

Эксперимент СПАСЧАРМ (ИФВЭ, У-70)

**Изучение Спиновых АСимметрий
в образовании легких резонансов и ЧАРМония на
ускорителе У-70**

**НИЦ КИ – ИФВЭ, НИЦ КИ – ПИЯФ,
НИЦ КИ – ИТЭФ, ОИЯИ, МИФИ**

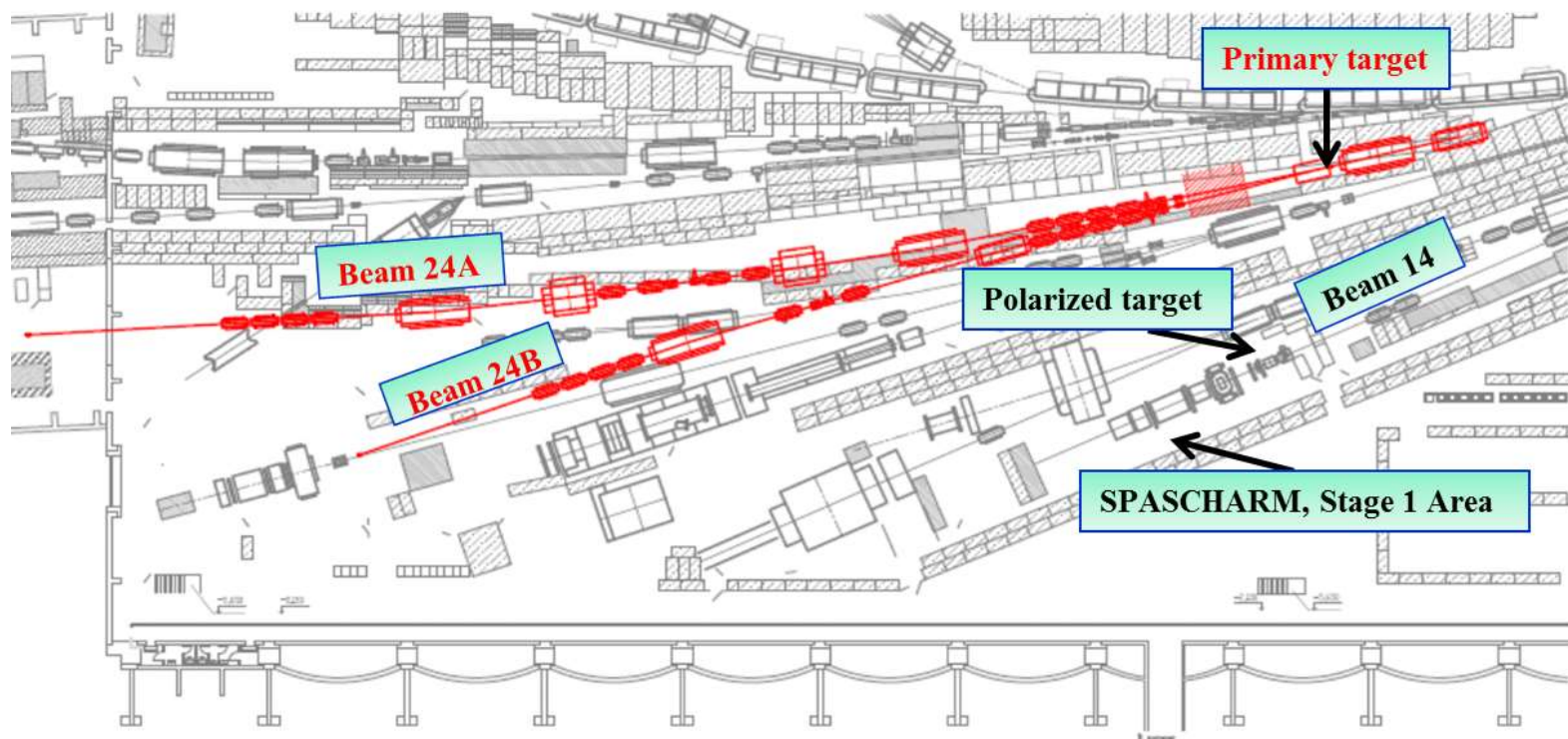
Участники от ПИЯФ

В.А. Андреев, А.Б. Гриднев, Н.Г. Козленко, Д.В. Новинский,

В.И. Тараканов, В.С. Темирбулатов

Стратегия эксперимента СПАСЧАРМ

- **Этап 1.** Действующий эксперимент на канале 14
- **Этап 2.** Создание пучка поляризованных протонов и антипротонов (в будущем, канал 24)



