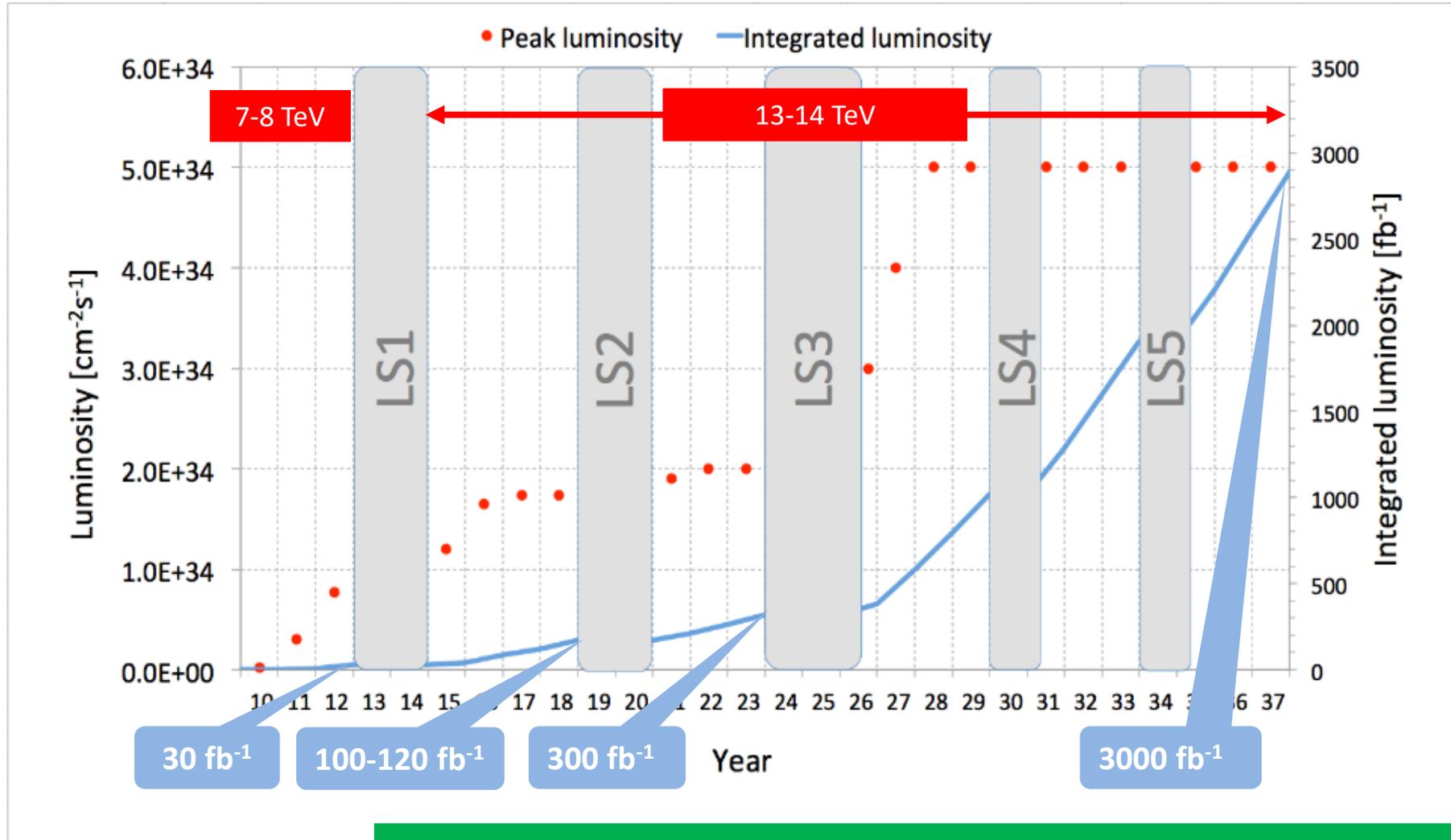


Эксперимент ATLAS



Научная сессия ученого совета ОФВЭ ТИЯФ
24 декабря 2015 года
Олег Федин, Виктор Малеев

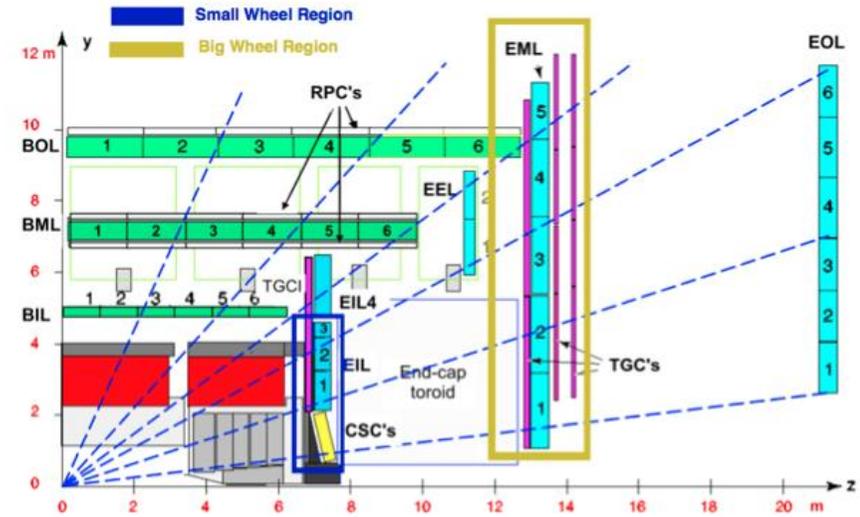
Дорожная карта ATLAS



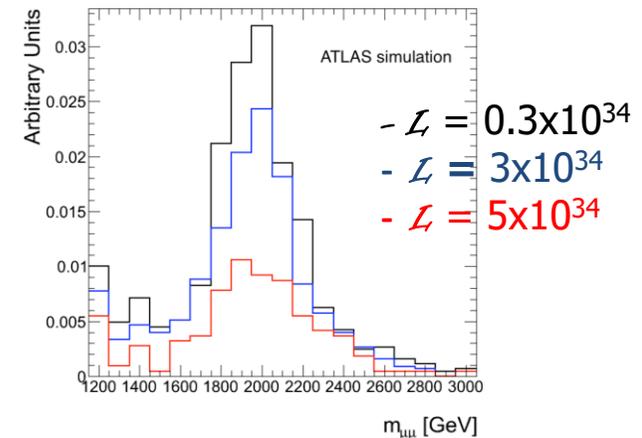
LS1 = consolidation for maximizing energy reach of the LHC (8 to 14 TeV)
LS2 = LIU (LHC Injector Upgrade) for beam intensity upgrade
LS3 = HL-LHC for luminosity upgrade

