

Геодезическое обеспечение проекта «СКИФ»



Полянский А.В.
Буренков Д.Б.
Сердаков Л.Е.
Вонда Е.С.

Проектные параметры

Выставка

Relative tolerances	Magnet to Magnet (RMS)	Girder to Girder (RMS)
Horizontal alignment	$\pm 0.03 \text{ mm}$	$\pm 0.1 \text{ mm}$
Vertical alignment	$\pm 0.03 \text{ mm}$	$\pm 0.1 \text{ mm}$

Вторичные сети

Достаточная точность (Enough accuracy) — по результатам уравнивания сети (RMS)
 $\pm 0.07 \text{ мм}$

Достаточная плотность (Sufficient density) — 0.4-0.8 пункта на погонный метр

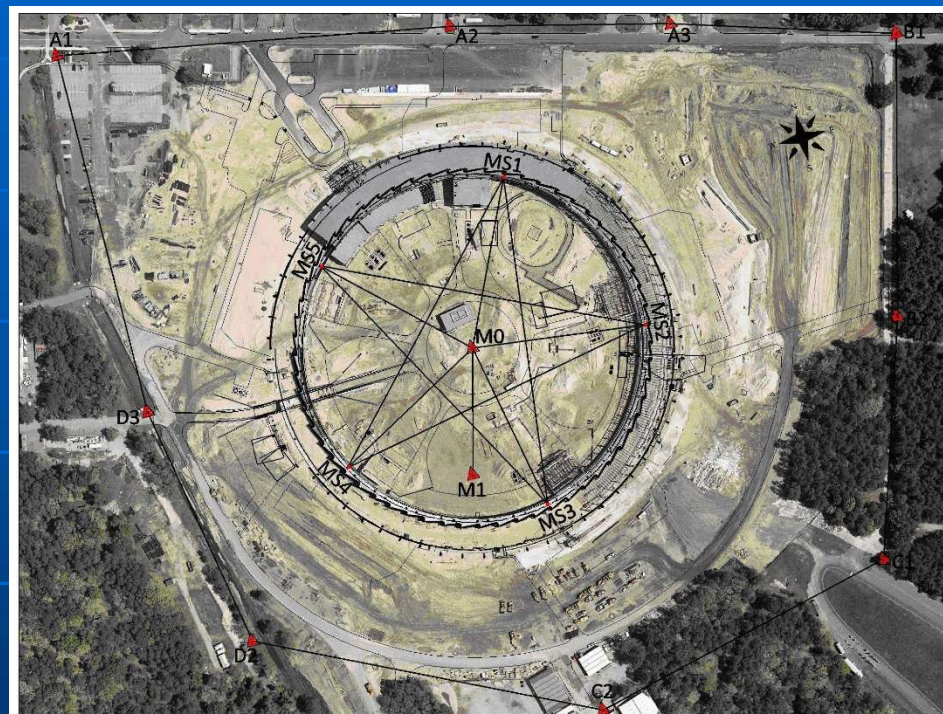
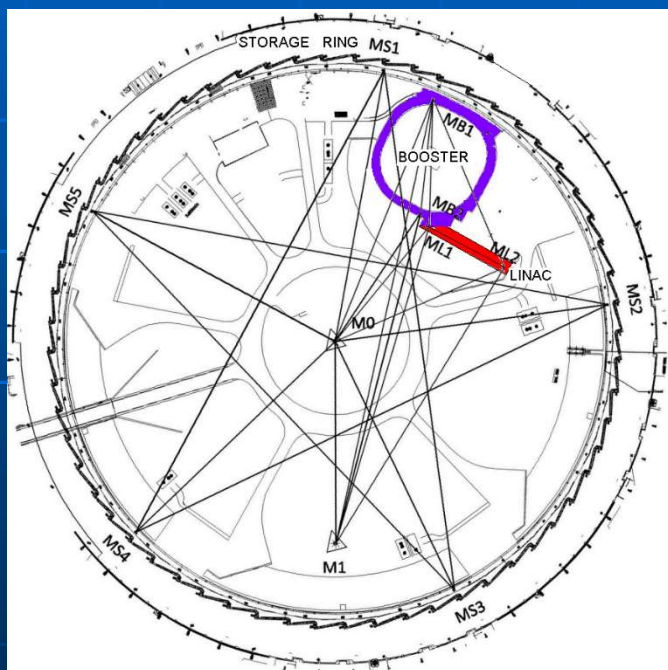
Устойчивость к деформации сети, избыточность измерений, стабильность температуры в кольце

Первичная сеть

Погрешность определения пунктов сети	$\pm 3.0 \text{ mm}$
-----------------------------------------	----------------------

