.К.О. замерянной поверхности от теоретической составило 0,3 мм. Это подтверждает оценку полученную по замерам лазерным радаром.

3. ЗАМЕР ПОВЕРХНОСТИ ОБЛУЧАТЕЛЯ ЛАЗЕРНЫМ СКАНЕРОМ

Технические данные сканера SURPHASER приведены в Приложении 2.

Во-время измерения сканер устанавливался на стандартный штатив на расстоянии примерно 6-8 метров от сканируемой поверхности (Рис.4).



Рис.4 Лазерный сканер Surphaser

Сканирование производилось дважды – днем в солнечную погоду (начало в 11.30 при температуре воздуха +20-25 градусов, и после захода солнца (начало в 19.30) при температуре +15-18 градусов.

Общее время на производство сканирования на 360 градусов (включая время, затрачиваемое на установку прибора) – 20-25 минут (Рис.5).

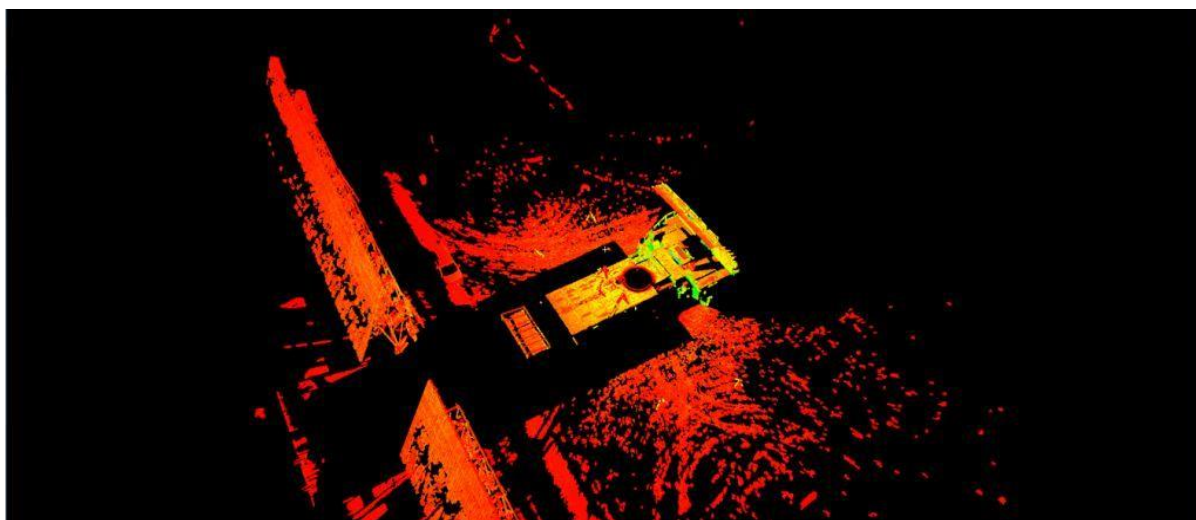


Рис.5

Плотность сканирования – через 1 мм на расстояниях до 10 метров.

Скорость сканирования – 1 000 000 точек в секунду.

Полученные в результате сканирования картограммы поверхности представлены на Рис. 8 , 9 .

Поле распределения отклонений на всех картограммах практически одно и то же.

Похожее поле распределения отклонений было получено по результатам сканирования лазерным радаром.



Рис. 6 Щели на стыках щитов (а)



Рис. 7 Щели на стыках щитов (б)

Визуальный осмотр поверхности облучателя подтверждает имеющиеся на картограммах большие отклонения на стыках щитов.

При сканировании в дневное время получено отклонений от поверхности С.К.О. = 0,54 мм, а при сканировании после захода солнца С.К.О.=0,46 мм. Вероятно это связано с большим количеством грубых измерений (т.н. «выбросов»), возникающих из-за влияния прямых солнечных лучей.