Передняя часть мюонного спектрометра

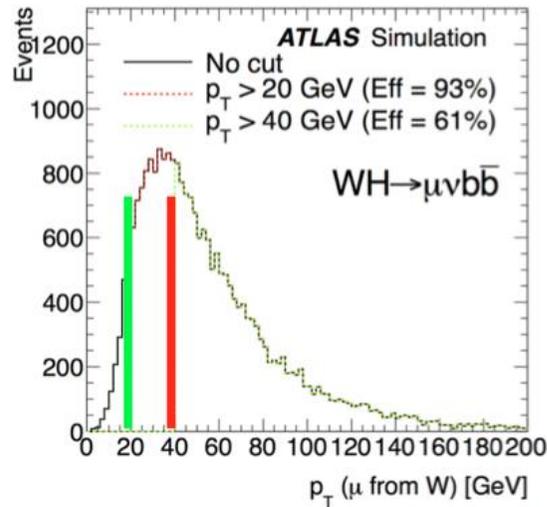
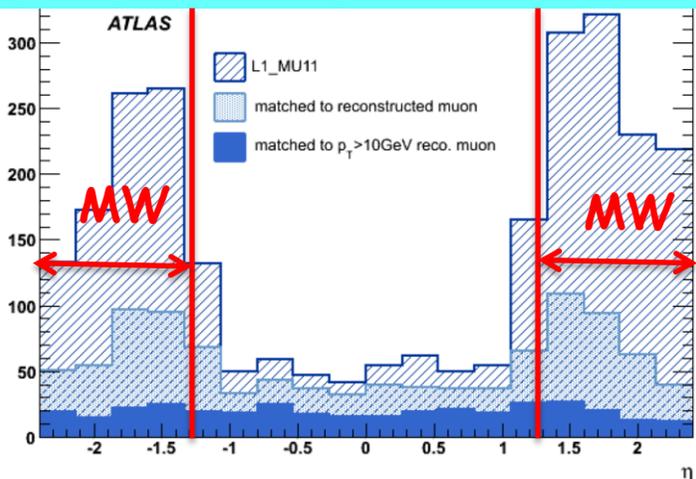
- В Run1 и Run2, для мюонного триггера в передней области (end-cap) используются TGC камеры
- ~90% срабатывания триггера на 1-ом уровне (L1) ложные (fakes)
- Увеличение порога по p_T для уменьшения загрузки триггера приведет к значительному уменьшению акцептанса
- При повышении светимости ожидается ухудшение эффективности реконструкции мюонных треков и разрешения мюонного спектрометра
- Ожидаются загрузки для HL-LHC 15 кГц/см²



Реконструированная инвариантная масса димюонной пары в моделированных $Z' \rightarrow \mu\mu$ событиях при трёх уровнях светимости



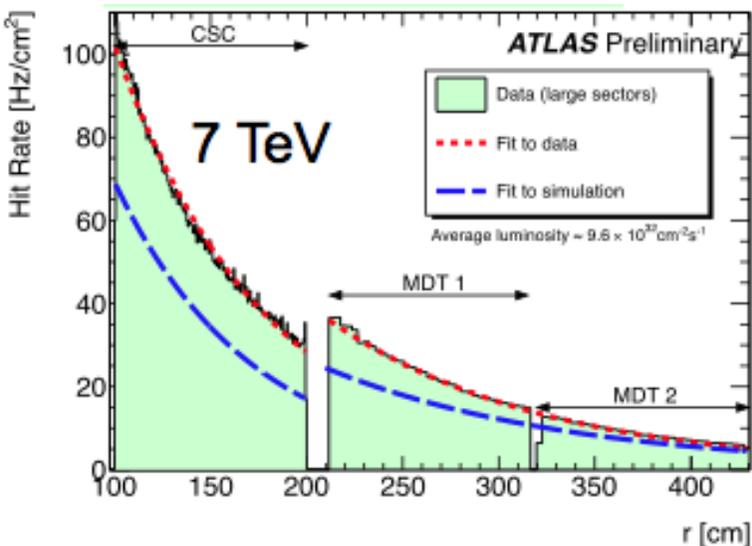
Триггер L1_MU11 ($p_T > 11$ GeV) 2012 vs $|\eta|$



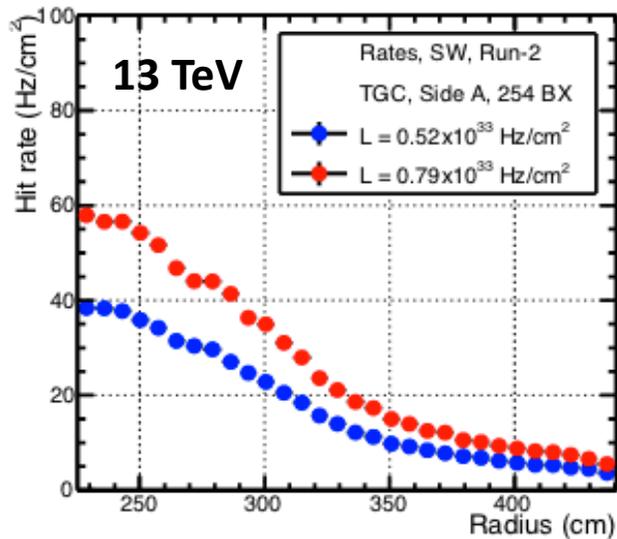
Причины замены MSW (1)

- При достигнутой средней светимости $\sim 10^{33}$ наблюдается превышение измеренного потока частиц над ожидаемым в ~ 1.5 раза
- Измерения выполненные в Run1 подтверждены в Run2
- Ожидается что при высокой светимости ($7 \times 10^{34} \text{ см}^{-1} \text{ с}^{-1}$) загрузка достигнет 15 кГц/см^2
- При светимости $\sim 1 \times 10^{34} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$ MDT еще могут работать. Предел по загрузке для MDT 200-300 кГц/трубку (предел для CSC - 2 кГц/см^2)

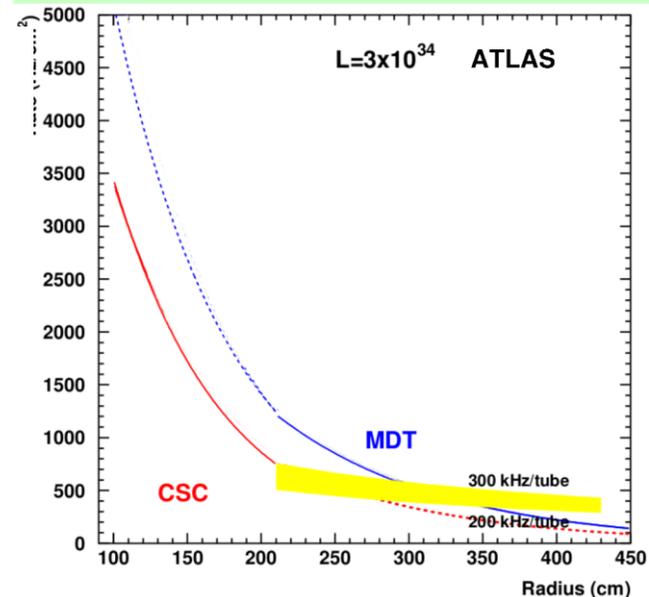
Измеренный фон (cavern background) для MSW в Run1 (средняя светимость $9.6 \times 10^{32} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$)



