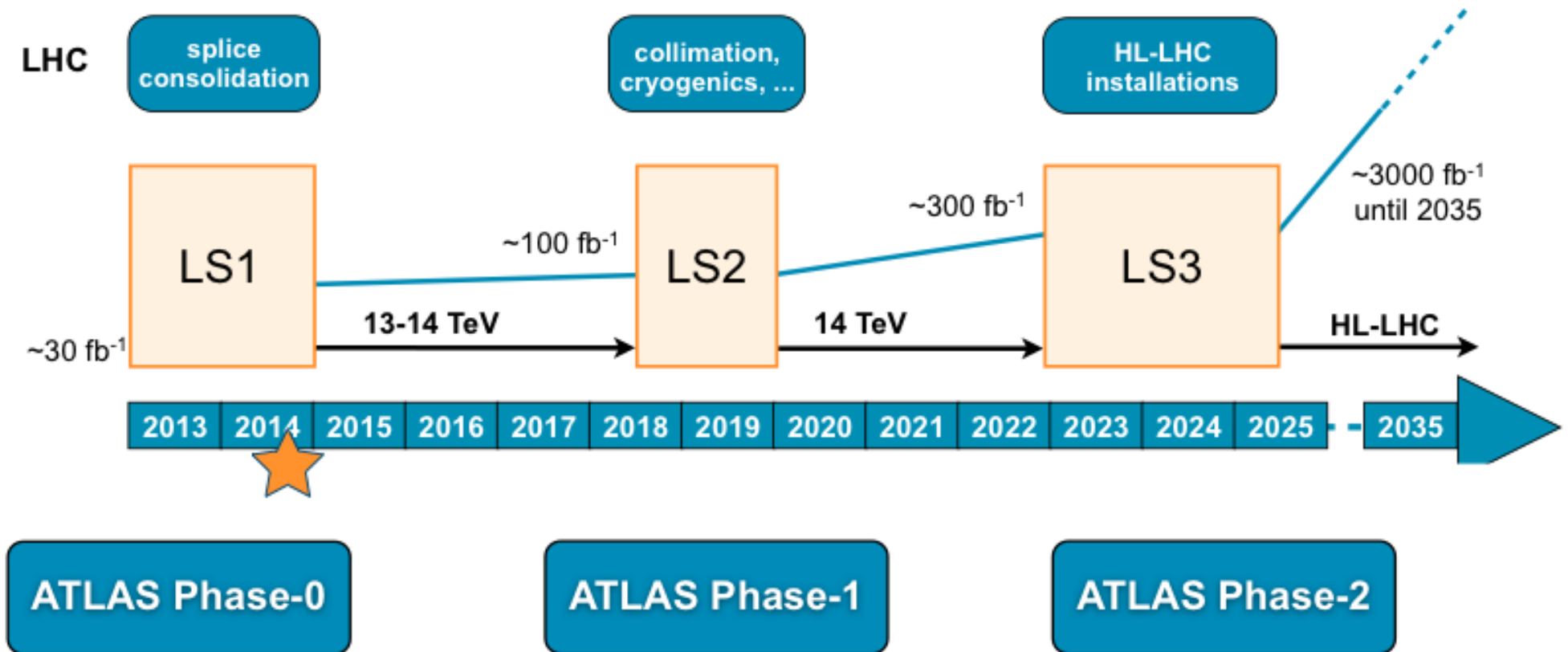


Эксперимент ATLAS



Научная сессия ученого совета ОФВЭ ТИЯФ
24 декабря 2014 года
Виктор Малеев

Дорожная карта ATLAS

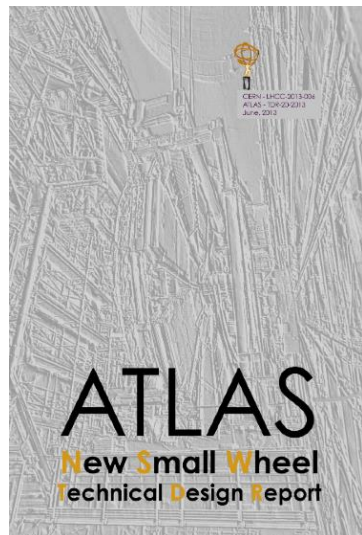
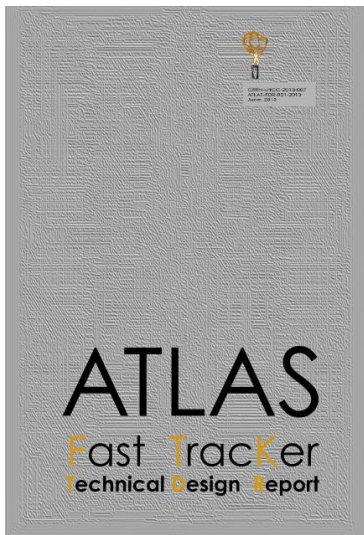
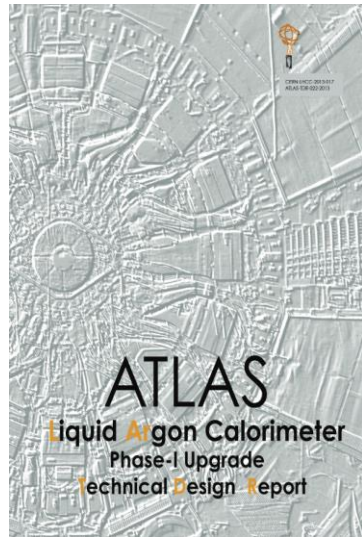
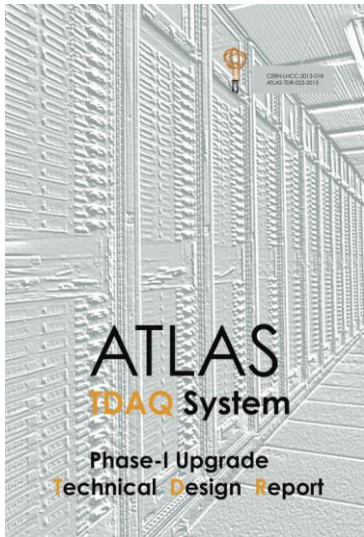


ATLAS Phase-1

Четыре основных Technical Design Reports (TDRs) для Фазы-1 полностью одобрены LHCC и Research Board, включая детальное рассмотрение Upgrade Cost Group (UCG).