- **2017-2018 гг. «Проект Распределенного центра (Россия,Германия)»: FAIR, НИКА, СПАСЧАРМ**
- **Общее руководство: А.Н. Васильев**
- **Координатор эксперимента: В.В. Мочалов**



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»**
Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова
Национального исследовательского центра
«Курчатовский институт»

Препринт 2019–12

**Концептуальный проект эксперимента
СПАСЧАРМ**

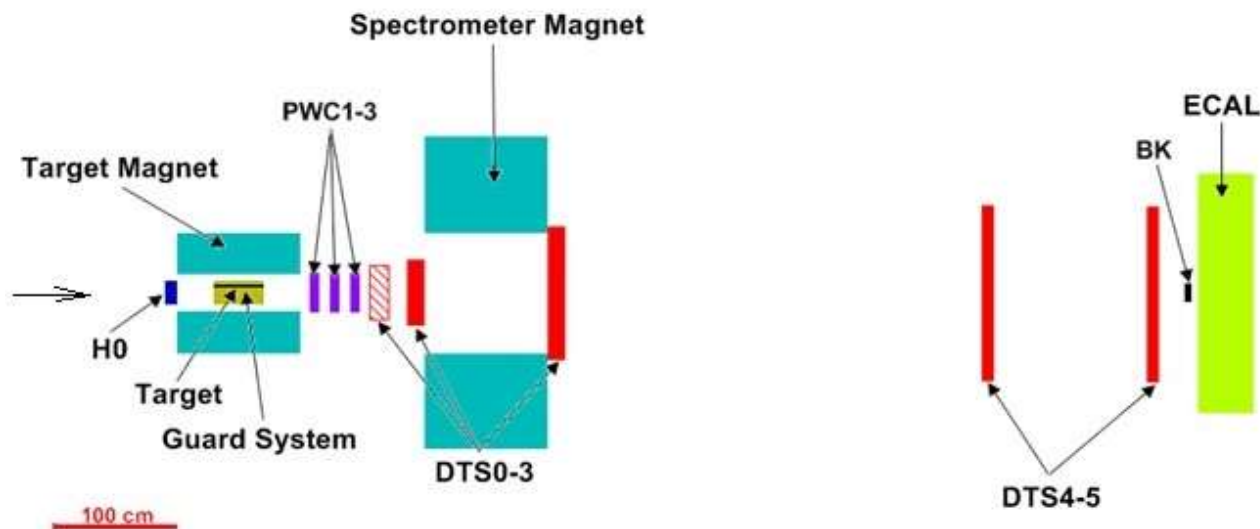
- Заявка и создание пилотного проекта установки СПАСЧАРМ в ИФВЭ (~ с 2007 г.)
- В. Мочалов (д. ф.-м.н.), ядерный семинар ОФВЭ, 4.10.16
- Проработка вопроса о переносе ПК и ДК (ЭПЕКУР) → ИФВЭ
- Март-апрель 2018 г.: 3 ПК+электроника +имплементация в DAQ: установлены на пучке (до 2021 г. произведен ремонт двух камер, есть одна запасная ПК)
- **Март-апрель 2018 г.: 5-недельный набор на поляризованной мишени**
- Тестовые сеансы (2019,2020 - декабрь, 2021 - апрель)
- **Ноябрь-декабрь 2021 г: 6-недельный набор (C, Si, Al, Cu, Sn, Pb, W), пентанол (неполяризов.)**

Основные цели состоявшихся сеансов 2018-2021 гг.