Измеренный фон (cavern background) для MSW в Run2



Экстраполированный фон (cavern background) для MSW при светимости $3 \times 10^{34} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$

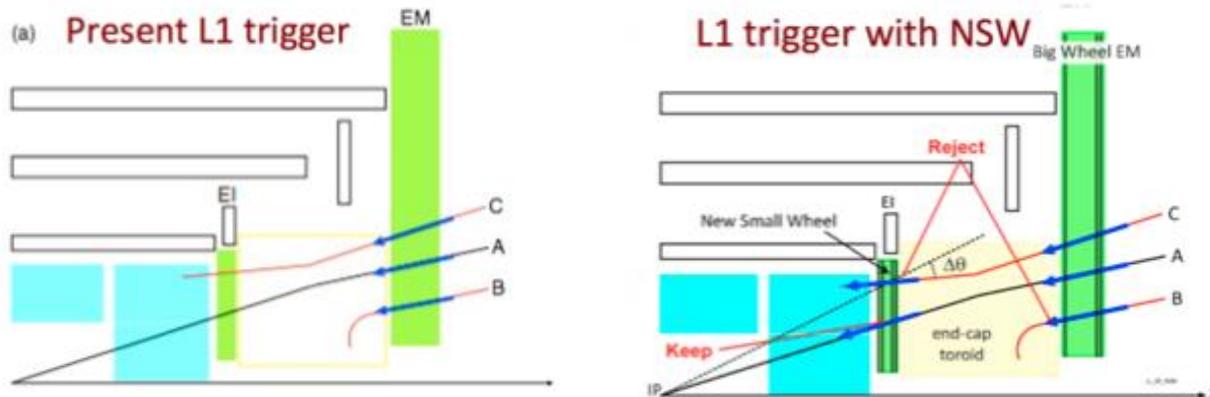
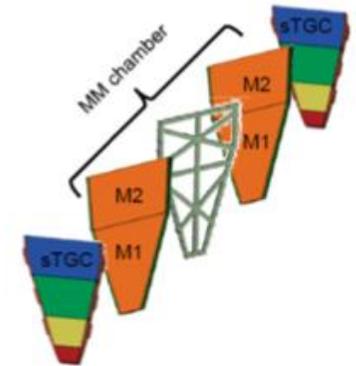
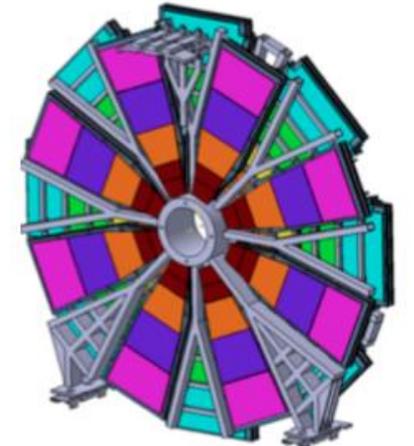


Детекторы для NSW

Два типа камер выбраны для NSW (New Small Wheel)

- sTGC для триггера первого уровня:
 - способность определять bunch crossing;
 - восстановление сегмента трека за 1 мкс;
 - угловое разрешение <math>< 1</math> мрад;
 - пространственное разрешение <math>< 100</math> мкм (не зависит от угла падения).
- MicroMeга для восстановления треков:
 - пространственное разрешение 50 мкм;
 - высокая гранулярность позволяющая разделять близкие треки;
 - способность работать при высоких нагрузках так как небольшой коэффициент газового усиления и незначительный эффект пространственного заряда.

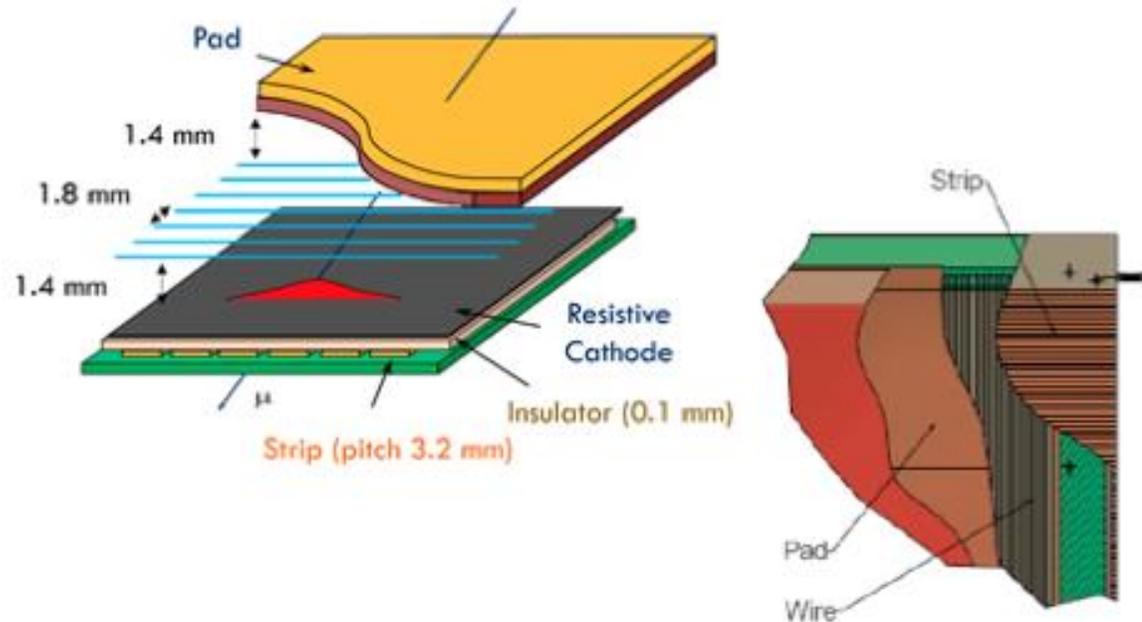
New Small Wheel



L1MU threshold (GeV)	Level-1 rate (kHz)
$p_T > 20$	60 ± 11
$p_T > 40$	29 ± 5
$p_T > 20$ barrel only	7 ± 1
$p_T > 20$ with NSW	22 ± 3
$p_T > 20$ with NSW and EIL4	17 ± 2