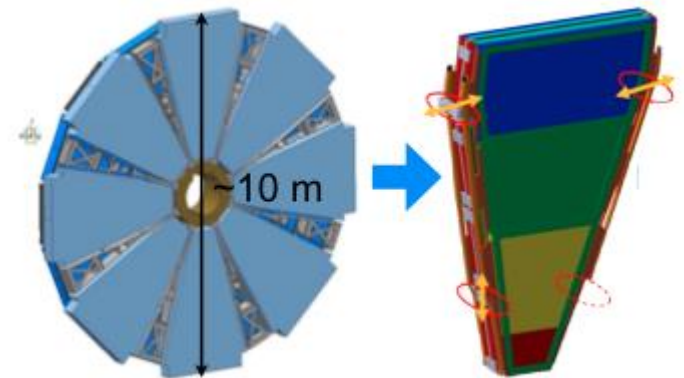
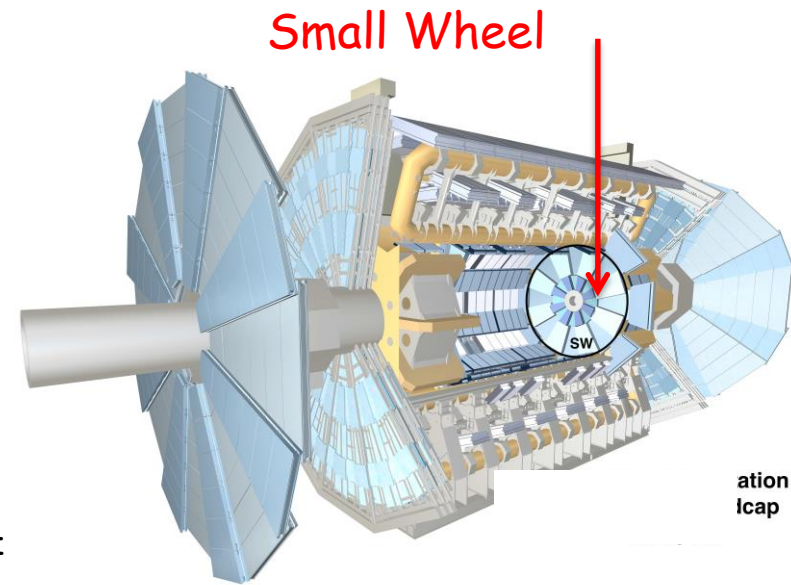
Selection of upgrades:

- Fast Tracking (FTK) input to HLT (already started)
- New Small Wheel (NSW) for the forward Muon Spectrometer
- Finer granularity LAr data to Level-1
- TDAQ Upgrades to Level-1/HLT
- Additional forward proton system (AFP)



New Small Wheel

- Последствия увеличения светимости для торцевых мюонных детекторов
 - Ухудшение восстановления треков (эффективность/разрешение)
 - Не хватит доступной скорости счёта L1 триггера без увеличения порогов
- Замена Малых Мюонных Колёс (MSW) на Новые Малые Мюонные Колёса (NSW)
 - Улучшит трекинг и увеличит возможности триггера
 - Соответствует требованиям работы SLHC (после Фазы-2)
 - Способность работать при $\langle \mu \rangle = 200$ и светимости $L \sim 7 \times 10^{34} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$
- MicroMegas (площадь - 1200 м^2)
 - Пространственное разрешение $< 100 \text{ мкм}$ независимо от наклона трека
 - Высокая гранулярность - хорошее разделение треков
 - Возможность работать при больших нагрузках из-за малости зоны газового усиления и практического отсутствия пространственного заряда
- Тонкоззорные камеры (Small strip Thin Gap Chamber - sTGC) (площадь - 1200 м^2)
 - Пространственное разрешение $< 100 \text{ мкм}$ независимо от наклона трека
 - Высокое временное разрешение
 - Хорошее разрешение BC (Bunch Crossing)
 - Подавление ложных срабатываний
 - Определение направления трека с угловым разрешением $< 1 \text{ мрад}$
 - Основаны на проверенной TGC технологии



