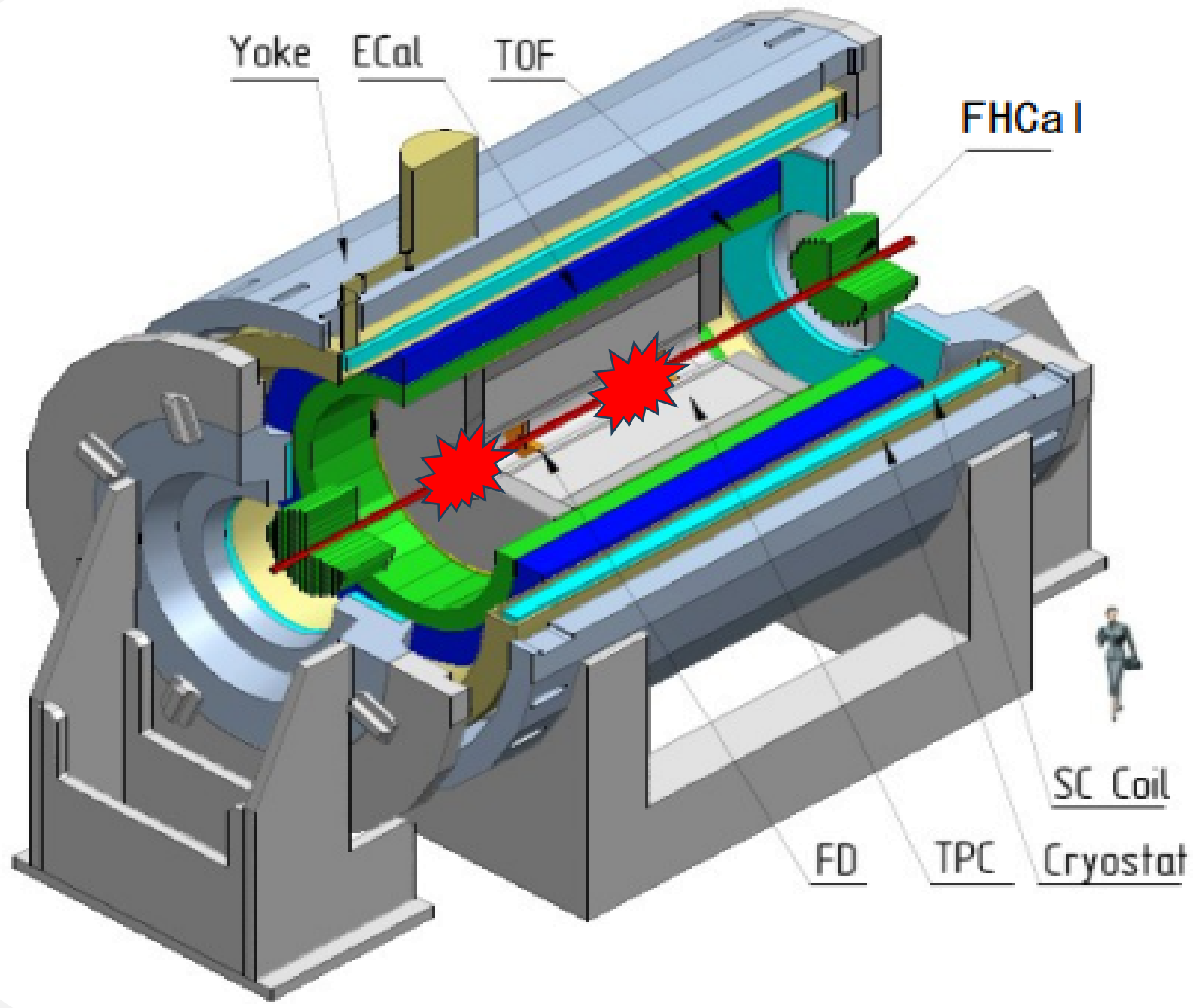
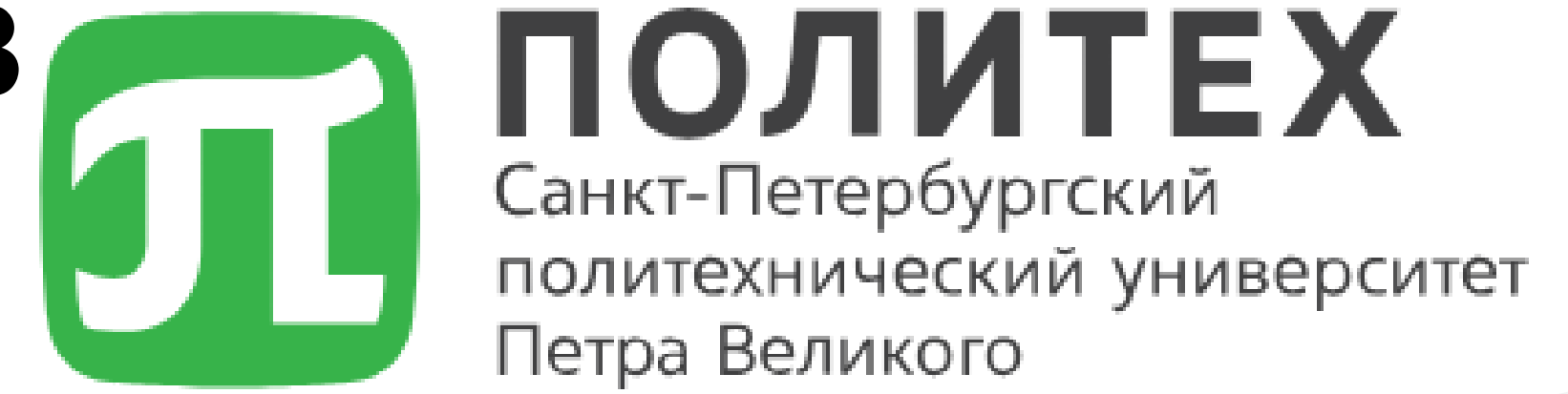