Опорные геодезические сети

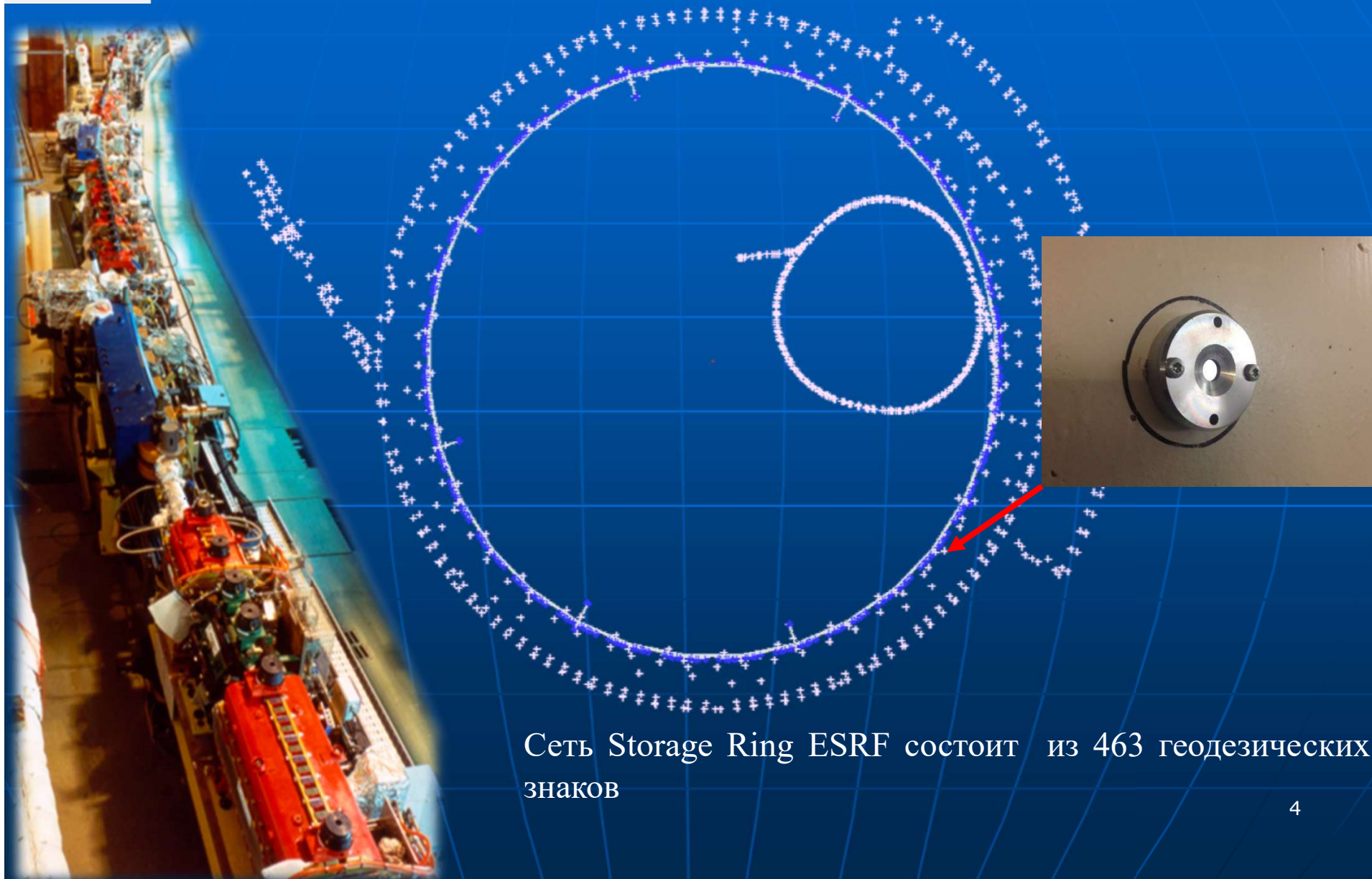
Внешняя (конструкционная) опорная сеть (Construction network) отвечает за интеграцию проекта в городскую территорию.



Первичная опорная сеть (Primary network) обеспечивает взаимное ориентирование вторичных опорных сетей всех крупных блоков ускорительного комплекса.

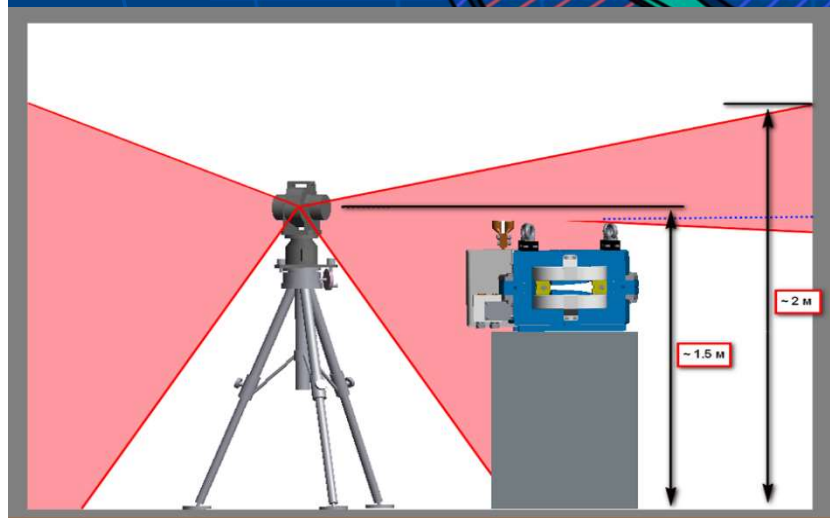
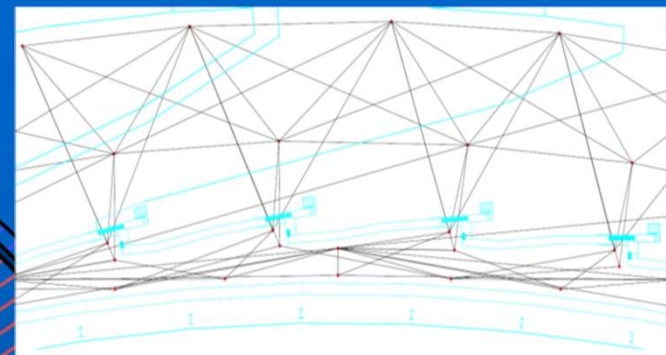
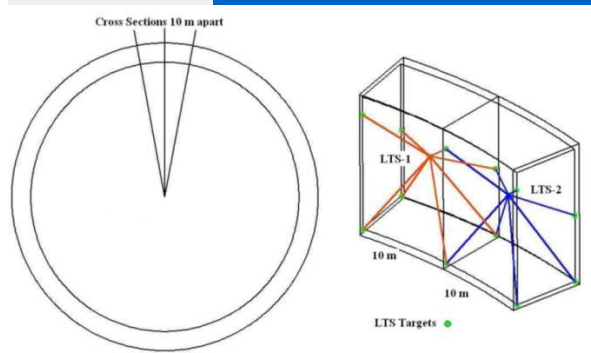
Опорные геодезические сети

Вторичные опорные сети (Secondary network) служат основой для установки магнитной структуры ускорительного комплекса.