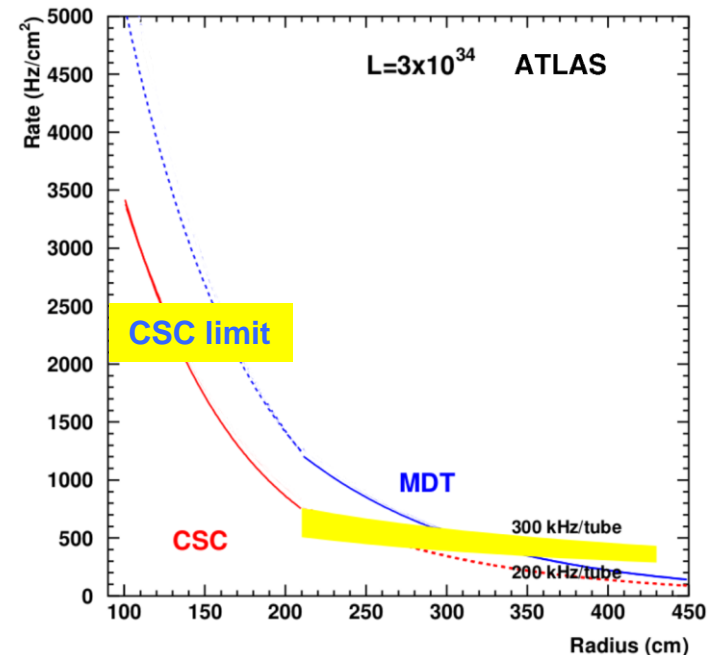
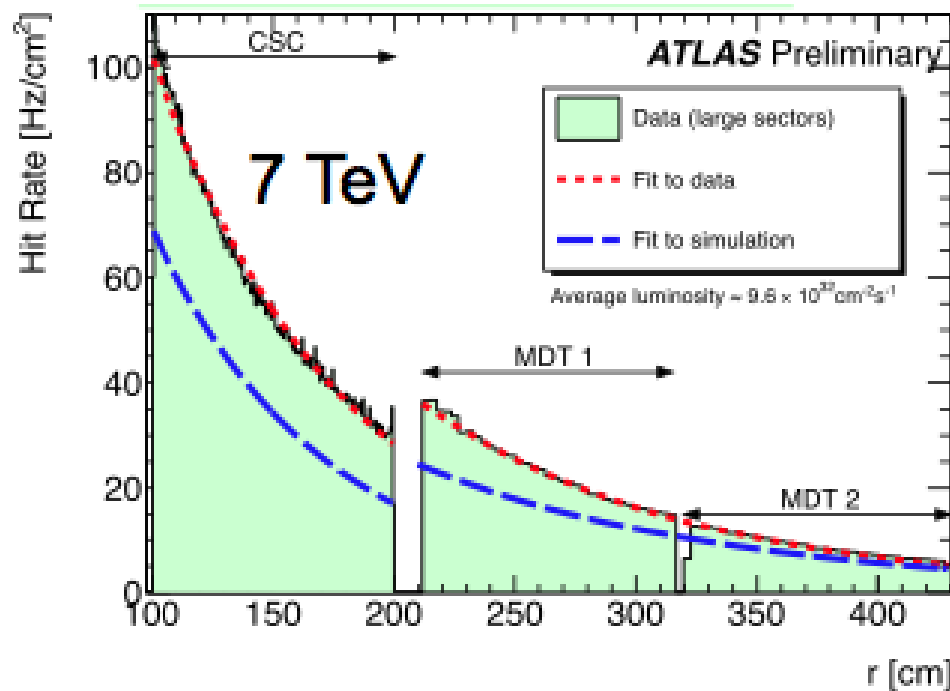
ation
lcap

Причины замены MSW (1)

- При достигнутой средней светимости $\sim 10^{33}$ наблюдается превышение измеренного потока частиц над ожидаемым в ~ 1.5 раза
- При светимости $\sim 1 \times 10^{34} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$ MDT еще могут работать. Предел по нагрузке для MDT 200-300 кГц/трубку (предел для CSC - 2 кГц/см²)

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

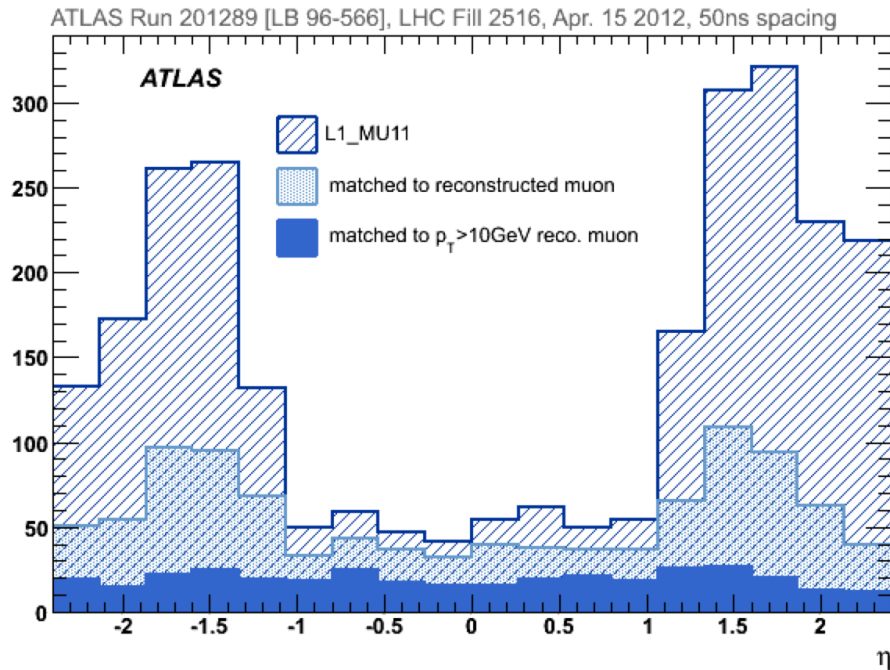
Экстраполированный фон (cavern background) для MSW при светимости $3 \times 10^{34} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$



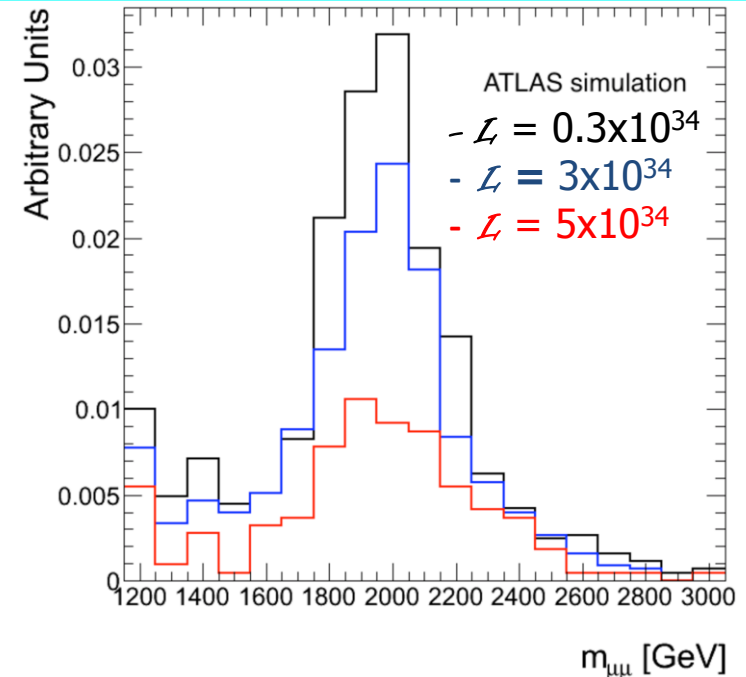
Причины замены MSW (2)