Возможности эксперимента MPD по регистрации короткоживущих адронных резонансов в Xe+W столкновениях при энергии 2,5 А×ГэВ

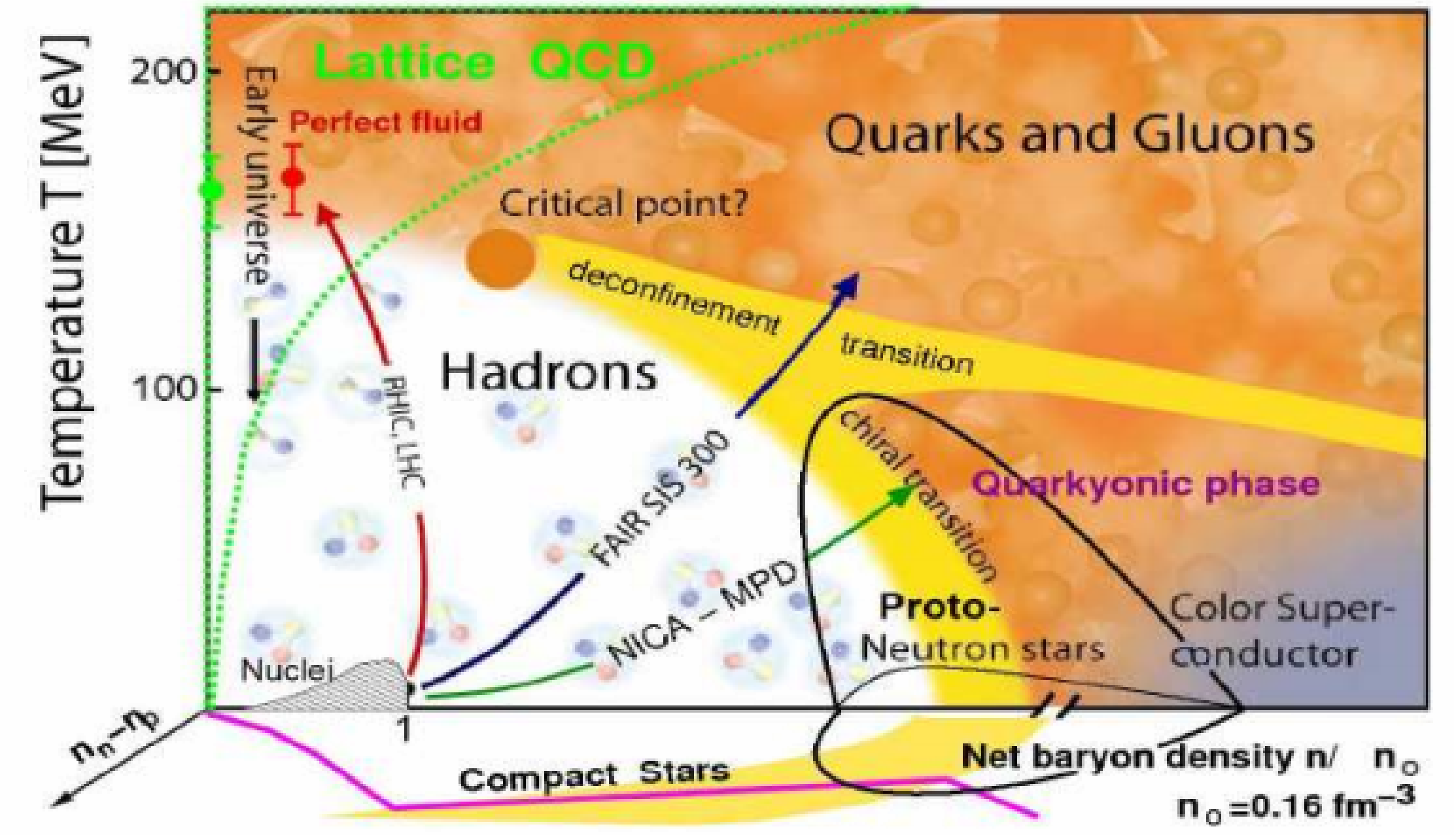


Я.А. Бердников, Д.А. Иванищев, Д.О. Котов, М.В. Малаев, Ю.Г. Рябов
(СПБПУ и НИЦ «Курчатовский Институт» - ПИЯФ) для коллаборации MPD



Эксперимент MPD на ускорителе NICA

- Один из двух экспериментов на ускорителе NICA по изучению столкновений тяжелых ядер при энергии $\sqrt{s_{NN}} = 4 - 11$ ГэВ
- NICA будет изучать КХД-материю при больших значениях барионной плотности \rightarrow фазовый переход 1 рода + КХД критическая точка
- Другие действующие (NA61/SHINE, STAR-BES, BM@N, HADES) и будущие эксперименты (CBM, CEE, NA60 и др.) в \sim одинаковой области энергий



Резонансы в столкновениях тяжелых ядер

Используются для исследования динамики реакции и механизмов рождения частиц в зависимости от размера системы и энергии $\sqrt{s_{NN}}$:

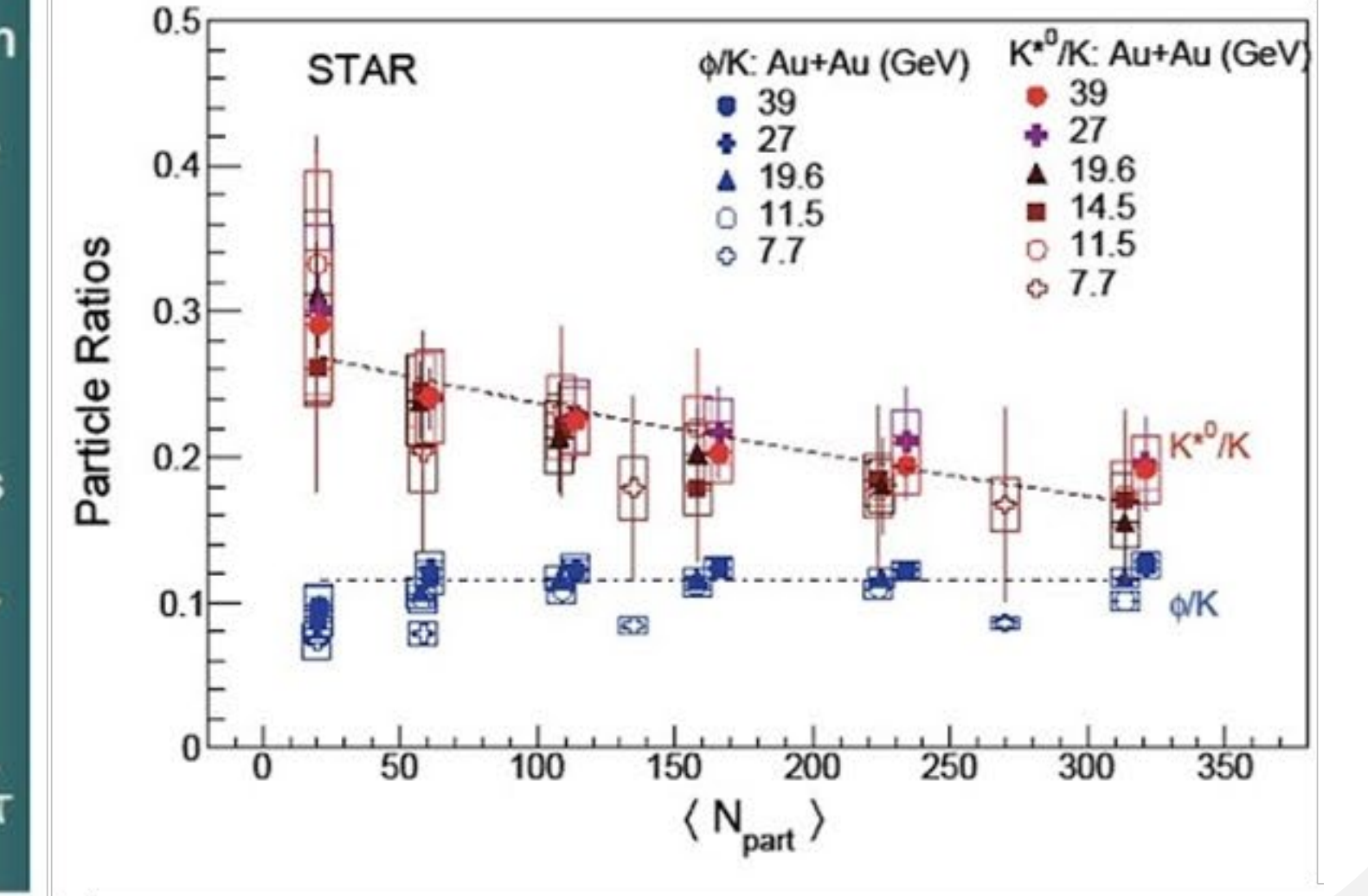
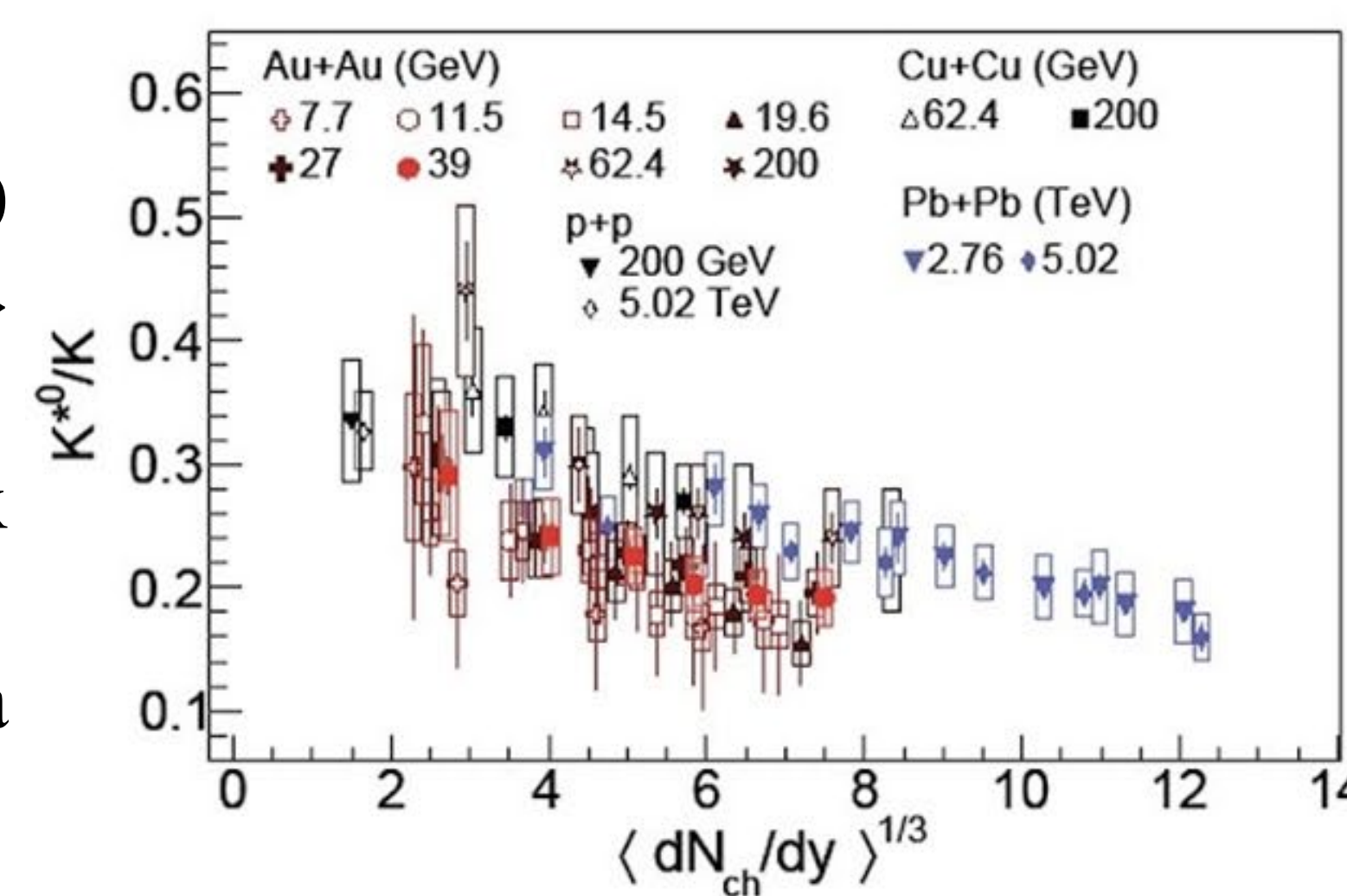
- адронная химия и рождение странности, ϕ обладает скрытой странностью и является одним из ключевых пробников
- динамики реакций и форма спектров по p_T , p/K^* , p/ϕ в зависимости от p_T
- время жизни и свойства адронной фазы
- спиновая ориентация векторных мезонов во вращающейся КПП (поляризация кварков вследствие спин-орбитальных взаимодействий)
- поток, сравнение с измерениями пар e^+e^- , гашение струй, фон в других исследованиях и т.д.