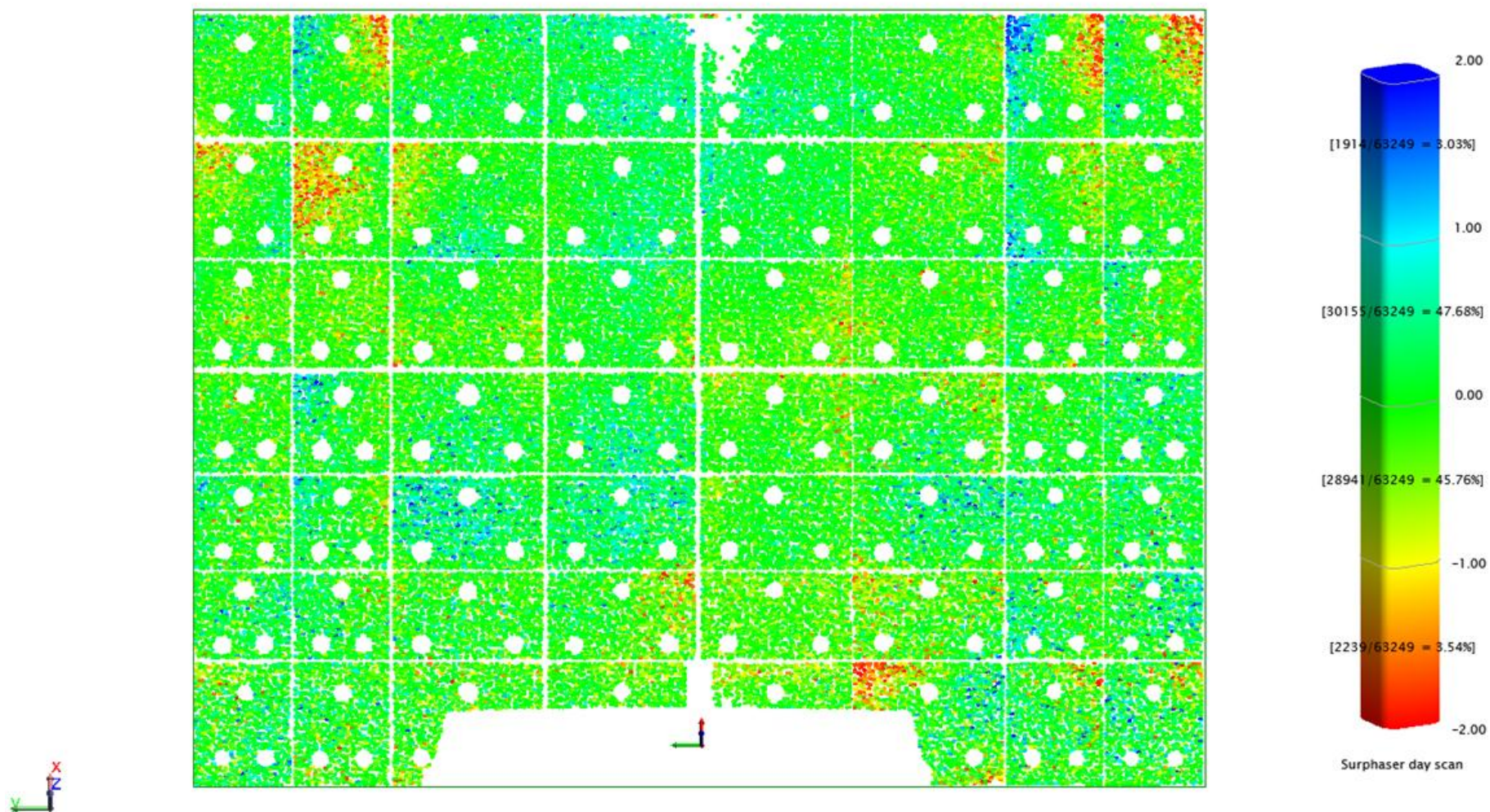


Рис.8 Картограмма отклонений поверхности вторичного облучателя 1, полученная сканированием в дневное время (С.К.О. = 0,54 мм)