- Фоновая загрузка в торцевых мюонных системах существенно превышает загрузку в центральной части.
- Скорость счета для L1 триггера в end-caps в 6-7 раз выше чем для barrel. Для "физики" нужно сохранить порог L1 триггера как можно ниже ~ 20 ГэВ.
- Моделирование реконструкции димюонных событий в условиях высокой светимости показало существенное ухудшение разрешения и потерю эффективности

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



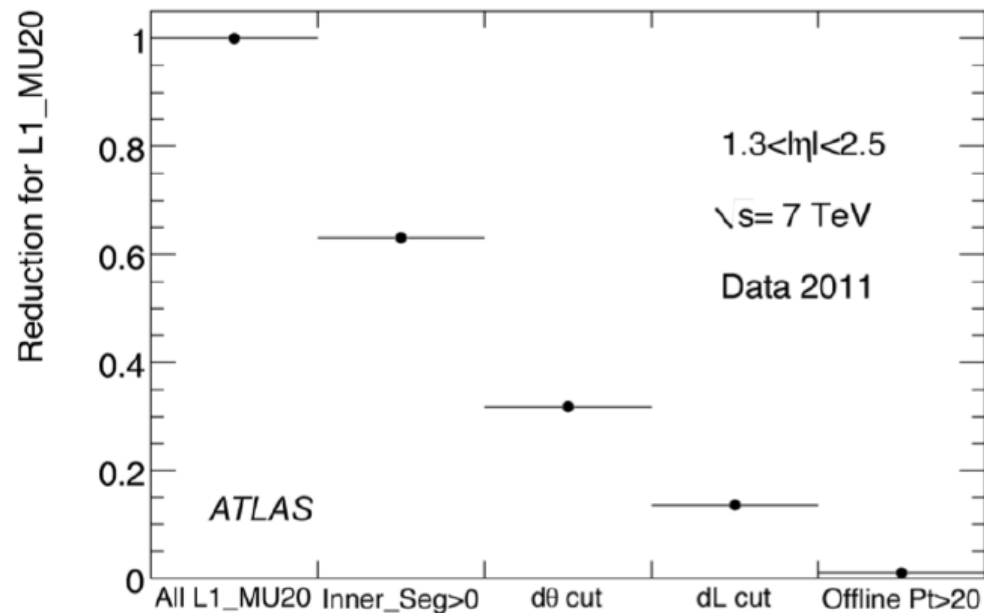
Реконструированная инвариантная масса димюонной пары в моделированных $Z' \rightarrow \mu\mu$ событиях при трёх уровнях светимости



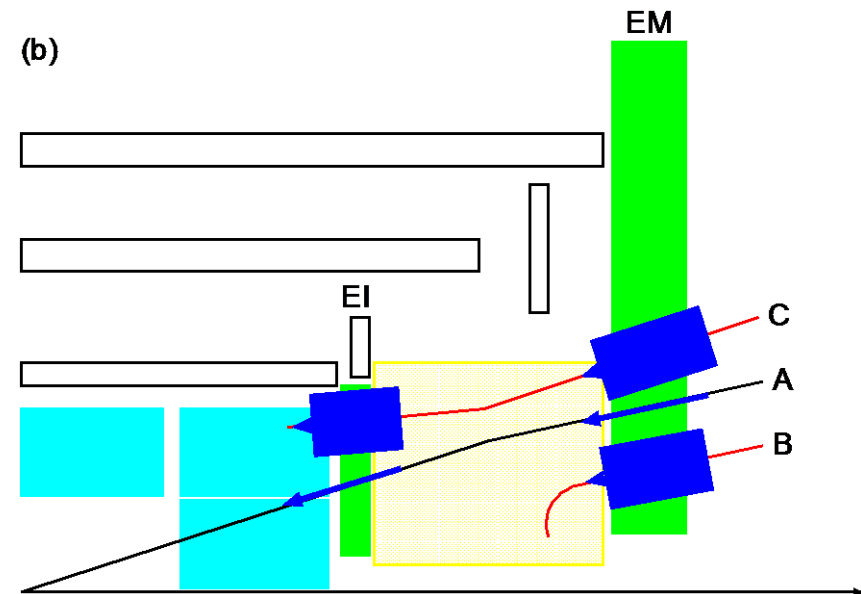
Причины замены SMW (3)

- Уменьшение L1 загрузки в ~ 6 раз за счет:
 - высокой гранулярности $\sigma_{\theta} \sim 1$ mrad;
 - on-line указание на точку взаимодействия (Interaction Point);
 - сшивка трека в большом колесе с треком в малом колесе в плоскости (θ - ϕ).
- Новый детектор должен обеспечить подавление треков типа B и C

Относительная нагрузка L1 триггера при применении различных дополнительных отборов



Типы треков: A - «хороший» трек, B - трек не имеющий хита в SMW, C - трек не из точки взаимодействия



Основные требования к новым детекторам в NSW

Новые детекторы в NSW должны:

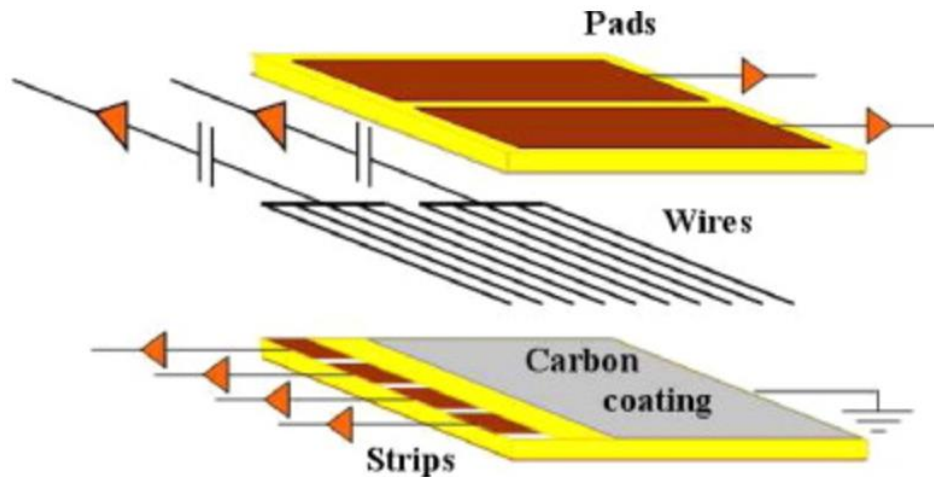
- ❑ выдерживать загрузки до 15 кГц/см^2
- ❑ On-line (триггер)
 - Эффективность 99%
 - Обеспечить набор измерений с точностями $R \sim 100 \text{ мкм}$, $\varphi \sim 2\text{-}3 \text{ мрад}$, $d\theta \sim 1 \text{ мрад}$;
- ❑ Off-line реконструкция
 - обеспечивать трековое разрешение $\approx 60 \text{ мкм}$ в плоскости R- φ ;
 - угловое разрешение $\approx 0.3 \text{ мрад}$;
 - эффективность восстановления сегмента трека не хуже 97%;
 - сохранять работоспособность до 1 К/см^2 накопленной дозы облучения (предполагая 10 лет работы в условиях sLHC).

В качестве новых детекторов были выбраны:

- ❑ TGC камеры хорошо, зарекомендовавшие себя в эксперименте ATLAS;
- ❑ новая технология ММ (Micro Megas).

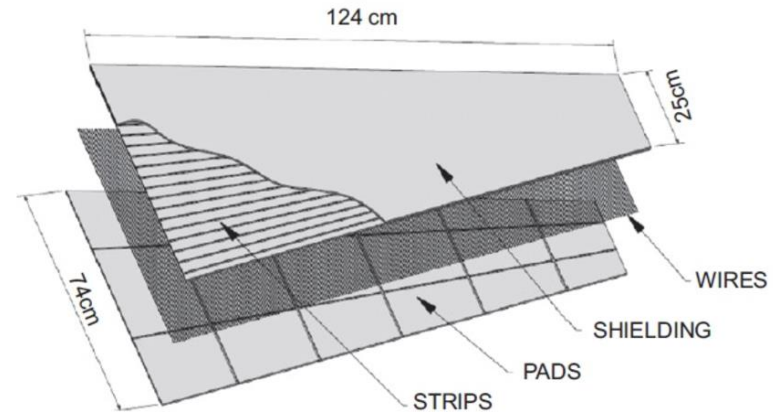
Конструкция sTGC камер

TGC характеризуется соотношением $S/L > 1$, где S - шаг анодных проволок, L - зазор анод-катод, и большим коэффициентом газового усиления.



Эксплуатационные параметры заложенные в TDR.

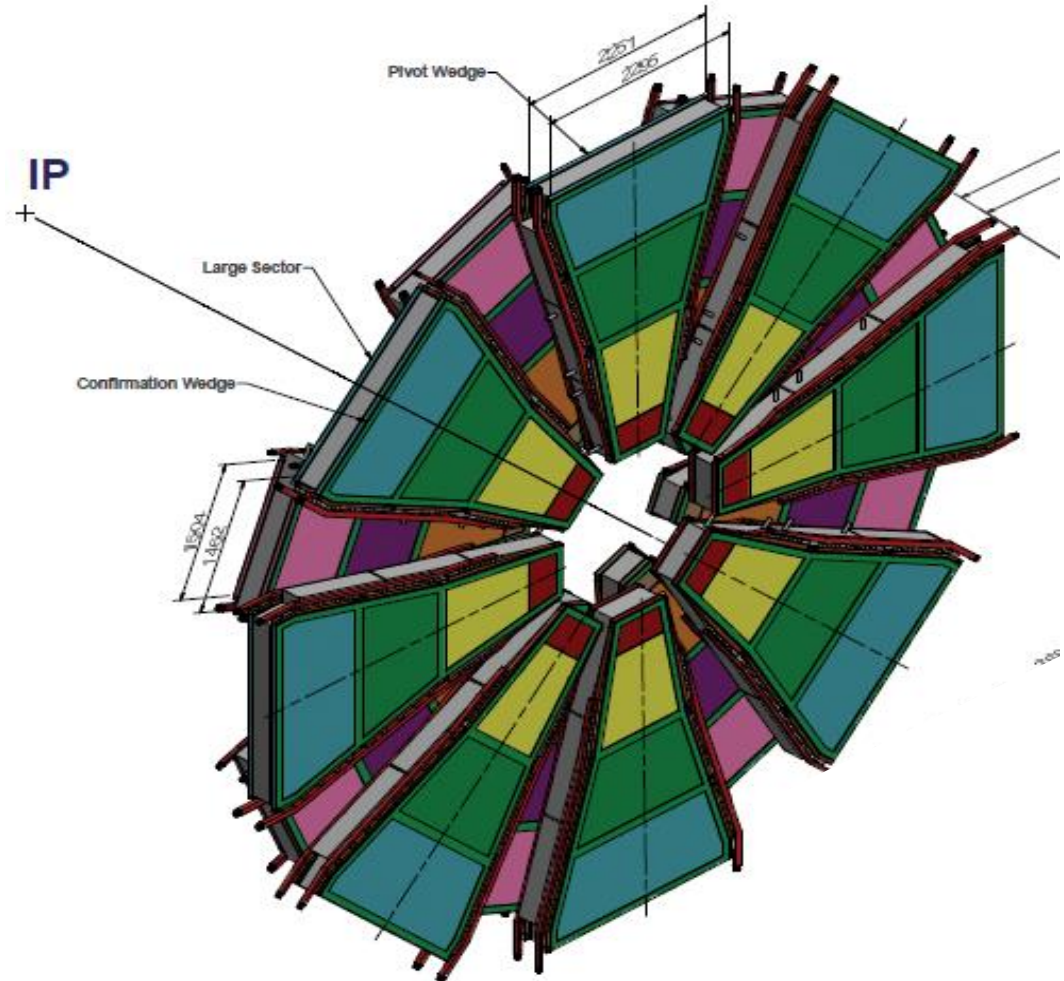
Gas gap	2.80 ± 0.14 mm
Anode wire pitch	1.80 ± 0.10 mm
Wire diameter	50 μ m
Wire potential	2900 ± 50 V
Gas mixture	CO ₂ + <i>n</i> -pentane(55:45)
Gas amplification	$3 \cdot 10^5$
Cathode resistivity	100 – 200 $\kappa\Omega$ /sq \pm 10%
Strip pitch	3.2 mm
Cathode/strip spacing	0.1 mm



