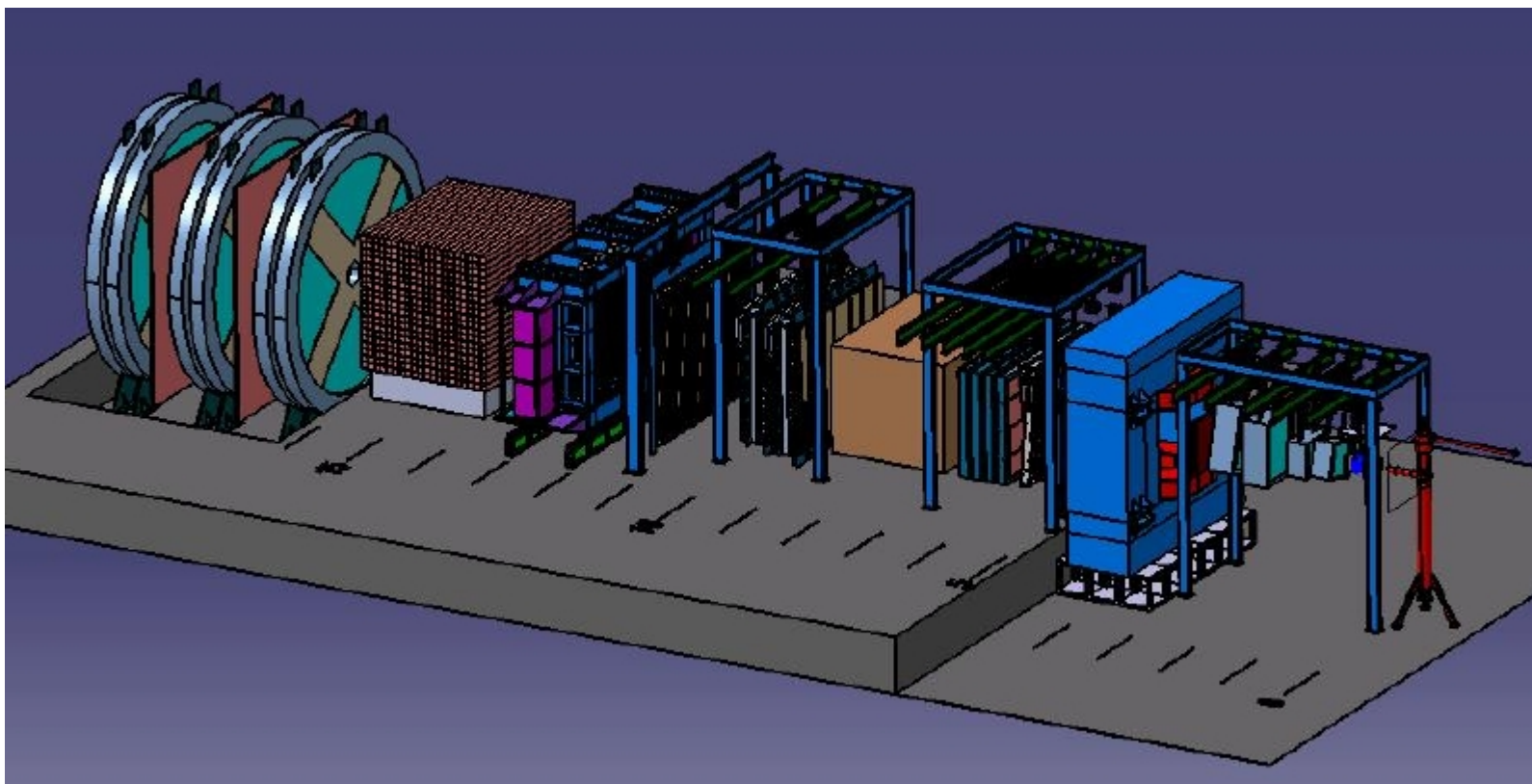