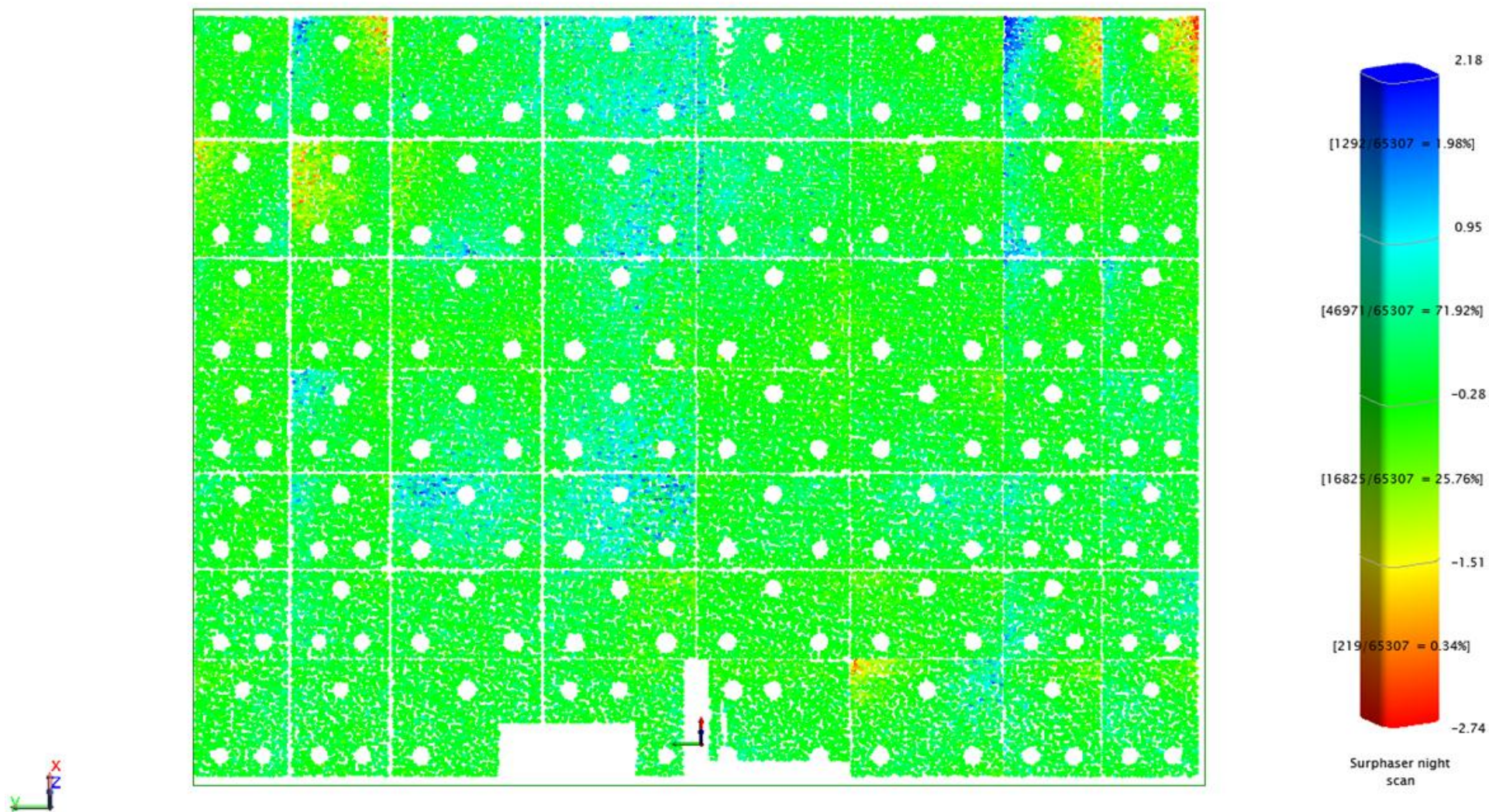


Рис.9 Картограмма отклонений поверхности вторичного облучателя 1, полученная сканированием после захода солнца (С.К.О. = 0,46 мм)

4. ЗАМЕР ПОВЕРХНОСТИ ОБЛУЧАТЕЛЯ СИСТЕМОЙ INDOOR GPS

Технические данные системы INDOOR GPS приведены в Приложении 3.

В связи с отсутствием подъемника, замер производился с лестницы (Рис.2). Поэтому была замеряна только нижняя часть облучателя (примерно 60% от общей площади; всего 208 точек).

Для работы использовалось 8 транзиттеров (Рис.11).

Калибровка производилась с помощью 2-метрового жезла (Рис. 12).

Замер точек производился с помощью измерительного жезла (Рис.13).



Рис.11 Транзиттер



Рис.12 Калибровочный жезл



Рис.13 Измерительный жезл

Схема расстановки транзиттеров представлена на (Рис. 14,15).

Картограмма замера представлена Рис.16.