Конструкция sTGC камер

- ❑ Рабочая смесь 55% CO₂ и 45% n-пентан
- ❑ Напряжение 2.9 кВ
- ❑ Пады - прямоугольные, 8 см pitch
- ❑ 3 из 4-х падов используются в совпадении для грубой идентификации мюона из точки взаимодействия, таким образом определяются стрипы, которые считываются для точного измерения трека мюона.
- ❑ Азимутальная координата трека определяется по анодным проволокам



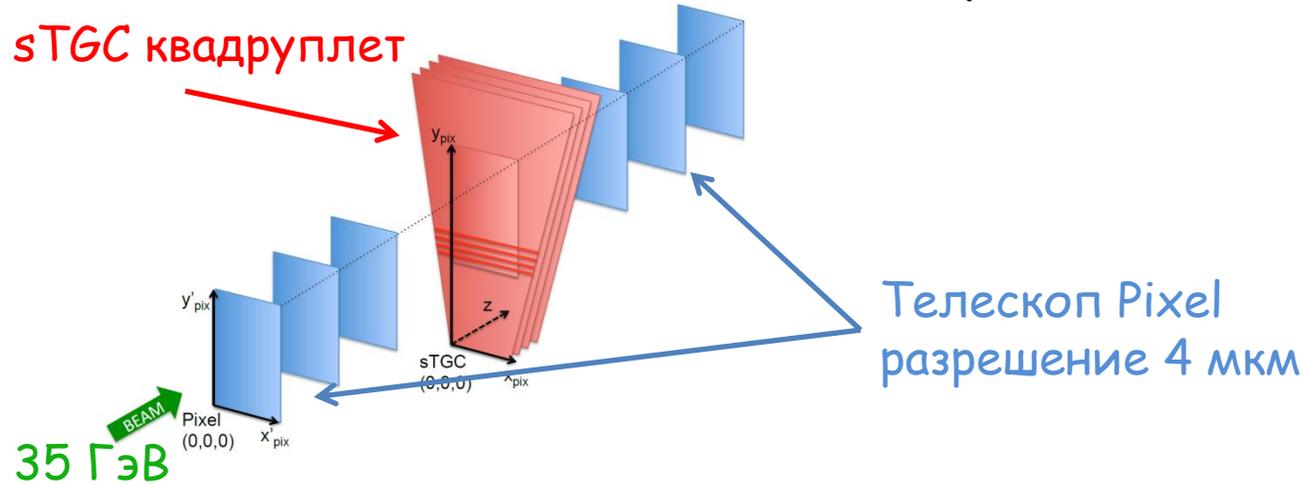
sTGC basic parameters

Cathode-anode spacing	1.4 mm
Wire spacing	1.8 mm
Cathode resistivity	100-200 kΩ/□
Strip width/ pitch	2.7/ 3.2 mm
Cathode-strip layers spacing	0.1 mm

Результаты испытаний сТЗК на пучке в Fermilab

Fermilab Test Beam Facility

sTGC квадруплет



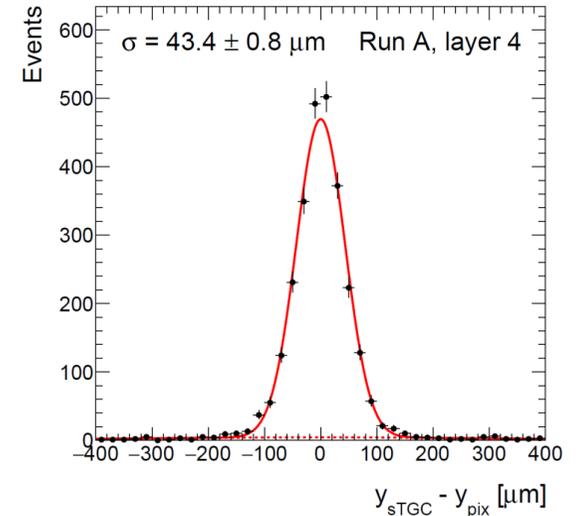
35 ГэВ

π -мезоны

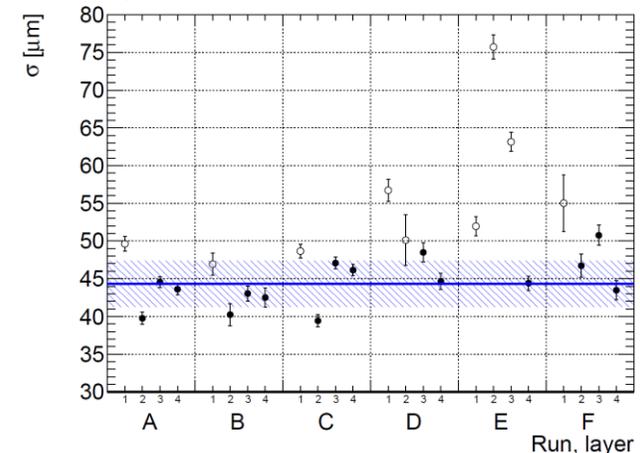
□ Испытывался на Fermilab Test Beam Facility (35 ГэВ π -мезоны) полномасштабный прототип sTGC камеры размером $1,2 \times 1,0 \text{ м}^2$

□ Результат:

- разрешение $\sim 40 \text{ мкм}$
- стабильность разрешения $\pm 3 \text{ мкм}$



Разрешение в зависимости от номера Run (A-F) и слоя камеры (1-4)



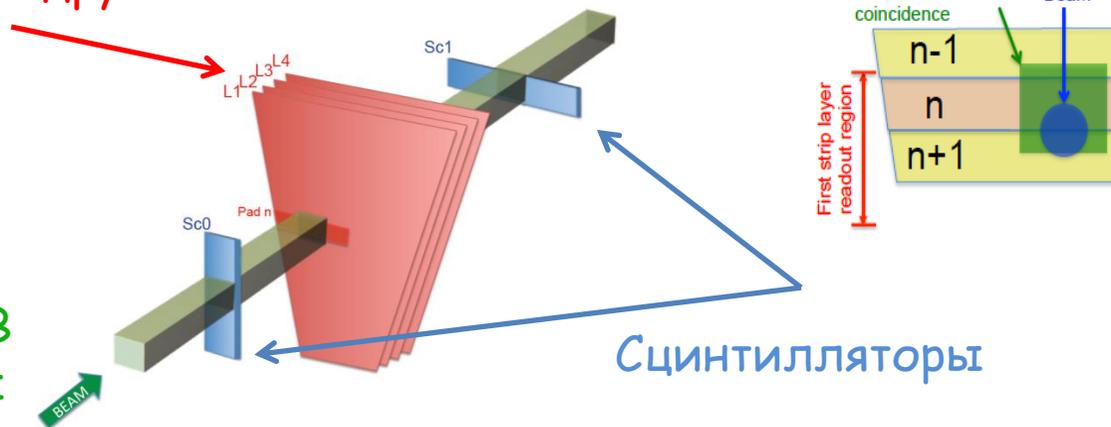
плохое разрешение соответствует случаю когда пучок попадал в поддержки анодных проводов