- Резонансы обладают малым $\tau \sim 1 - 45$ фм/с, часть резонансов распадается в Файерболле

	$\rho(770)$	$K^*(892)$	$\Sigma(1385)$	$\Lambda(1520)$	$\Xi(1530)$	$\phi(1020)$
τ (fm/c)	1.3	4.2	5.5	12.7	21.7	46.2
$\sigma_{rescatt}$	$\sigma_\pi \sigma_\pi$	$\sigma_\pi \sigma_K$	$\sigma_\pi \sigma_\Lambda$	$\sigma_K \sigma_p$	$\sigma_\pi \sigma_\Xi$	$\sigma_K \sigma_K$

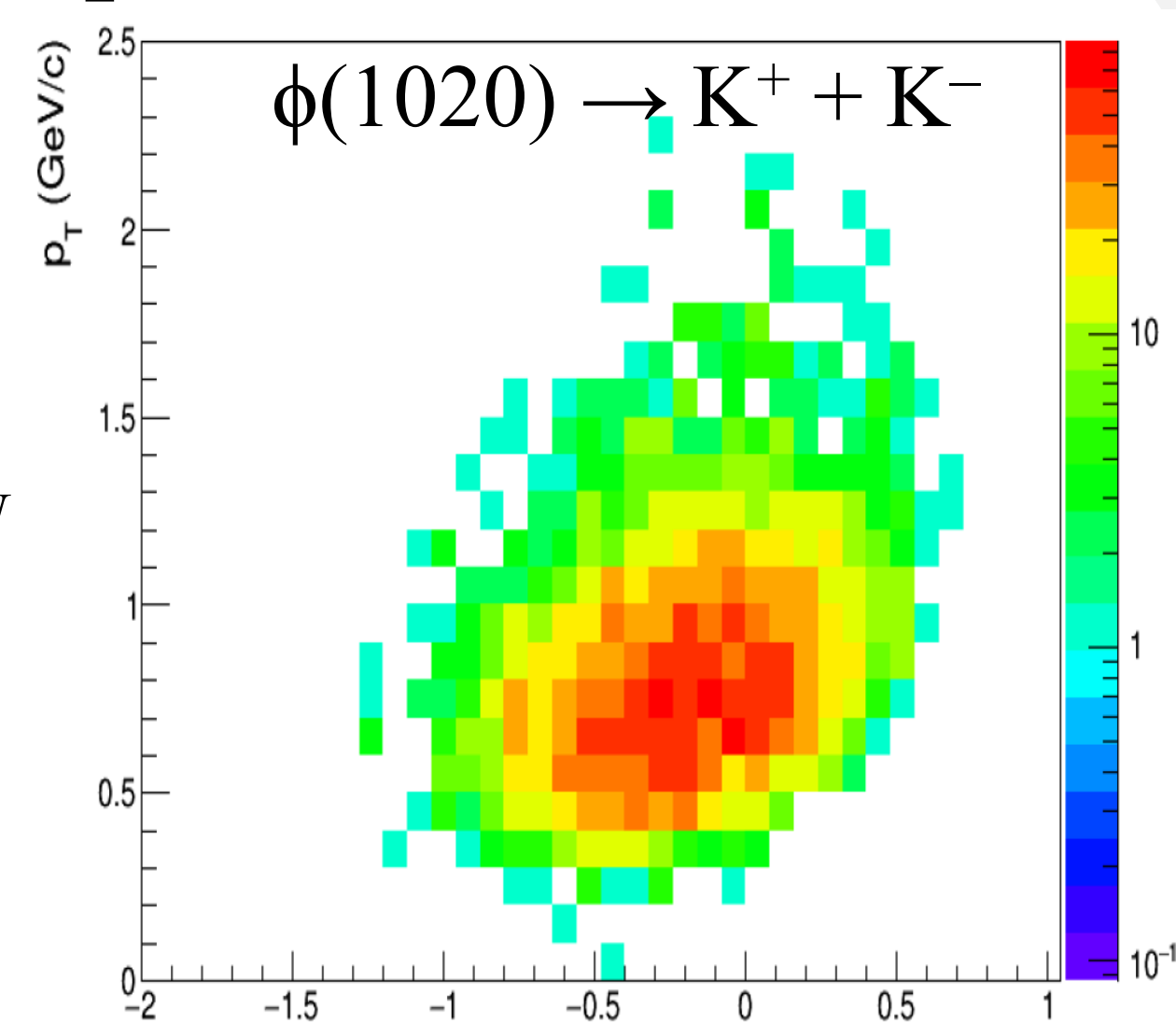
Восстанавливаемые выходы резонансов в столкновениях тяжелых ядер определяются