Сеть Storage Ring ESRF состоит из 463 геодезических знаков

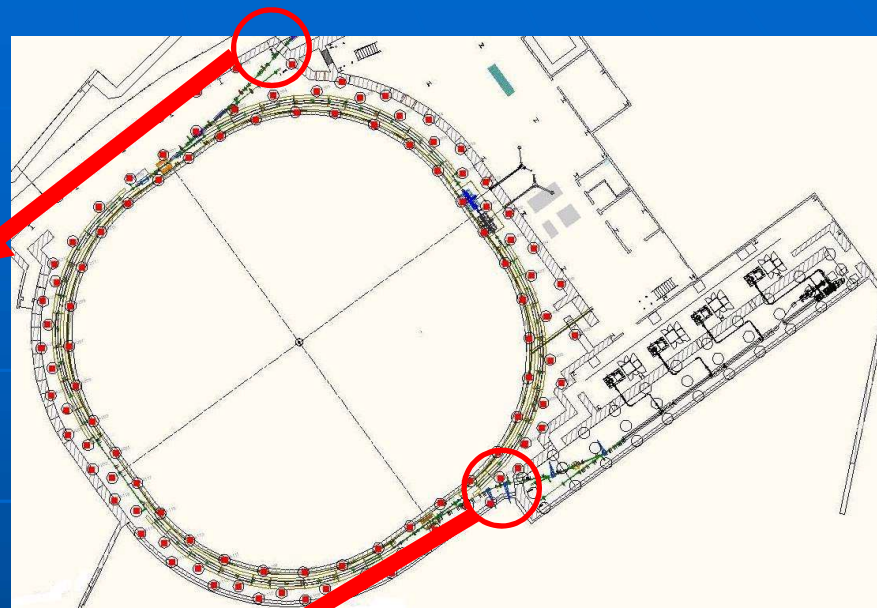
Опорные геодезические сети



Экспериментальный зал
Вспомогательная зона

Предварительная оценка
количества
знаков вторичных сетей:
литак - 25;
бустер - 120 ;
основное кольцо - 350 ;
выводы СИ - 100.

Зоны сопряжения между ускорительными помещениями



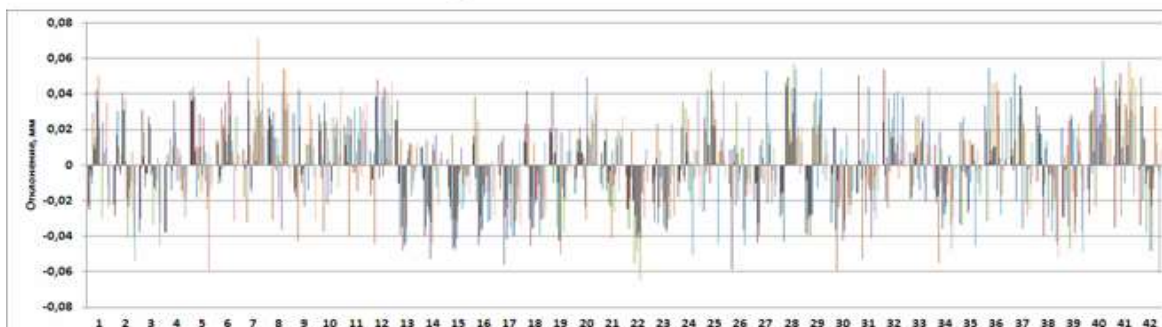
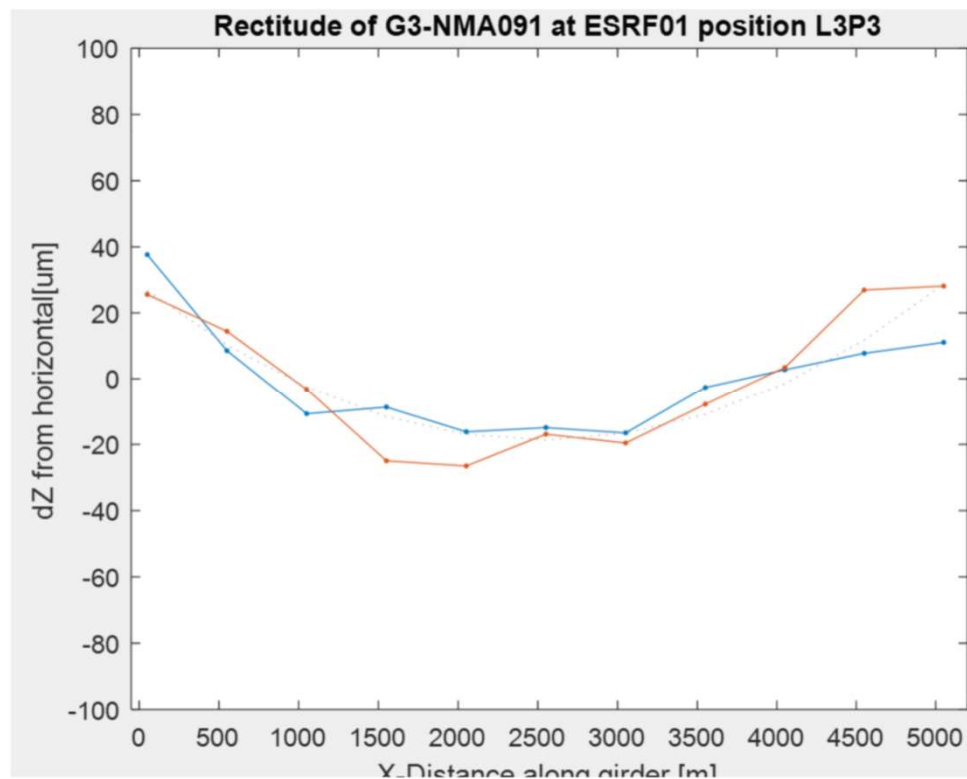
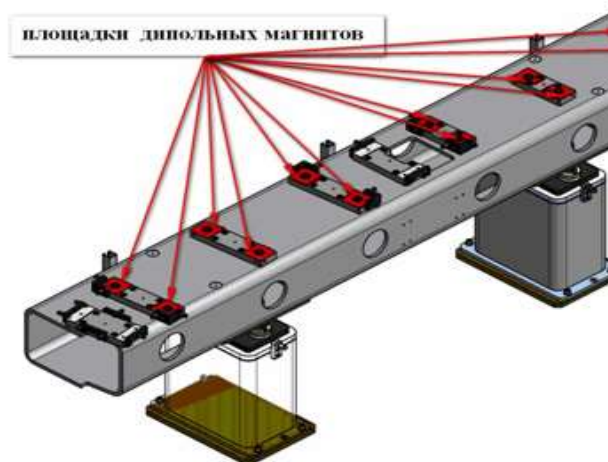
Наличие широкого коридора между установками позволяет обеспечить качественную геометрическую связь. Это позволит отказаться от технологических отверстий для прямой видимости с улицы, для связи с первичной сетью