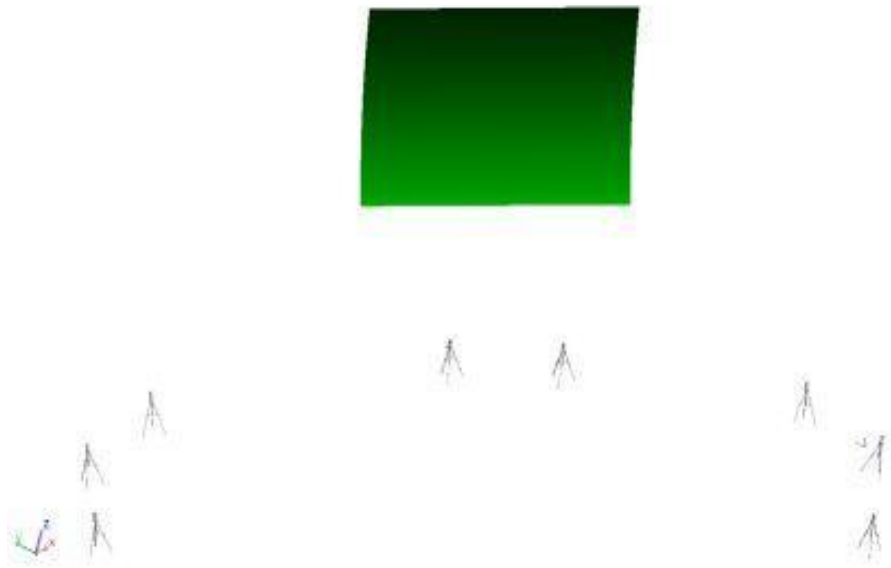


Рис. 14 Схема расстановки передатчиков



Рис. 15 Измерения с помощью INDOOR GPS

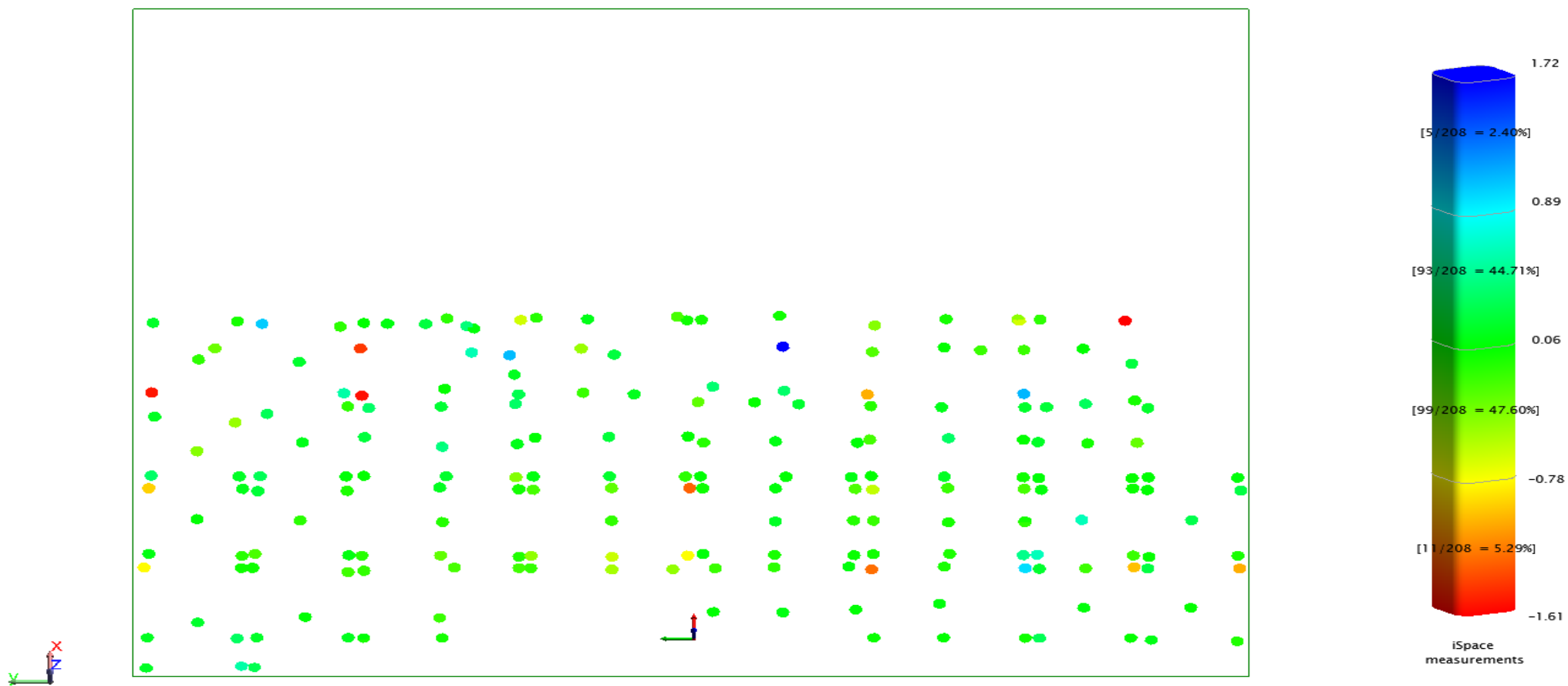