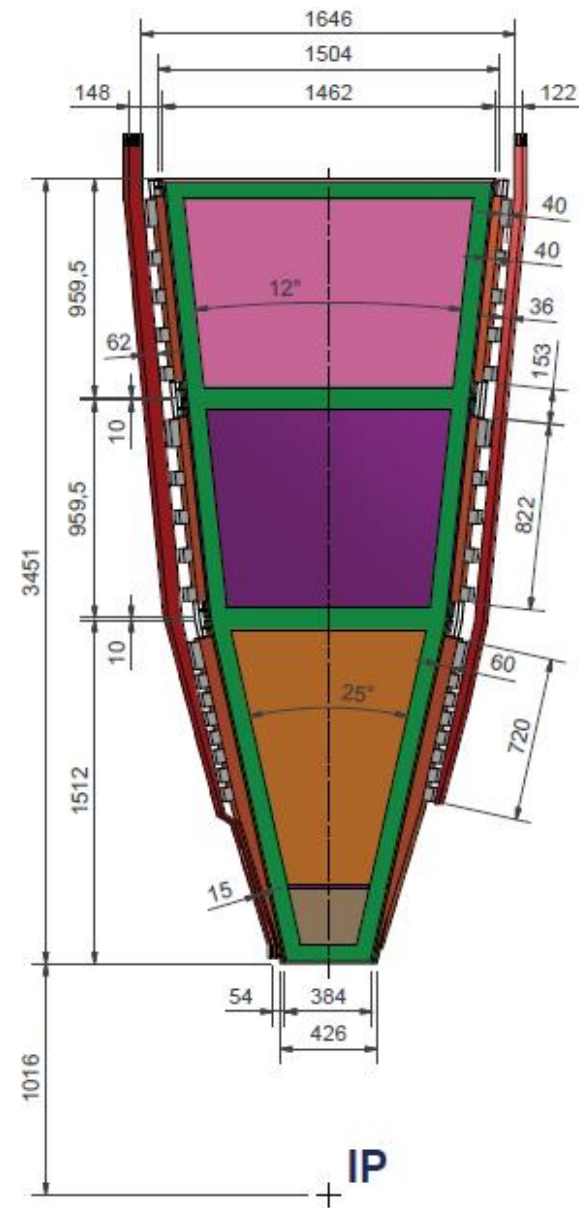
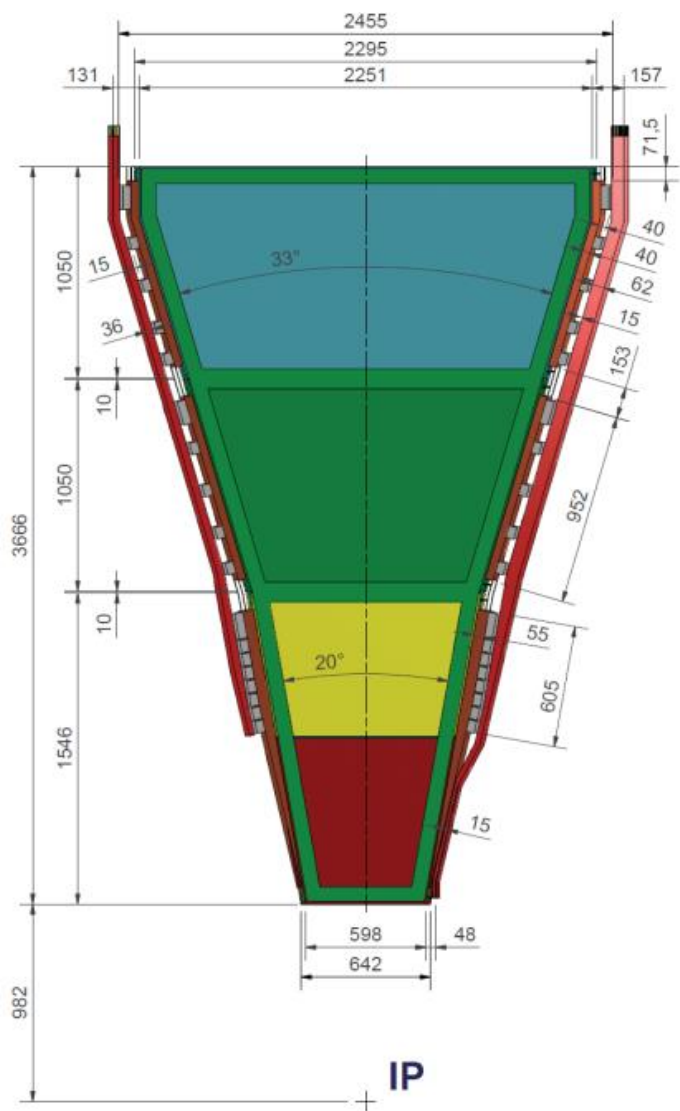
Конструкция камер обсуждалась на семинаре ОФВЭ

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.
- Таким образом NSW состоит из 256 4-х слойных детекторов.
- Всего 1024 sTGC камер.



sTGC размеры



- 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
- На создание sTGC выделено 37.5 млн.руб на 2014-2016 годы.