- Выходами резонансов при химической заморозке
- Адронными процессами между химической и кинетической заморозками:
 - ✓ **перерасеяние**: упругое или псевдо-упругое дочерних частиц с окружающими адронами \rightarrow материнская частица восстанавливается \rightarrow потеря сигнала
 - ✓ **регенерация**: псевдо-упругое рассеяние адронов ($\pi K \rightarrow K^*0$, $KK \rightarrow \phi$ и т.д.) \rightarrow избыточный выход



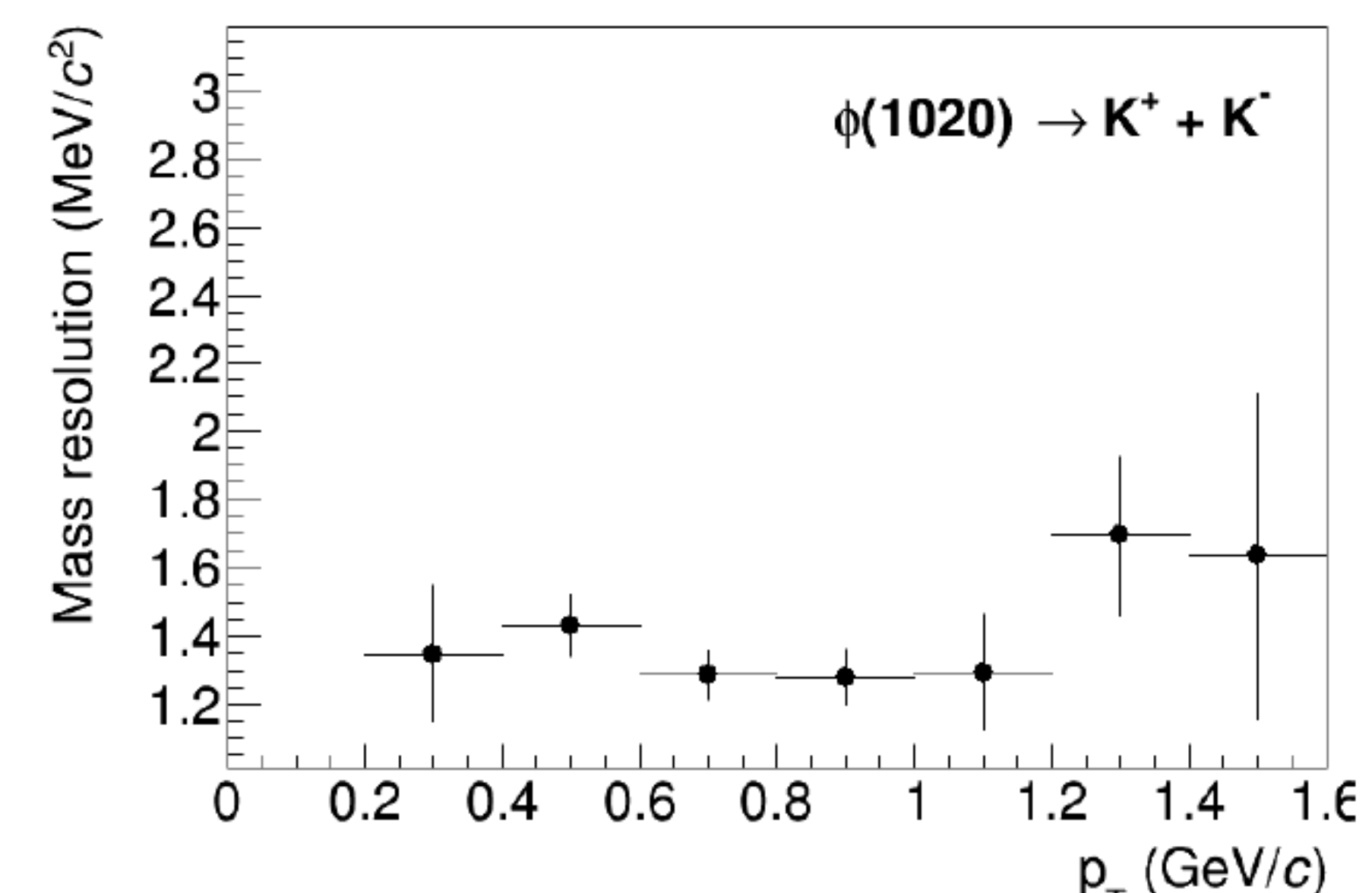
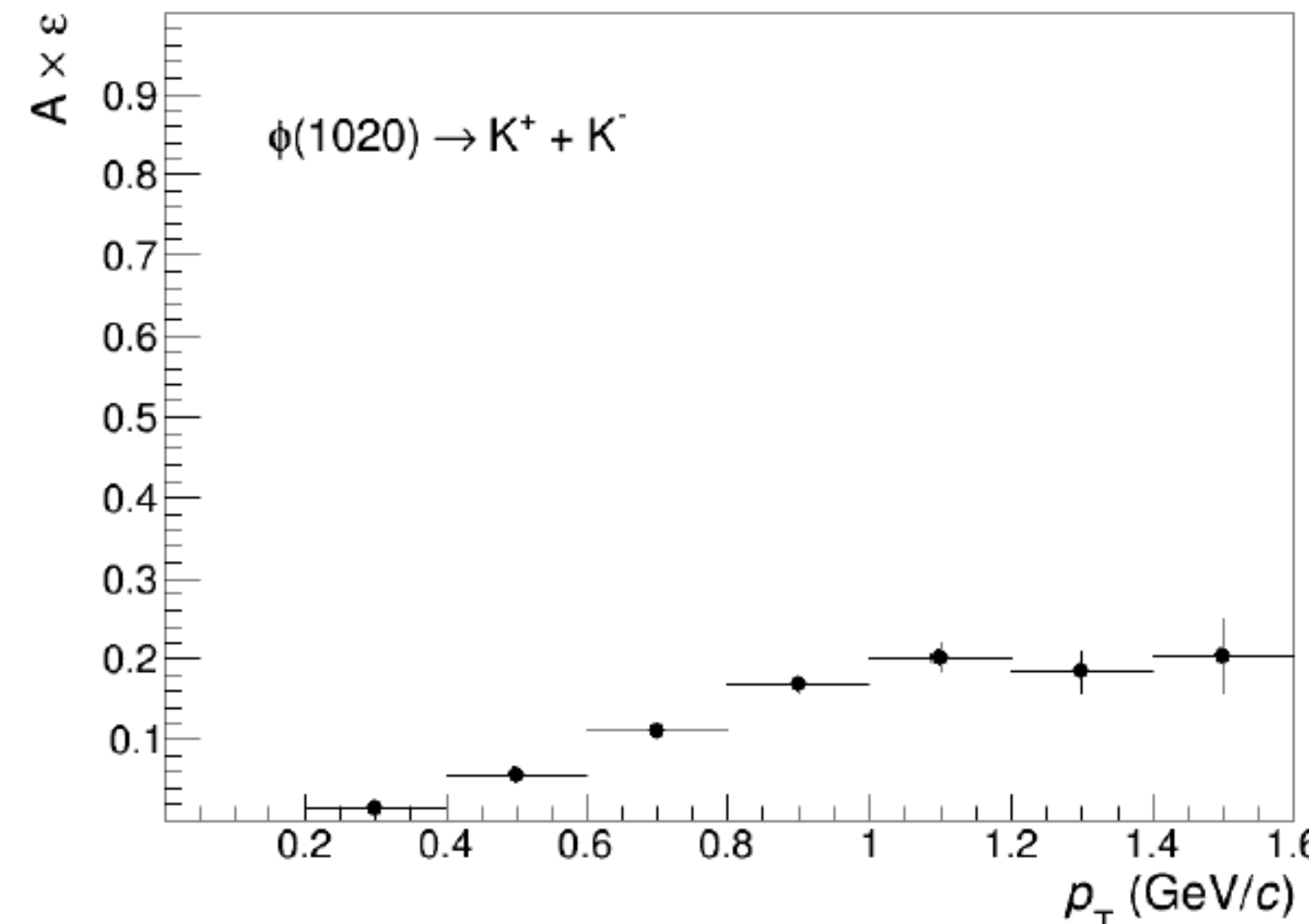
Модельные расчеты

- Полная последовательность модельных расчетов и восстановления событий с использованием UrQMD v.3.4 (Xe+W@2,5A ГэВ ($\sqrt{s_{NN}} = 2,87$ ГэВ), 15 млн. событий)
- Прохождение частиц через MPD посредством MPDroot (Geant v.4):
- реалистичное моделирование отклика подсистем
- восстановление треков