Трассировка

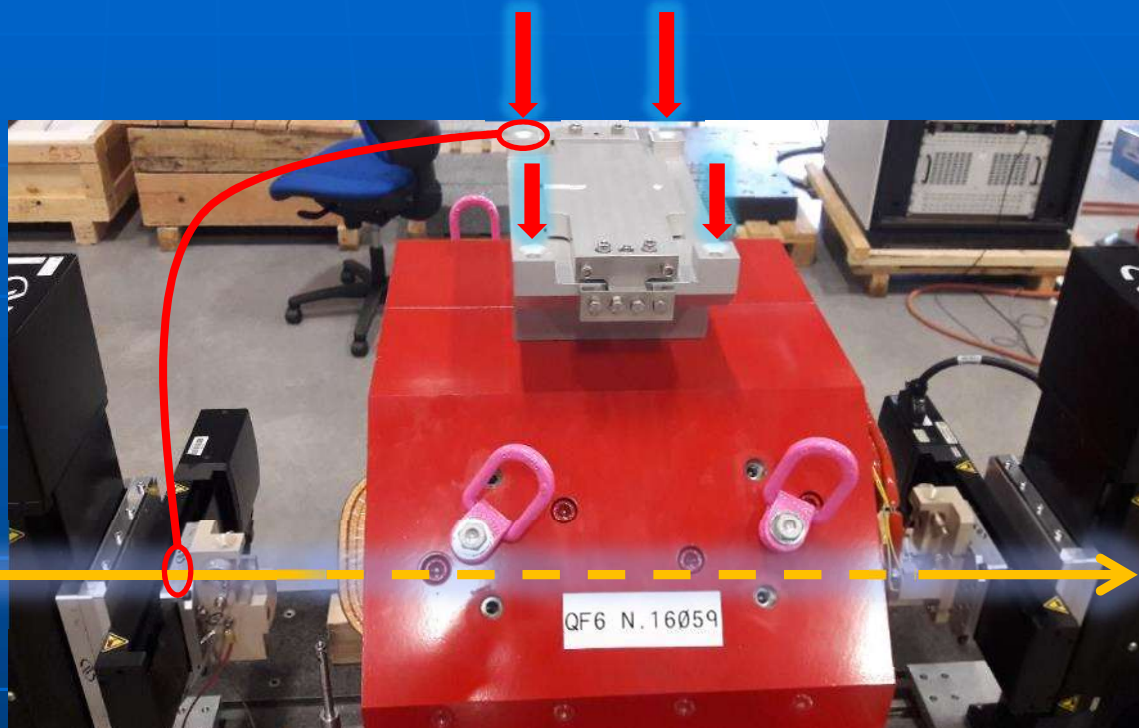
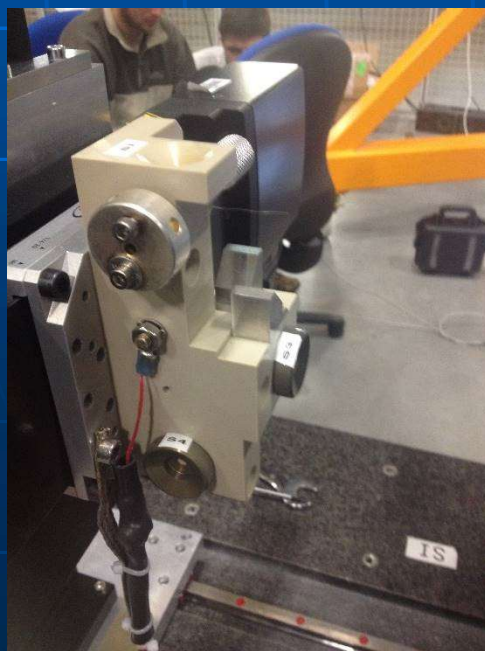
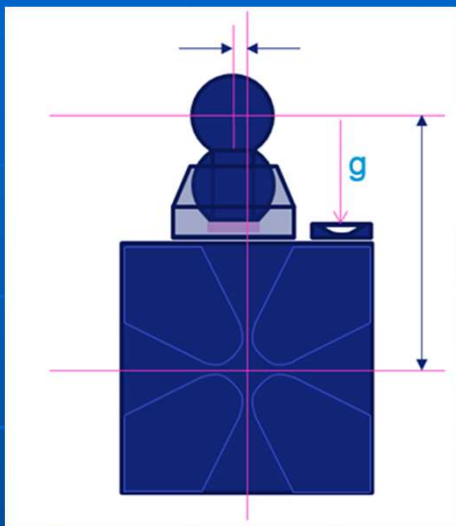
После закрепления знаков и измерения вторичной геодезической сети в помещении ускорителя, производят вынос в натуру (трассировку) оси пучка на полу. Обозначают места установки гирдеров и подставок отдельно стоящих элементов.