Результаты испытаний сТЗК на пучке в CERN

CERN H6 Test Beam Facility

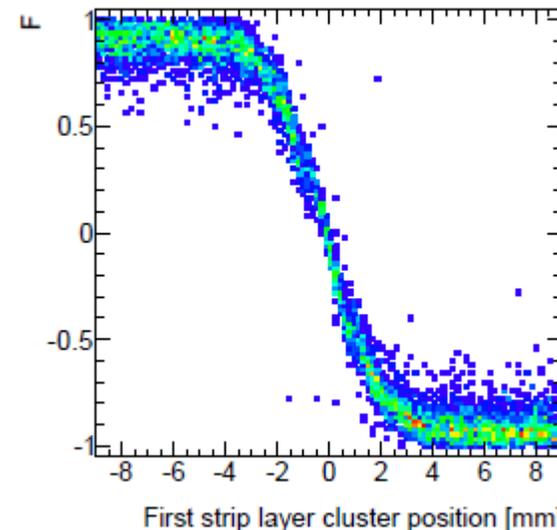
сТЗК квадруплет

130 ГэВ
мюоны



Сцинтилляторы

$$F = \frac{P_n - P_{n+1}}{P_n + P_{n+1}}$$

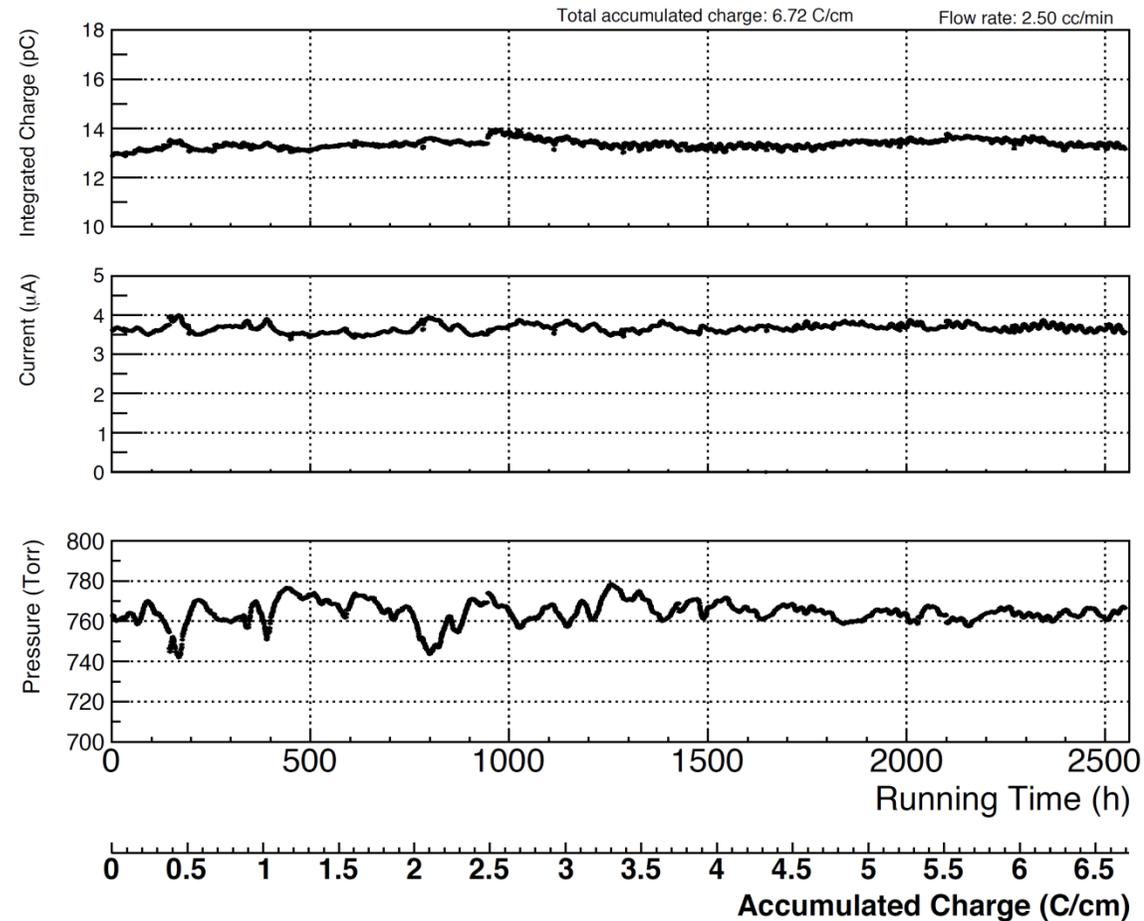


- Испытывался на CERN H6 Test Beam Facility (130 ГэВ мюоны) полномасштабный прототип сТЗК камеры размером 1.2 X 1.0 м²
- Измерялось мёртвое время для VMM1
- Измерялось распределение заряда между падами

The preliminary front-end electronics based on the VMM1 ASIC is not adapted to the long time drifting of the late clusters in the sTGC detector (change of baseline). This leads to a large dead time in its response, which in turn leads to an inefficiency of the system when running at high rate (typically 80 – 90% efficiency at 100 Hz/cm²). To ensure that no inefficiency was due to