1. Проверить в реальных экспериментальных условиях весь комплекс имеющейся аппаратуры установки СПАСЧАРМ
2. Провести первый полноценный набор статистики на поляризованной мишени при энергии π^- пучка 28 ГэВ
3. А-зависимость сечений π^+ , π^- , K_S^0 , ω (782) и др.,
4. Выстроенность векторных мезонов [ω (782), ρ (770) и др.]
5. Поляризация Λ -гиперонов.

Пучок 28 ГэВ: 97.5% π^- , ~2% K^- , 0.22% антипротоны.

Установка СПАСЧАРМ



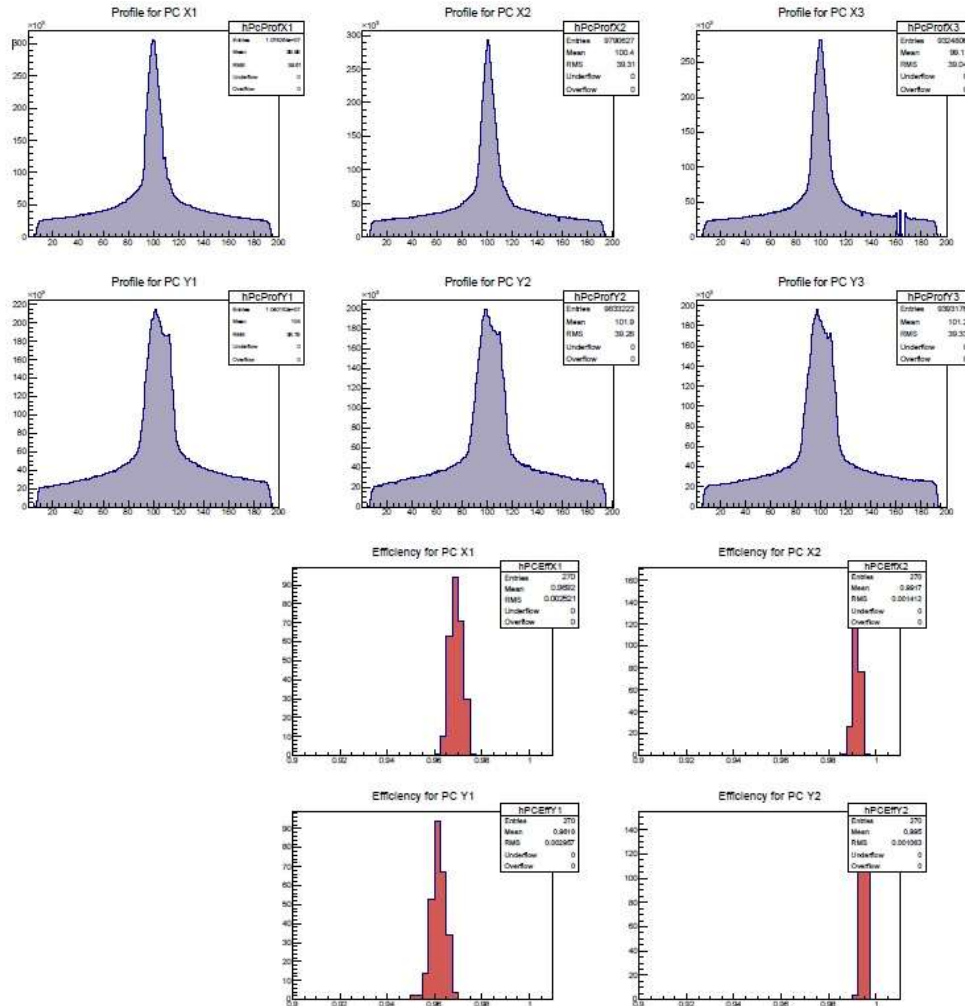
Пучковая аппаратура, в т.ч. волоконный годоскоп (H0).

Комплекс поляризованный мишени, включая магнит «Динозавр» и охранную систему для эксклюзивных реакций (Guard System).