Контроль изготовления гирдеров и элементов структуры

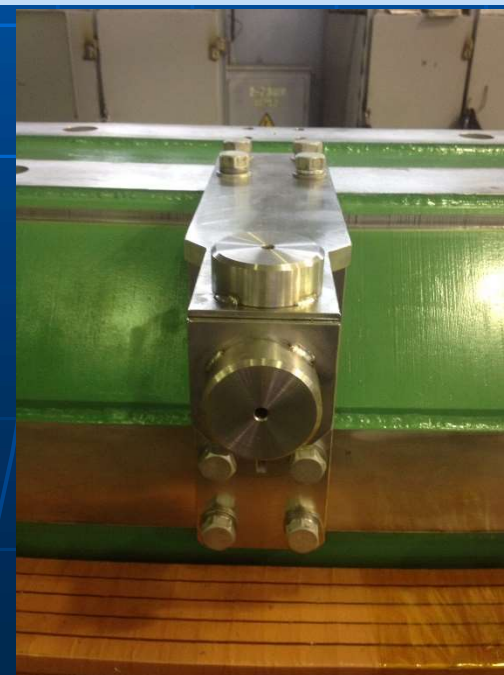
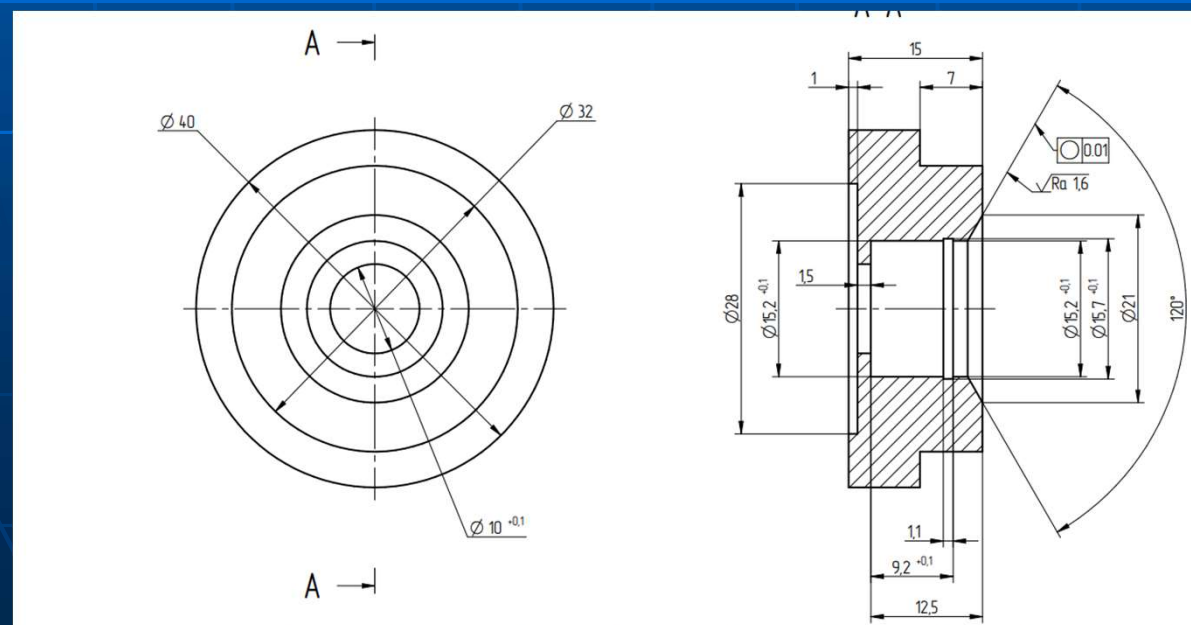
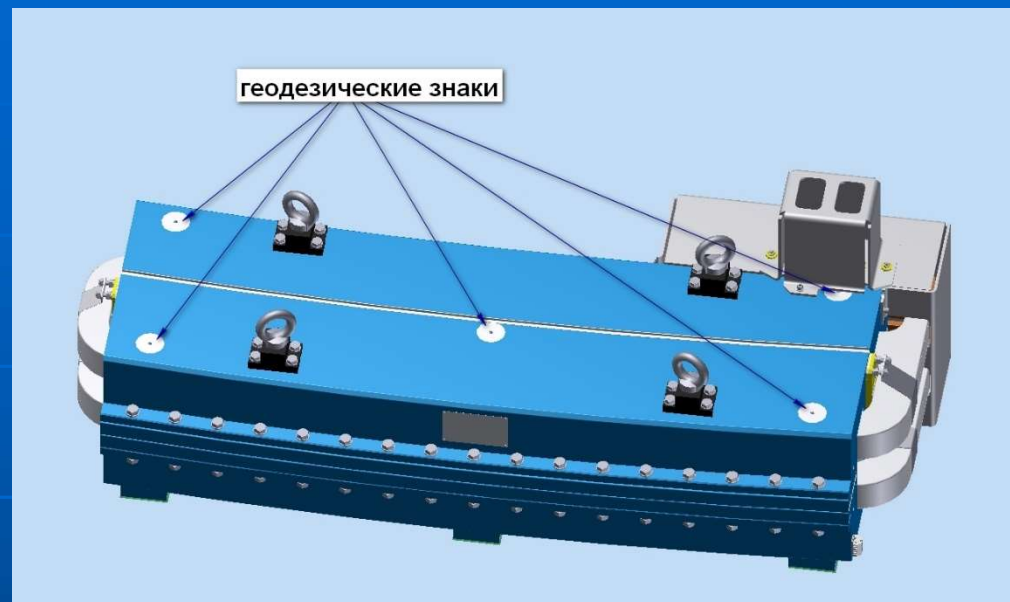


Определение координат геознаков элемента (Magnet Fiducialisation)