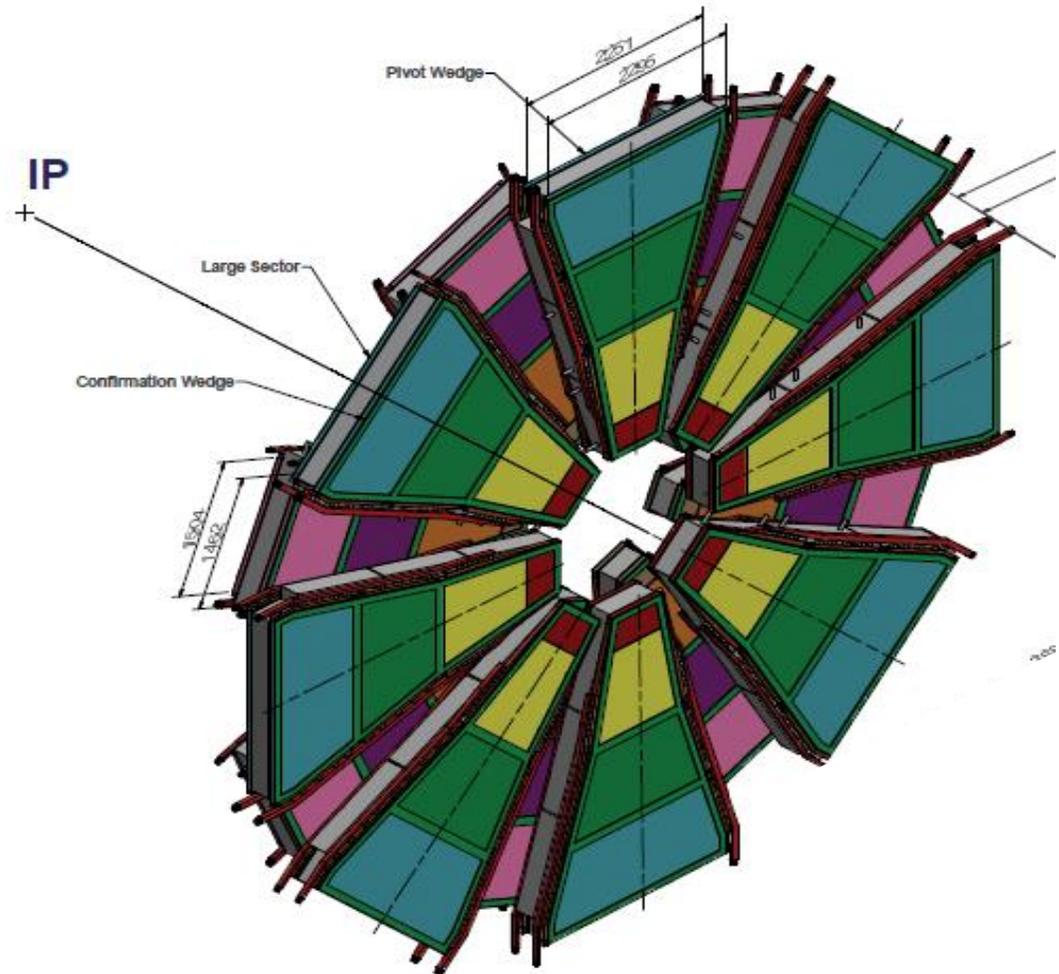
Старение - Результаты испытаний sTGC

- ❑ Тестировался прототип размером 10 X 20 см²
- ❑ Источник Sr⁹⁰
- ❑ Индуцированный ток 3.7 мА
- ❑ Площадь облучения ~1 см² (5 анодных проволок)
- ❑ Рабочее напряжение 3 кВ
- ❑ Скорость продувки 2.5 cc/min
- ❑ Измерялся ток и амплитуда импульсов
- ❑ Накопленный заряд 6.72 C/cm



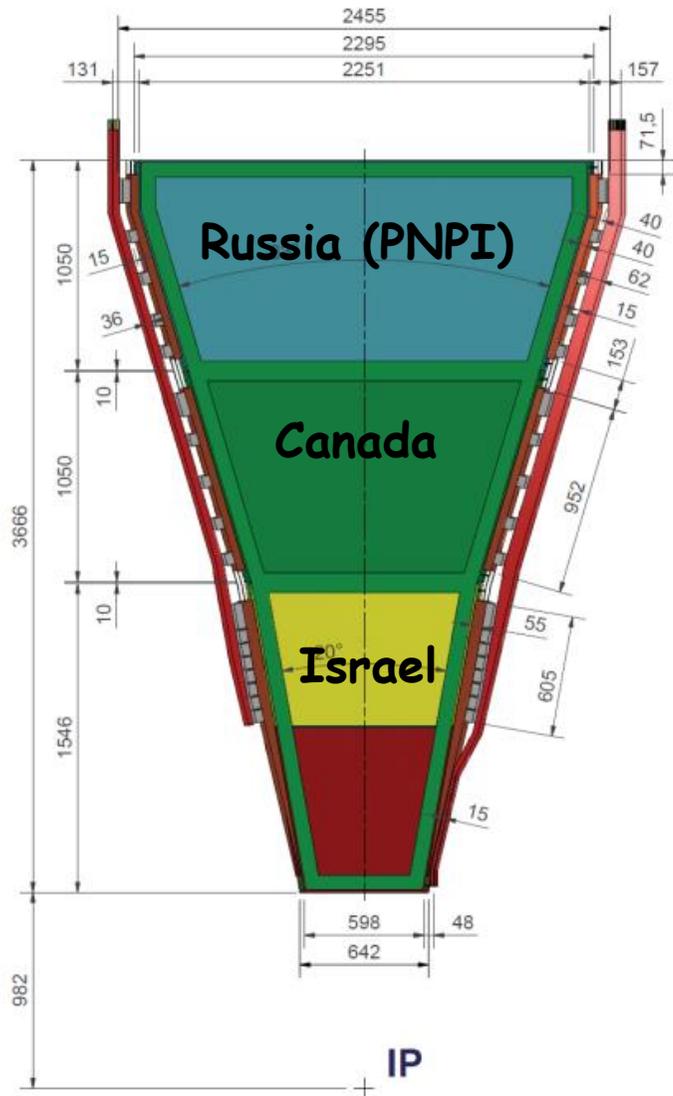
New Small Wheel

- NSW представляет собой два диска (по диску на каждую сторону), состоящих из 16 секторов (8 малых и 8 больших).
- Каждый сектор состоит из 4-х типов детекторов.
- Два детектора на внутренних радиусах собираются с перекрытием как один модуль.
- Таким образом NSW состоит из 192 4-х слойных детекторов.
- Всего 768 sTGC камер.

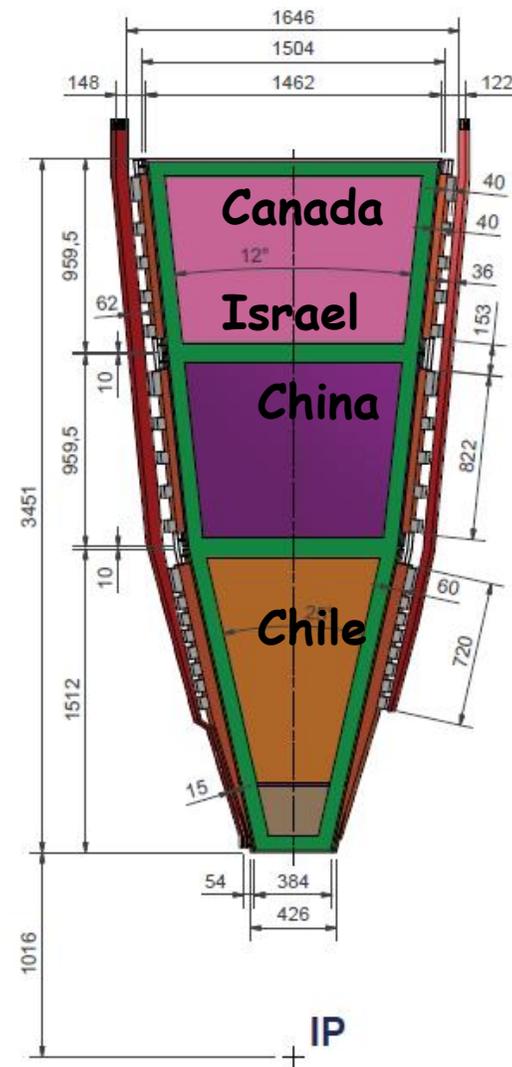


sTGC размеры

Большой сектор



Малый сектор



Финансирование работ в ПИЯФ

- В рамках ФЦП 1.4 Проведение прикладных научных исследований, направленных на решение комплексных научно-технологических задач:
 - головной институт по эксперименту ATLAS ИФВЭ (Протвино) - контракт с Мин.Обр. и Науки
 - Создание сверхбыстродействующих радиационно-стойких компонентов супердетектора новых тяжелых частиц ATLAS Большого адронного коллайдера ЦЕРН для экспериментальных исследований рождения и распада частиц
- Первоначально на создание sTGC выделено 37.5 млн.руб на 2014-2016 годы.
- Финансирование на 2015 год было сокращено на 10% (секвестор бюджета РФ) => Полное финансирование 36.35 млн руб