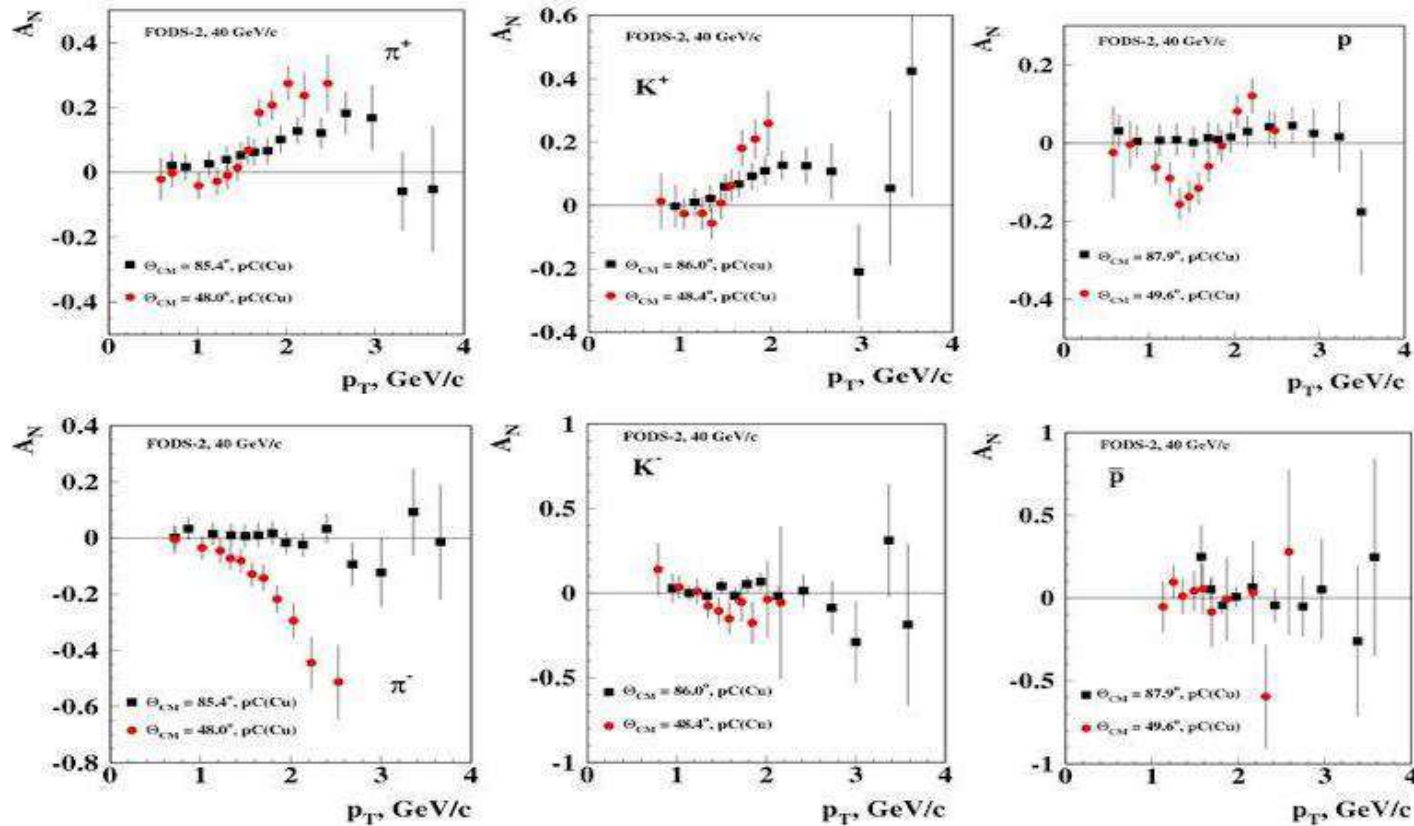
Широко-апертурный спектрометрический магнит СПАСЧАРМ.

Трековая система, включая **6 плоскостей проп.камер** (PWC1-3), – **18 (↑30) плоскостей до магнита и 27 плоскостей после магнита**
Электромагнитный калориметр ЧСПП-720 из свинцового стекла.