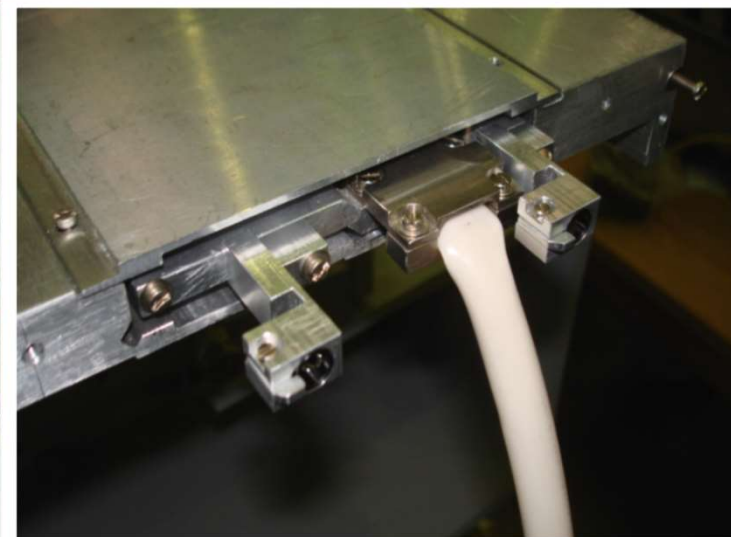
1. Геометрическое определение оси
2. Определение координат геознаков элемента

Геодезические знаки на элементах ускорителя



Контроль изготовления гирдеров и элементов структуры

Создание системы координат по результатам магнитных измерений.



Определение положения скалки, каретки с датчиками Холла относительно геодезических знаков на элементе.

Контроль изготовления гирдеров и элементов структуры

Создание системы координат по базовым поверхностям

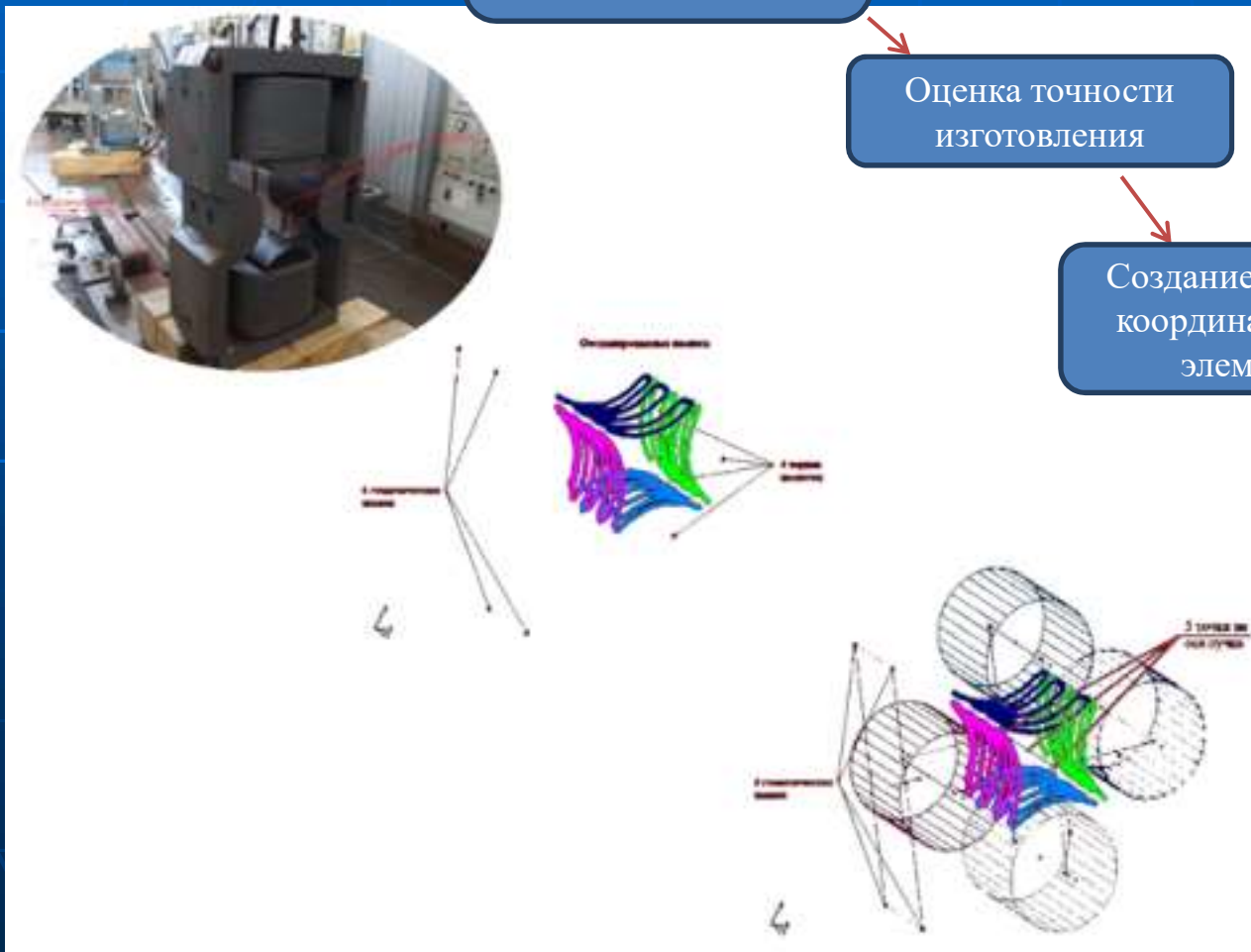
Измерение базовых
поверхностей и
геодезических знаков
на элементе

Обработка
(обратный
инжиниринг)