- $-1 < y_{сцм} < 0$
- Ограничение по p_T :
- $K^*(892)^0$: $p_T > 0$ ГэВ/с
- ϕ : $p_T > \sim 0,2$ ГэВ/с

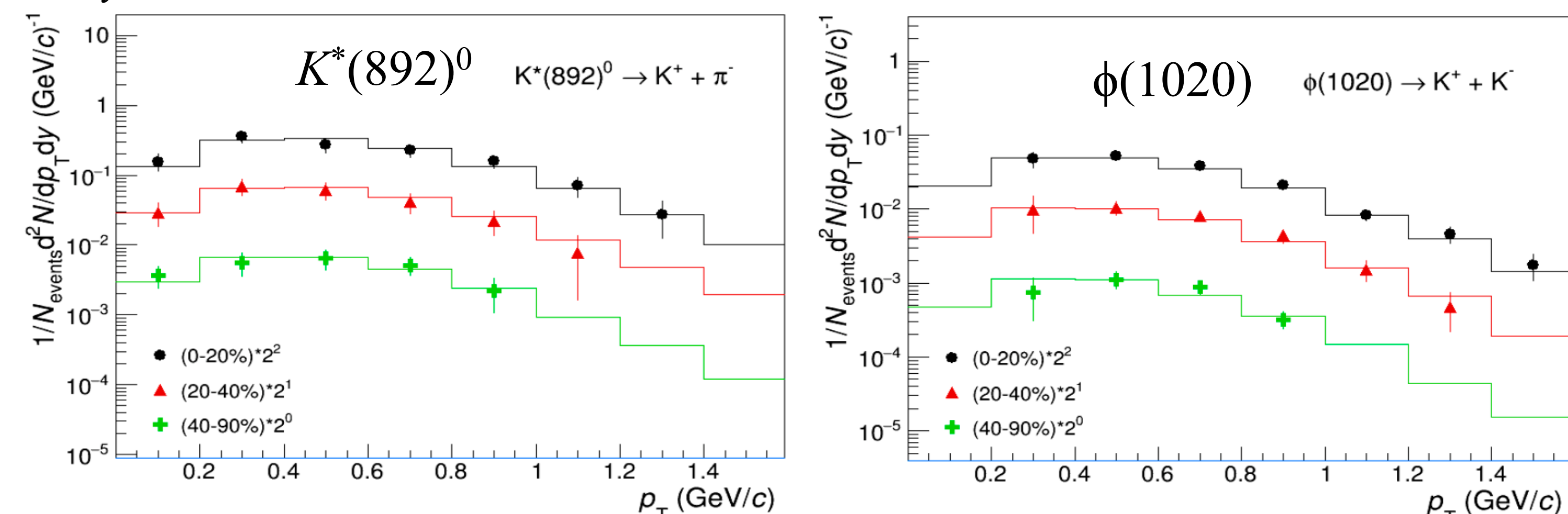
Эффективность регистрации и массовое разрешение



- Типичные эффективности восстановления ($A \times \epsilon$), $-1 < y < 0$
- Массовое разрешение достаточно хорошее для регистрации изменения спектра массы

Спектры рождения и тест на замкнутость

Полная последовательность модельных расчетов и восстановления параметров, диапазоны ограничены возможностью извлечения сигналов, $-1 < y < 0$



- Реконструированные спектры совпадают со сгенерированными в пределах погрешностей
- Первые измерения резонансов в зависимости от центральности станут возможными при накоплении $\sim 10^8$ Xe+W@2,5A ГэВ столкновений
- Измерения возможно выполнить начиная с импульсов, близких к нулю \rightarrow регистрируется большая часть выхода, возможно зарегистрировать возможные модификации

Заключение

- Систематическое исследование рождения резонансов является важной частью физической программы MPD
 - ✓ Свойства адронной фазы, рождение странности, механизмы адронизации и коллективные эффекты, адронная химия, спиновая ориентация и др.
 - Первые измерения рождения $K^*(892)^0$ и $\phi(1020)$ резонансов в зависимости от поперечного импульса и центральности возможно будет осуществить при набранной статистике $\sim 10^8$ в Xe+W@2,5A ГэВ столкновений
 - Измерения возможны начиная с малых импульсов (от 0 - 0,2 ГэВ/с) с хорошим массовым разрешением \rightarrow высокая чувствительность к различным физическим явлениям, наиболее выраженным при малом p_T
 - Дополняют результаты исследования других резонансов (ρ , $K^*(892)^\pm$, $\Sigma(1385)$ и т.д.) формируя картину рождения резонансов в Xe+W@2,5A ГэВ столкновениях по завершению соответствующего исследования
- Работа выполнена в рамках Государственного задания на проведение фундаментальных исследований (код темы FSEG-2025-0009)