Профили пучка и эффективность плоскостей ПК



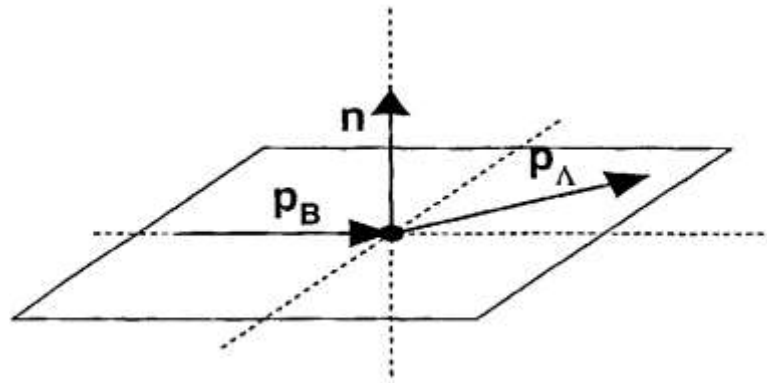
Мотивация проведения исследований



Интерес к проблеме

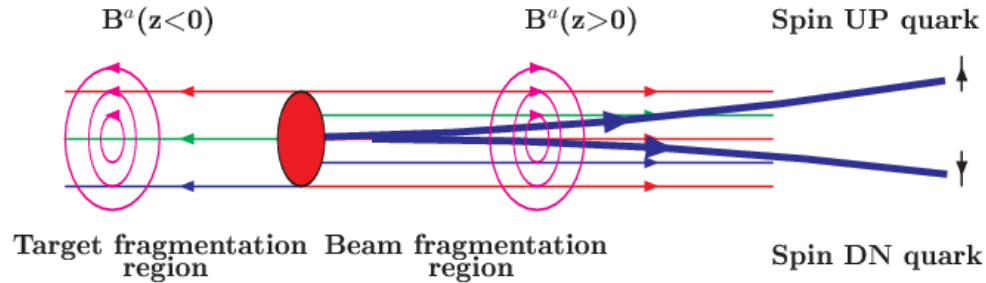
- Зависимость от кинематики.
- Зависимость от типа частиц пучка и мишени, особенно в области фрагментации.
- Измерение поляризации гиперонов возможно благодаря наличию слабого распада, происходящего с нарушением пространственной четности

$$dN/d\Omega = (1 + \alpha P e_p) / 4\pi = (1 + \alpha P \cos\theta_p) / 4\pi$$

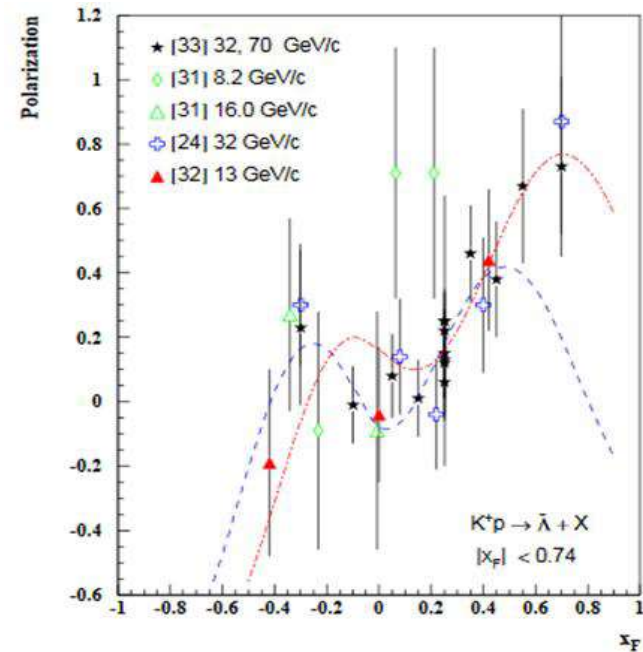
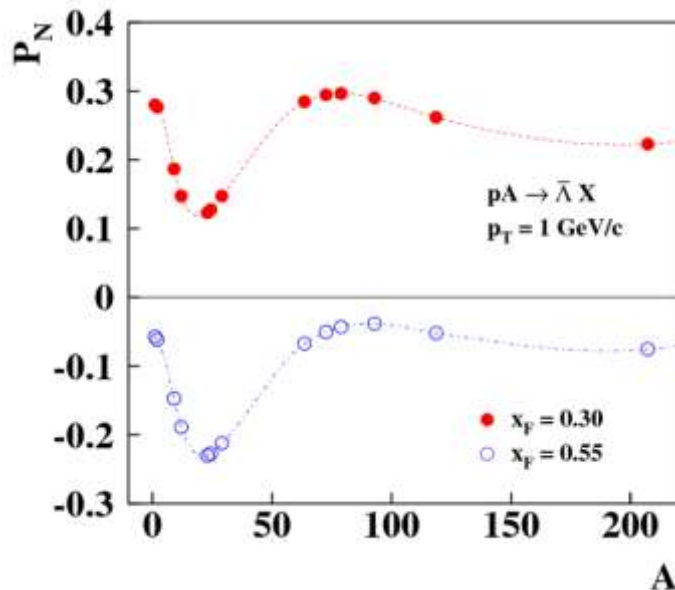