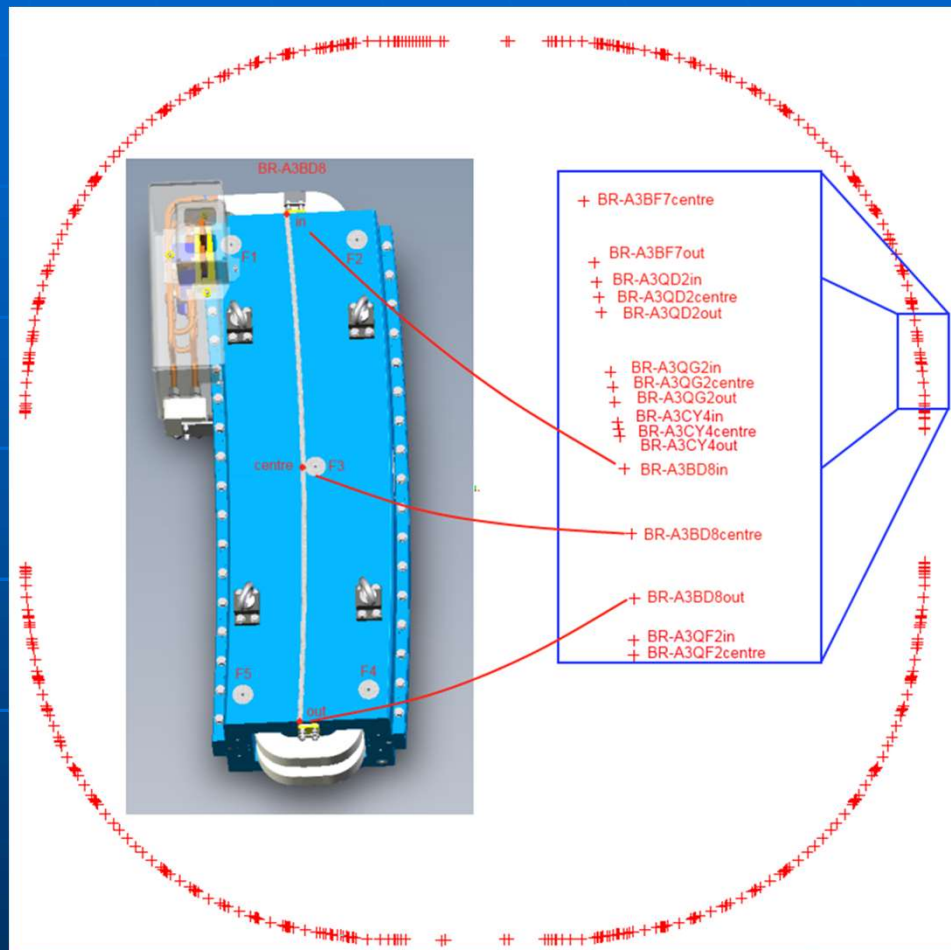
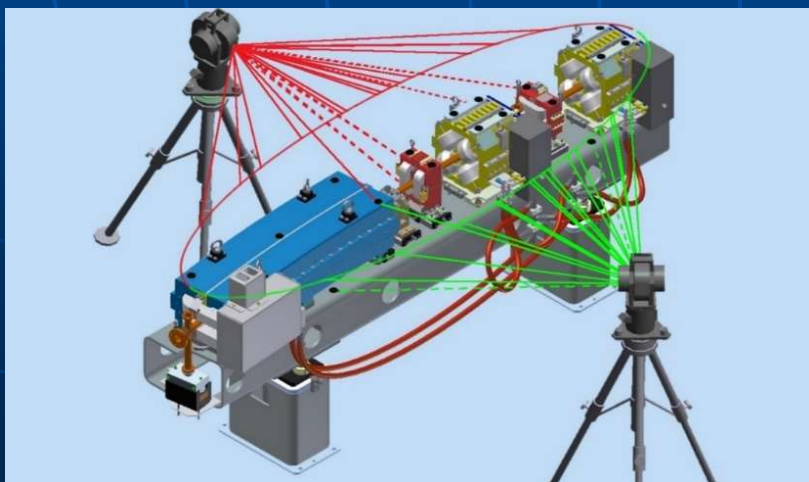
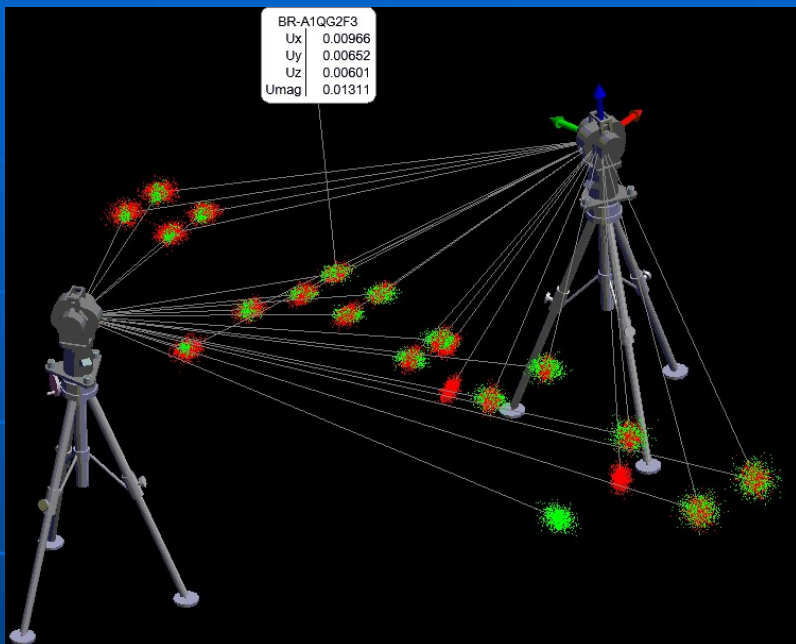
Оценка точности
изготовления