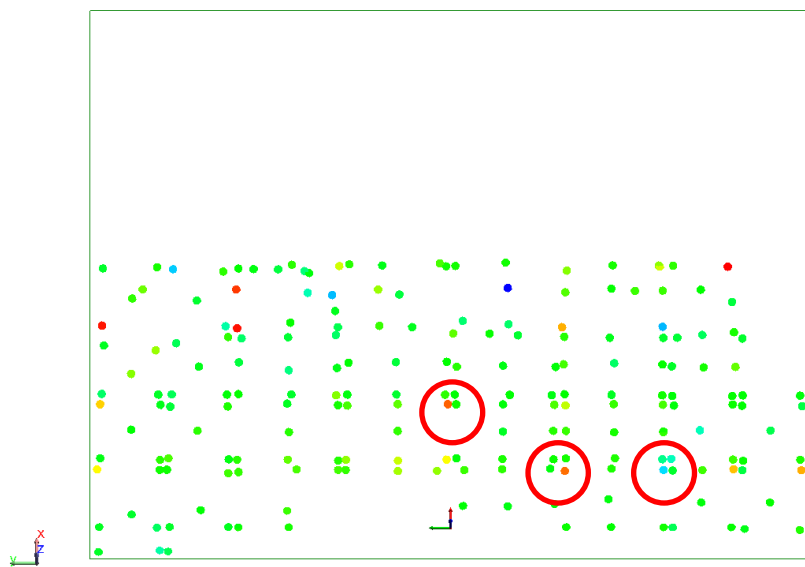
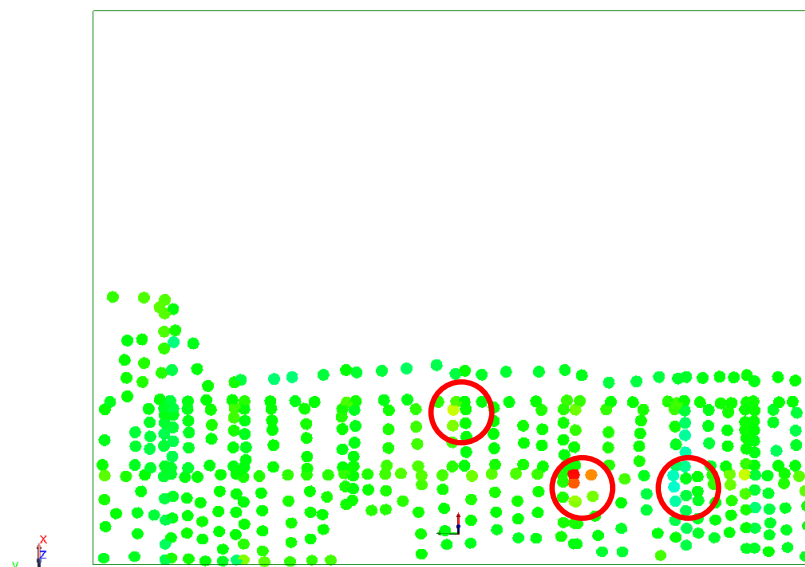


Рис.16 Картограмма отклонений поверхности вторичного облучателя 1, полученная с помощью INDOOR GPS (С.К.О. = 0,45 мм).