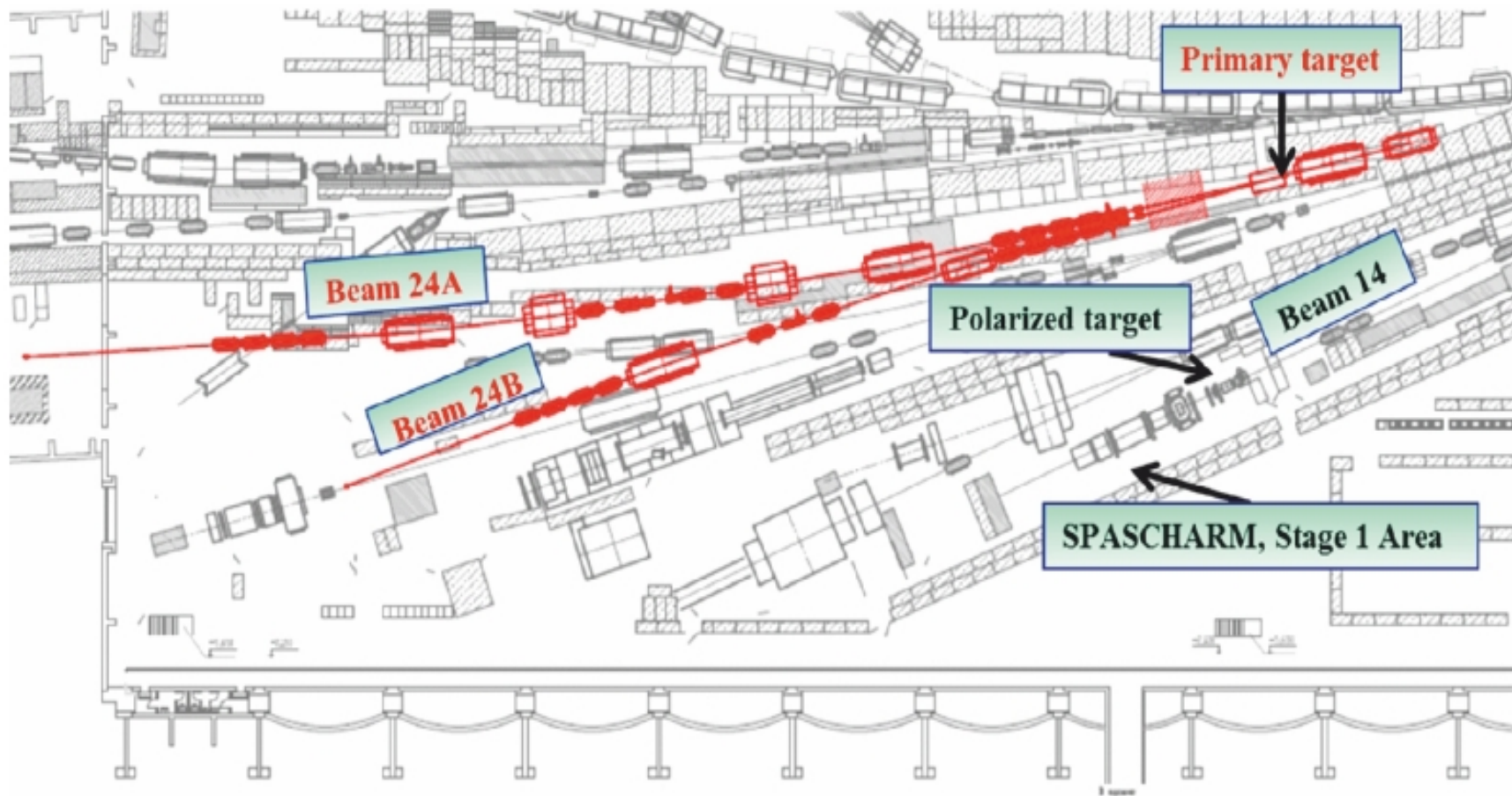