Организация работы в ПИЯФ (I)

Для создания участка выделено помещение макетного зала корпуса 2а.



Организация работ в ПИЯФ (II)

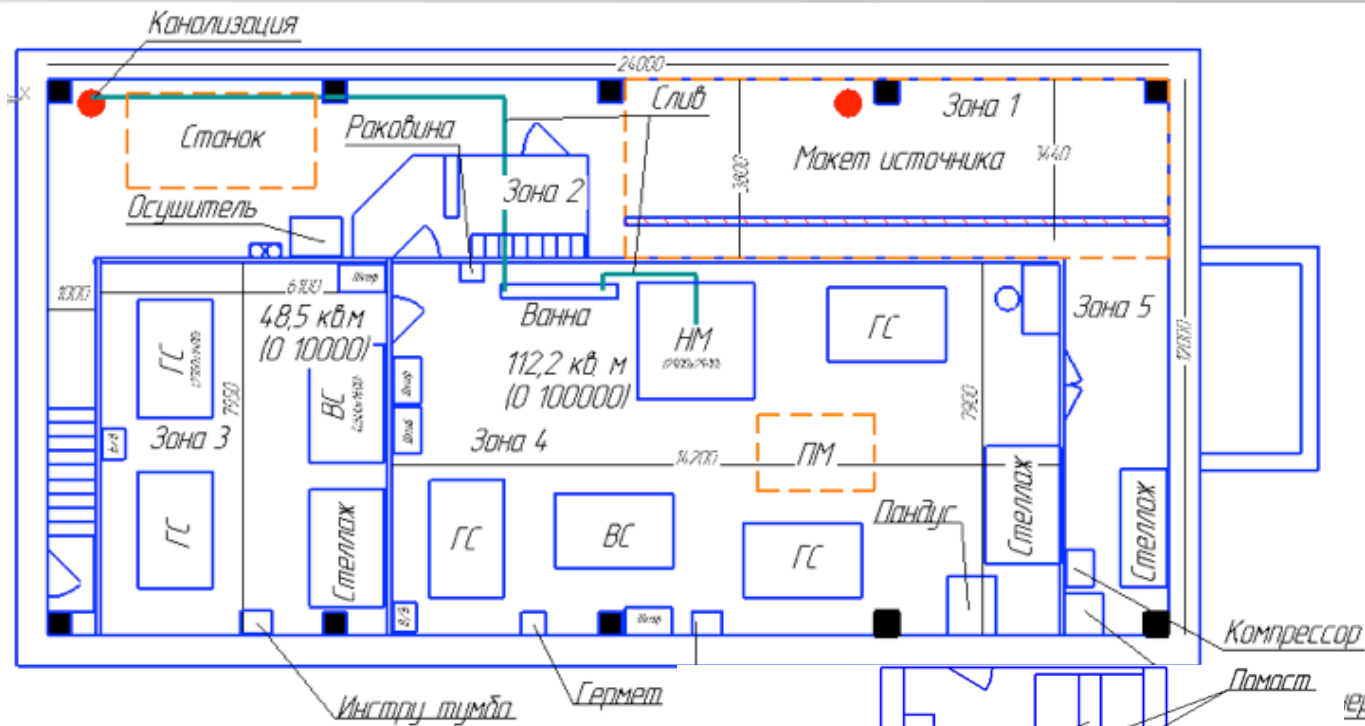


Рис. 1 Зал

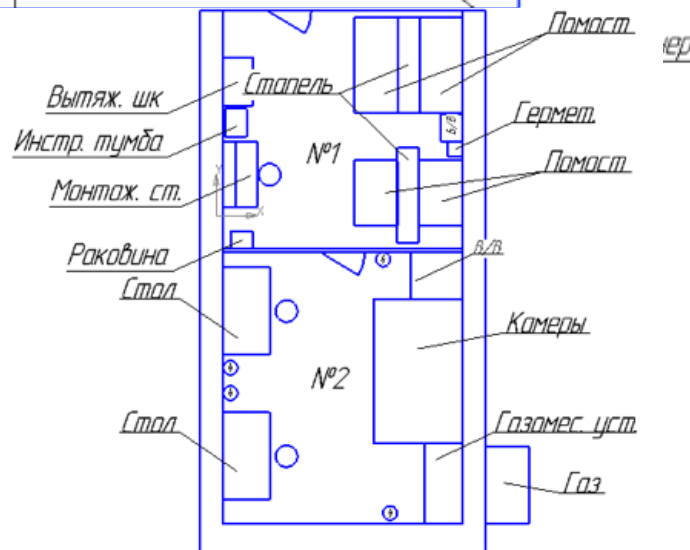
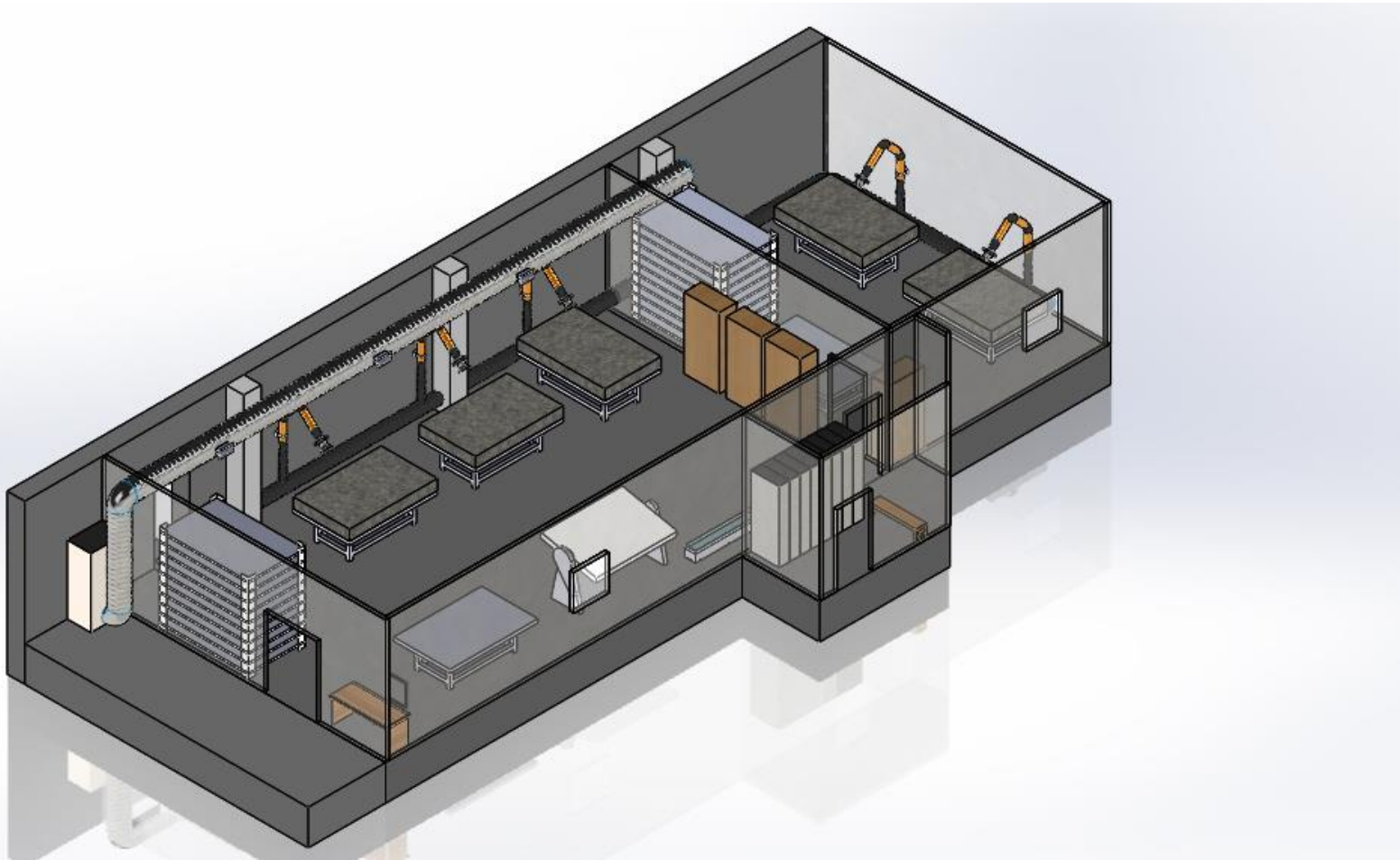


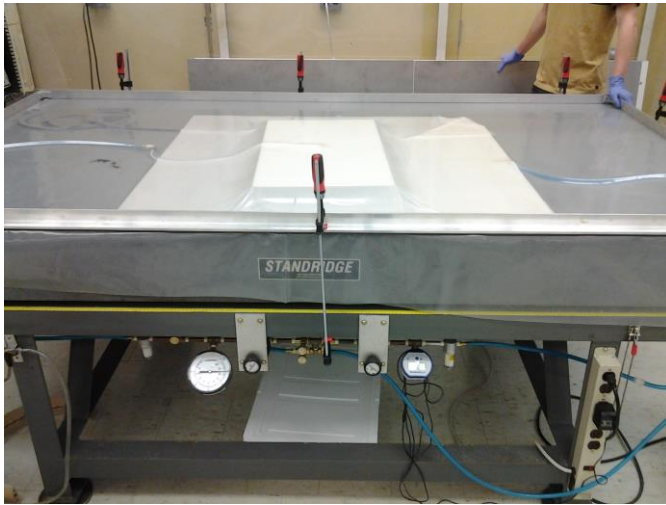
Рис. 2. Комнаты

Сборочный участок



Основное оборудование

Гранитные столы с вакуумным насосом



Устройство для нанесения графита на стеклотекстолит



Устройство для намотки и натяжения анодных проволок



- Гранитные столы и насосы - заказаны
- Компоненты для устройства нанесения графита – частично заказаны
- Стол для намотки – сконструирован (углепластик и алюминиевый хоникомб)
- машина для намотки – покупается в Израиле

- Финансирование проекта начато с опозданием на год - наши коллеги в Чили, Канаде, Китае уже готовы к сборке, а мы будем готовы в лучшем случае к осени
- В связи с резким падением рубля встаёт вопрос, а хватит ли выделенных денег на реализацию проекта?

Мысли о будущем

- Уже в 2017 году начнутся работы по модернизации детекторов во время LS3 (Фаза-3 - HL-LHC)
- В эксперименте ATLAS планируется полная замена внутреннего детектора
- Выбранная технология - полупроводниковые детектры (газовые детекторы не могут работать при светимости $7 \times 10^{34} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$)
- Возможное участие:
 - Системы считывания, сервисы, системы питания
 - Тестирование прототипов детекторов на пучке синхроциклотрона

С наступающим
Новым Годом!