Организация работы в ПИЯФ (I)

Для создания участка выделено помещение макетного зала корпуса 2а.



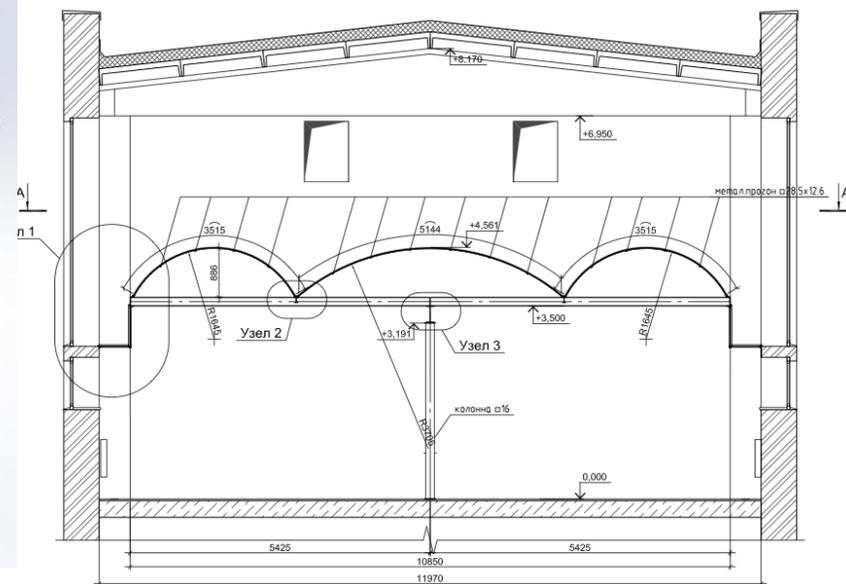
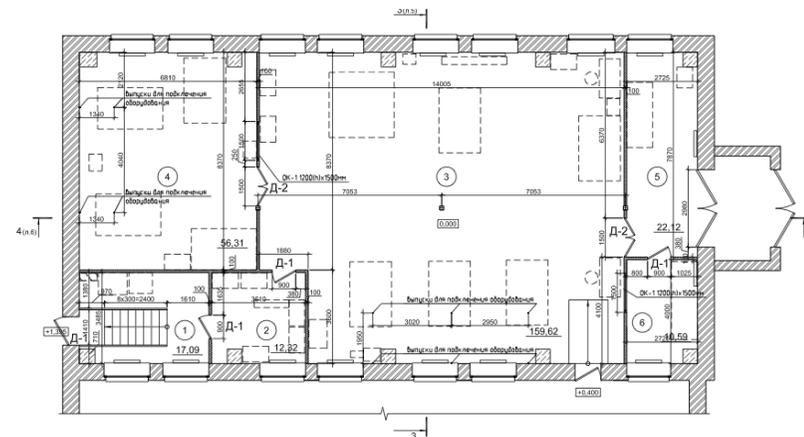
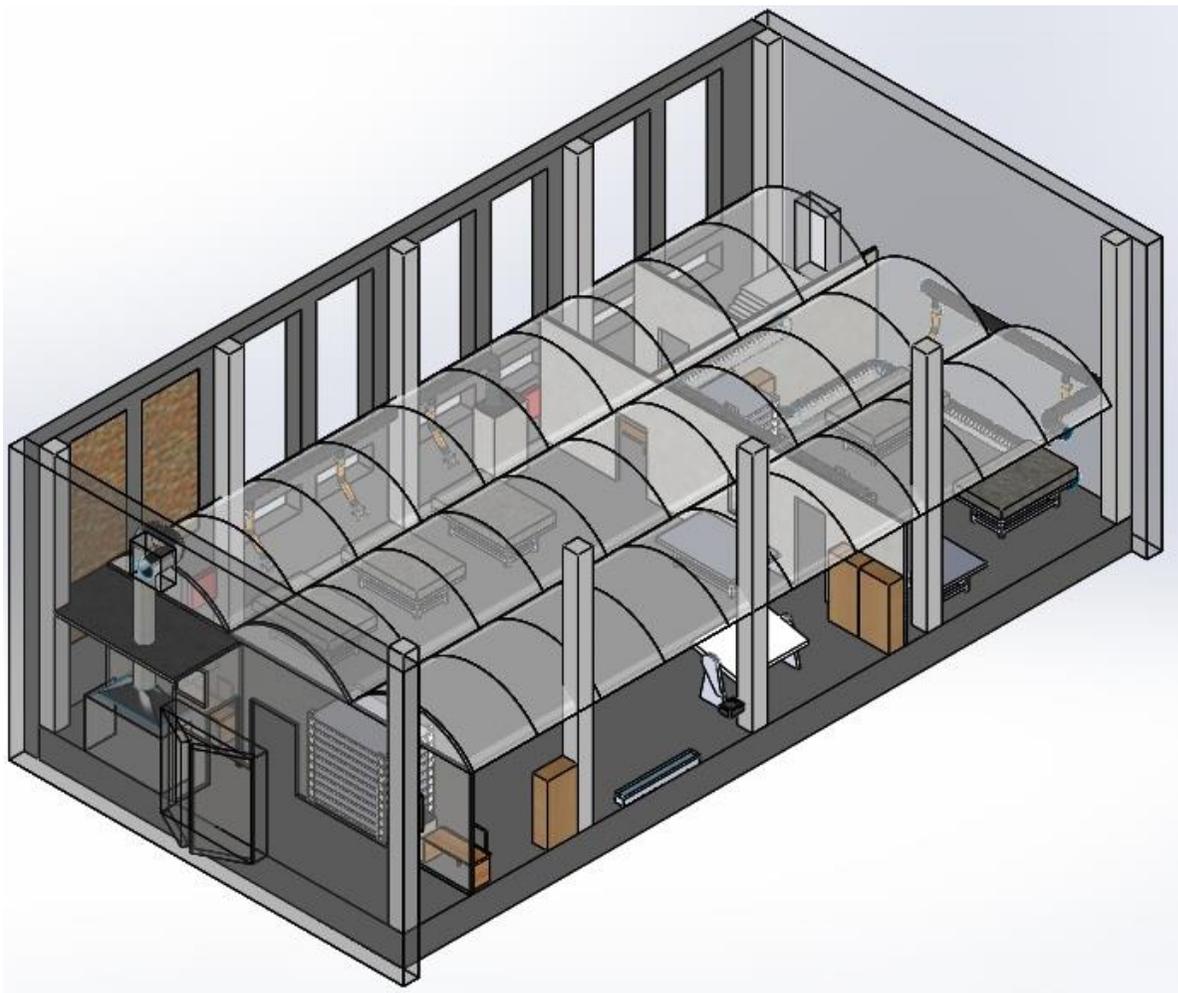
Организация работы в ПИЯФ (2)