Исследование поляризации гиперонов

Модель ХПК (В.В. Абрамов, ИФВЭ)



Механизм хромагнитной поляризации кварков (микроскопический аппарат Штерна-Герлаха). Кварк-пробник отклоняется влево или вправо в неоднородном поле B^a

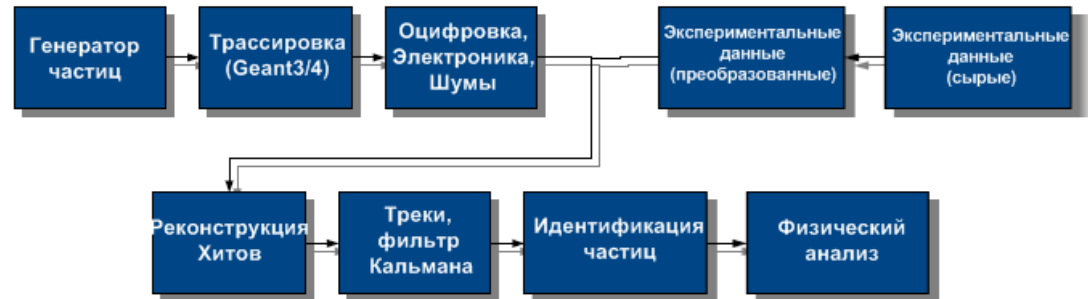
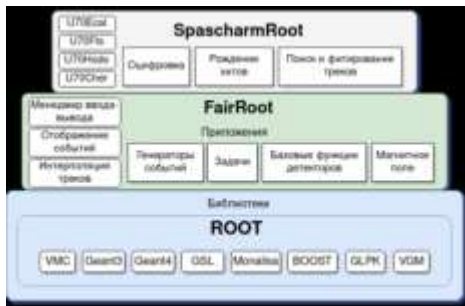


Исследование поляризации гиперонов

В.С. Темирбулатов

«Изучение свойств поляризованных гиперонов, образующихся при энергиях налетающих частиц от 20 до 50 ГэВ»

- Участие в наборе данных
- Установка ОС Linux Ubuntu v.16 (сделано)
- Имплементация СПАСЧАРМ Root (Root → FAIR Root → СПАСЧАРМ Root)



Планируемая статистика

Задачи СПАСЧАРМ на канале 14 в целом (инклюзив)