INDOOR GPS (С.К.О. = 0,45 мм; 208 точек)



API TRACKER (С.К.О. = 0,3 мм; 430 точек)

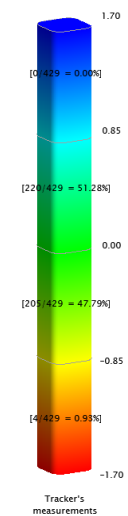


Рис.17 Сравнение с лазерным трекером

5. ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ СКАНЕРОМ SURPHASER И СИСТЕМОЙ INDOOR GPS ПО СРАВНЕНИЮ С ТРЕКЕРОМ API Tracker 3

В Приложении 1 представлены значения отклонений по нормали от теоретической формы вторичного облучателя №1 полученные из измерений поверхности 24 щитов по 134 точкам (три нижних пояса облучателя) тремя разными приборами.

Отклонения полученные из измерений лазерным трекером API приняты как эталонные для сравнения с измерениями сканером SURPHASER и системой INDOOR GPS.

Полученные оценки точности измерений:

- С.К.О. поверхности вторичного облучателя по замерам лазерным трекером API = 0,31 мм;
- С.К.О. поверхности вторичного облучателя по замерам лазерным сканером SURPHASER = 0,33 мм;
- С.К.О. поверхности вторичного облучателя по замерам системой INDOOR GPS = 0,36 мм;
- С.К.О. измерений в направлении нормали к поверхности облучателя лазерным сканером SURPHASER, полученная по разностям отклонений в рядом лежащих точках (Трекер API –SURPHASER) = 0,16 мм;
- С.К.О. измерений в направлении нормали к поверхности облучателя лазерным системой INDOOR GPS, полученная по разностям отклонений в рядом лежащих точках (Трекер API – INDOOR GPS) = 0,23 мм;

РЕЗЮМЕ

SURPHASER

- По результатам тестовых измерений представленных в данном отчете С.К.О. измерения сканером SURPHASER отклонений по нормали фактической поверхности от теоретической составило 0,16 мм.
- Время, необходимое для сканирования такой большой поверхности, как, например, вторичный облучатель составляет 15-20 минут, включая время необходимое на подготовку прибора к работе.
- Сочетание этих двух факторов позволяет использовать SURPHASER для скоростного мониторинга состояния геометрии щитов ПАТАН-600. (С одной установки прибора, то есть примерно за 20 минут можно отсканировать 5-10 щитов).
- Большим достоинством сканера является то, что измерения проводятся бесконтактно. Например, в нашем случае из-за отсутствия подъемника трекером было замеряно только 3 нижних пояса облучателя; indoor gps -5 (куда удалось дотянуться с лестницы; сканером -100% площади облучателя).
- Сканирование желательно производить после захода Солнца. Но в случае необходимости в любое время. 1-й облучатель был отсканирован дважды: в 11.30 при прямых солнечных лучах (С.К.О. отклонений = 0,54 мм); в 19.30 после захода солнца (С.К.О. отклонений = 0,46 мм).
- Вместе с тем SURPHASER не является универсальным прибором. С его помощью можно проводить измерения, но нельзя решать обратную задачу – вынос в натуру (например, вынос в натуру фокуса вторичного облучателя).
- В рамках данной работы не проводилось исследование возможности использования SURPHASER для калибровки щитов (замеры в динамике). Такое исследование будет проведено дополнительно в конце октября-начале ноября.

INDOOR GPS

- По результатам тестовых работ выяснилось, что система INDOOR GPS устойчиво работает на открытом воздухе (в том числе при наличии засветки от солнца).
- Время на развертывание системы и создание локальной сети для работы составляет примерно 1 час. Дальнейшие измерения занимают несколько секунд на точку. Причем количество одновременно замеряемых точек ограничено только количеством датчиков.
- С.К.О. измерения INDOOR GPS отклонений по нормали фактической поверхности от теоретической составило 0,23 мм. При замере длины 2-х метрового масштабного жезла отклонение от номинала составило 0,07 мм. Что говорит о возможности использования системы для замеров в радиоастрономии.

- Использование INDOOR GPS для замеров топографии поверхности все же нецелесообразно. Потому что время необходимое для производства измерений сопоставимо с временем на замеры трекером, а точность у трекера на порядок выше.
- Основной областью возможного использования INDOOR GPS на ПАТАН-600 является калибровка щитов (замеры в динамике). Преимуществом INDOOR GPS в этой области является возможность одновременного замера большого количества точек (это количество ограничено только количеством имеющихся датчиков) и высокая скорость измерений в динамике (40 Герц).
- В конце октября – начале ноября нами будут проведены тестовые замеры в динамике системой INDOOR GPS