Создание системы
координат на оси
элемента

Создание
паспорта на
элемент

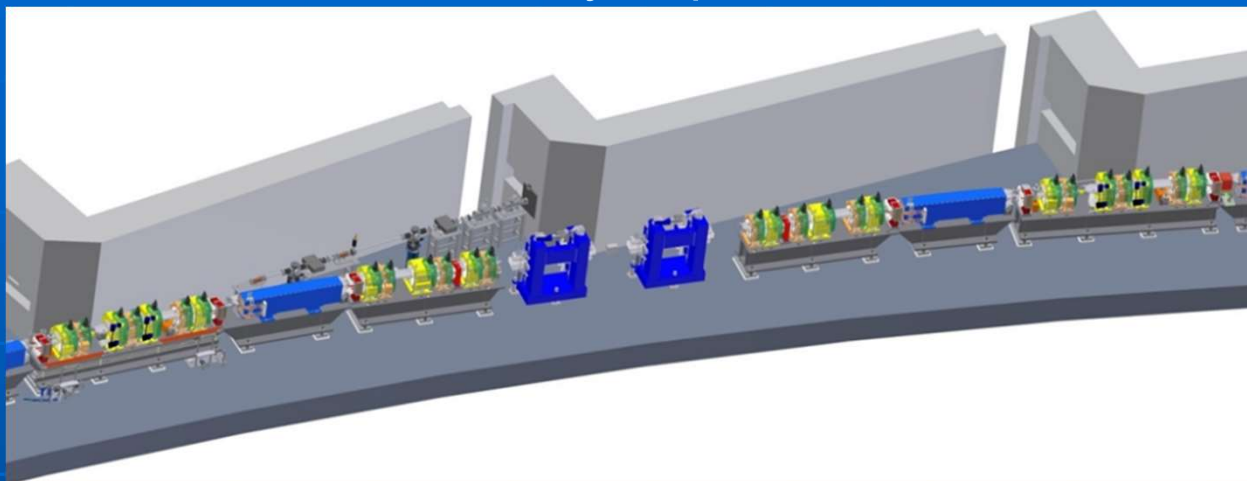


Геодетическое сопровождение монтажа элементов структуры на гирдеры

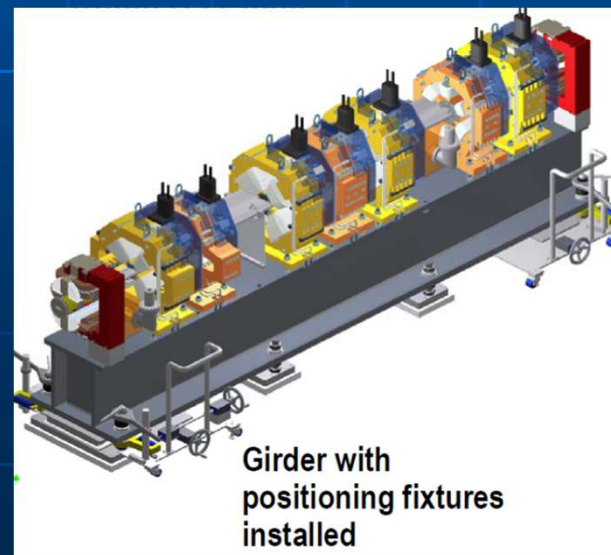


Для каждого элемента выполняется привязка координат, занесенных в паспорт на проектные координаты орбиты по уникальным именам точек.

Геодетическое сопровождение монтажа гирдерных модулей в помещениях ускорительного комплекса



Погрешность определения пространственного положения лазерного трекера на станции в любом месте тоннеля 0,04 мм.



О точности измерений на стадиях геодезического сопровождения на примере ESRF

Наименование	СКП по координатам, мкм.		
	dx	dy	dz
Магнитные измерения	13	22	39
Создание ЛСК на гирдере	38	8	8
Установка в проект на гирдере	126	24	25
Разборка/сборка верхних частей магнитных элементов	8	5	7
Контроль положения магнитов	6	7	8
Изменение положения элементов на гирдере после транспортировки	20	20	20
Установка на гирдере в проект в тоннеле	25	15	15
Контроль положения в тоннеле	21	44	31
Итог	138	61	62

Геодезическое сопровождение монтажа элементов структуры на гирдеры

Количество времени и людей необходимых для геодезических работ на 1 гирдер в ESRF		
Вид работ	Время, ч.	Люди
Магнитные измерения	На весь период	1 инженер-геодезист
Геометрический контроль при сборке вакуумных камер	4	1 бригада (инженер-геодезист, техник)
Съемка положения вакуумных камер после установки в проектное положение	1	1 бригада (инженер-геодезист, техник)
Обработка результатов измерений	1	1 инженер-геодезист
Горизонтирование гирдеров на линии сборки	1	1 бригада (инженер-геодезист, техник)
Создание локальной системы координат на гирдере	1	1 бригада (инженер-геодезист, техник)
Обработка результатов измерений	1	1 инженер-геодезист
Установка элементов на гирдере в проектное положение	4	1 бригада (инженер-геодезист, техник)
Съемка положения элементов на гирдере после установки	1	1 бригада (инженер-геодезист, техник)
Обработка результатов измерений	1	1 инженер-геодезист
Геометрический контроль вакуумных камер при установке в элементы на гирдере	2	1 бригада (инженер-геодезист, техник)
Съемка положения элементов после установки вакуумной камеры	1	1 бригада (инженер-геодезист, техник)
Обработка результатов измерений	2	1 инженер-геодезист

Для сборки 1 гирдера источника СИ EBS-ESRF независимо работают 2 полные бригады (инженер + техник) и один инженер на магнитных измерениях. На 3 линиях сборки (на каждой линии по 3 гирдера) работают 5 бригад. Всего состав персонала геодезической службы, необходимый для обеспечения 16 сборки, состоит из 11 человек. В неделю производят полную сборку 3 гирдеров.

Необходимые требования к помещению гирдерной сборки и приборному парку для реализации проекта

4 комплекта лазерных трекера (трекер + ключ к ПО Spatial Analyzer)

1 Мобильный принтер для печати наклеек

Для поверки геодезических инструментов требуется отдельное термостатированное помещение.

Температура в помещении сборки гирдерных модулей должна соответствовать эксплуатационной температуре в основном кольце, температурная стабильность внутри помещения при проведении измерений $\pm 0,5$ °C. Обеспечить отсутствие сквозняков. Установить жалюзи на окна, для защиты от прямых солнечных лучей в помещении гирдерной сборки.



Спасибо за внимание