<i>Final state</i>	N_{EVENTS}	<i>Final state</i>	N_{EVENTS}
π^+	$4.2 \cdot 10^9$	K^+	$6.7 \cdot 10^8$
π^-	$8.7 \cdot 10^9$	K^-	$9.0 \cdot 10^8$
$\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$	$4.3 \cdot 10^9$	p	$9.2 \cdot 10^7$
$\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$	$4.3 \cdot 10^9$	\tilde{p}	$2.6 \cdot 10^8$
$\eta \rightarrow \gamma\gamma$	$4.2 \cdot 10^8$	$K^{0*}(892) \rightarrow K^+ \pi^-$	$1.1 \cdot 10^8$
$\eta' \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta$	$8.3 \cdot 10^5$	$\tilde{K}^{0*}(892) \rightarrow K^- \pi^+$	$4.3 \cdot 10^7$
$K^0_S \rightarrow \pi^+ \pi^-$	$1.3 \cdot 10^7$	$K^{+*}(892) \rightarrow K^+ \pi^0$	$1.9 \cdot 10^7$
$\rho^0(770) \rightarrow \pi^+ \pi^-$	$4.2 \cdot 10^8$	$\tilde{K}^{-*}(892) \rightarrow K^- \pi^0$	$3.8 \cdot 10^7$
$\eta \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$	$5.3 \cdot 10^6$	$\phi(1020) \rightarrow K^+ K^-$	$4.3 \cdot 10^6$
$\omega(782) \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$	$3.5 \cdot 10^7$	$\Lambda \rightarrow p \pi^-$	$1.4 \cdot 10^6$
$\omega(782) \rightarrow \gamma \pi^0$	$3.8 \cdot 10^7$	$\tilde{\Lambda} \rightarrow \tilde{p} \pi^+$	$1.1 \cdot 10^6$
$\rho^+(770) \rightarrow \pi^+ \pi^0$	$2.9 \cdot 10^8$	$\Delta^{++} \rightarrow p \pi^+$	$9.3 \cdot 10^6$
$\rho^-(770) \rightarrow \pi^- \pi^0$	$7.5 \cdot 10^8$	$\Delta^{--} \rightarrow \tilde{p} \pi^-$	$2.5 \cdot 10^7$
$K^0_S \rightarrow \pi^0 \pi^0$	$1.7 \cdot 10^7$	$\Xi^- \rightarrow \Lambda \pi^-$	$1.9 \cdot 10^6$
$a_0(980) \rightarrow \eta \pi^0$	$1.8 \cdot 10^7$	$\tilde{\Xi}^+ \rightarrow \tilde{\Lambda} \pi^+$	$1.6 \cdot 10^6$
$\omega(782) \rightarrow e^+ e^-$	$1.7 \cdot 10^5$	$\Sigma^0 \rightarrow \Lambda \gamma$	$1.2 \cdot 10^6$
		$\Sigma^0(1385) \rightarrow \Lambda \pi^0$	$3.9 \cdot 10^6$

Ожидаемые результаты исследований

- **Разнообразие типов пучков, конечных состояний и наличие нескольких измеряемых односпиновых наблюдаемых позволяют провести глобальное исследование.**
- **Анализ этих данных дает возможность выявить закономерности поведения односпиновых наблюдаемых от аромата участвующих в реакции кварков, спиновой структуры адронов, содержащих эти кварки и кинематических переменных.**
- **Сравнение с моделями (Сиверса и Коллинза, вклада высших твистов, Абрамова, хромомангнитной струны – Рыскин, вращения партонов и т.д.) всей совокупности данных может позволить сделать важный шаг в определении механизма поляризационных явлений.**

Планируемые статьи на 2022-2023 гг.

- 1. Выстроенность (spin alignment) и инвариантные сечения $\rho(770)$ - и $\omega(782)$ - мезонов в инклюзивном образовании при взаимодействии пионов и каонов с энергией 28 ГэВ с ядрами.
- 2. Поляризация и инвариантные сечения Λ -гиперонов в области фрагментации пучка пионов и каонов с энергией 28 ГэВ при взаимодействии с ядрами.
- 3. A -зависимость инвариантных сечений инклюзивно образованных K_s - мезонов на пучках пионов и каонов с энергией 28 ГэВ.
- 4. A -зависимость инвариантных сечений инклюзивно образованных π^+ , π^- и π^0 -мезонов на пучках пионов, каонов и антипротонов с энергией 28 ГэВ.
- 5. Экспериментальная установка СПАСЧАРМ для исследования спиновых эффектов во взаимодействии адронов при энергиях У-70.

Выводы и планы

- В ИФВЭ на канале №14 синхротрона У-70 выполняется эксперимент по систематическому исследованию поляризационных явлений сильного взаимодействия в двух десятках реакций в широкой кинематической области.
- За 2 физические экспозиции набрано около 2 млрд. соб.
- Первые месяцы 2022 г. – испытания ДК и их перевозка в Протвино.
- Участие в наборе данных, моделирование и анализ в реакции рождения Λ

Спасибо за внимание!
И
С наступающим Новым годом!