Помещение макетного зала корпуса 2а после ремонта



Организация работы в ПИЯФ (3)

- Для организации сборки необходимо иметь "чистые" помещения с контролем температуры и влажности
- Разработан проект и начато сооружение



Организация работы в ПИЯФ (4)

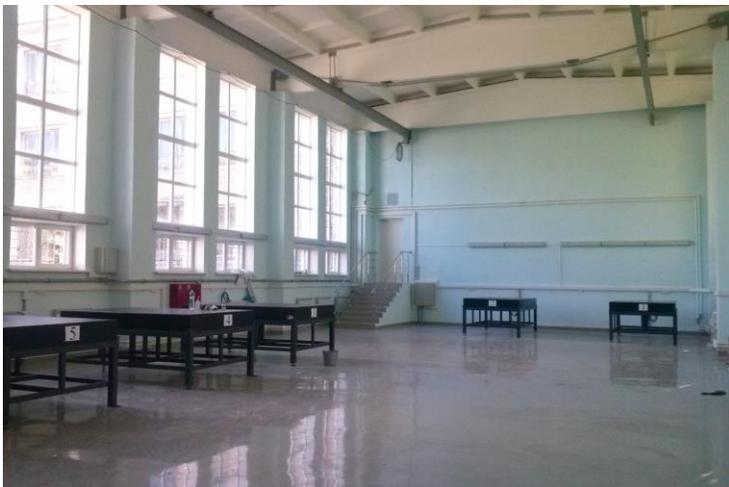
Работы по созданию "чистых" помещений планируется закончить до конца января 2016 г



Организация работы в ПИЯФ (5)

Основные усилия были направлены на создание и покупку оборудования необходимого для сборки ТЗК камер

Прецизионные (20 мкм) гранитные столы



Машина для нанесения графита на стеклотекстолит



Машина для натяжения анодных проволок при их намотке

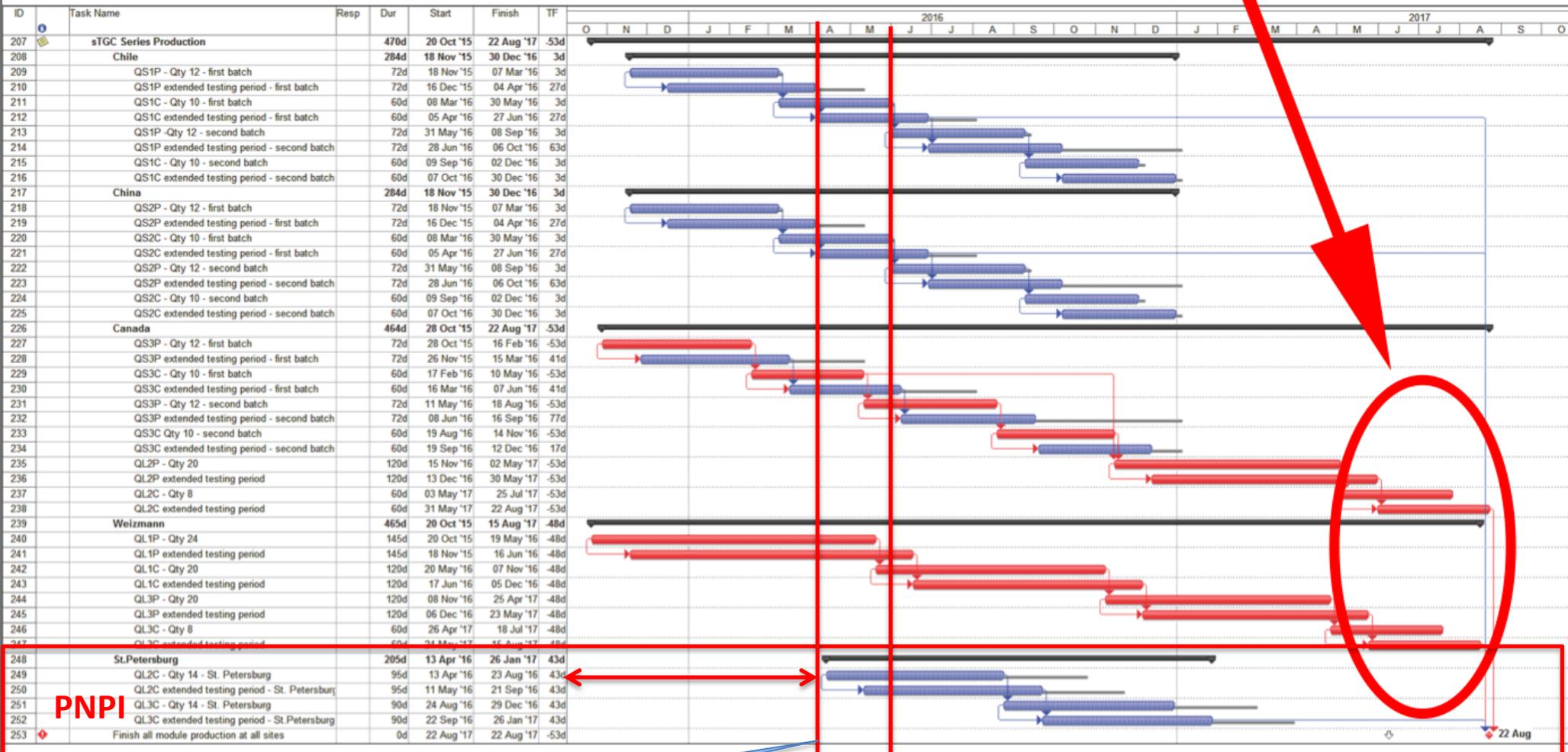


Вращающийся стол для намотки анодных проволок



План сборки ТЗК камер

MODULE PRODUCTION FOR ALL SITES



PNPI

Март 2016

Июнь 2016

С наступающим
Новым Годом!

BACK UP SLIDES