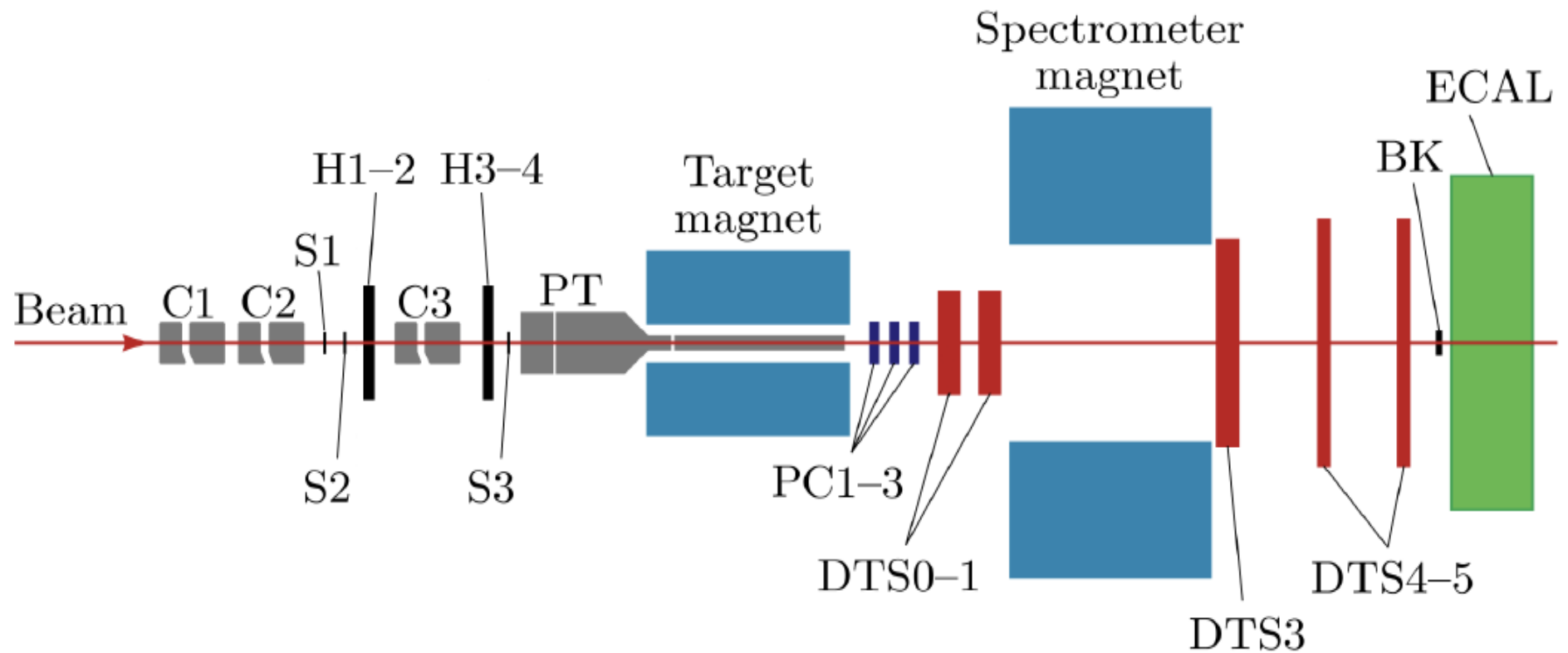
# Эксперимент СПАСЧАРМ



- Этап 1.** Действующий эксперимент на канале 14,  
с 2027 надеемся начать измерения с поляризованной мишенью.
- Этап 2.** Создание пучка поляризованных протонов и антипротонов (канал 24А),  
2028 – 2029 г.



## Схема экспериментальной установки СПАСЧАРМ



$P_{\text{Beam}} = 26.5 \text{ ГэВ/с}$

$\pi^- (\approx 98.0 \%), K^- (\approx 1.5 \%), \bar{p} (\approx 0.3\%)$

PC1-3 – пропорциональные камеры

DTS0-5 – дрейфовые трубки

$\int Bdl \sim 0.7 \text{ Тл}\cdot\text{м}$

# Рождение $K_s^0$ -мезонов в пион-ядерных взаимодействиях на ускорителе У-70

ISSN 1063-7788, Physics of Atomic Nuclei, 2024, Vol. 87, No. 3, pp. 200–207. © Pleiades Publishing, Ltd., 2024.

---

---

## ELEMENTARY PARTICLES AND FIELDS

### Experiment

---

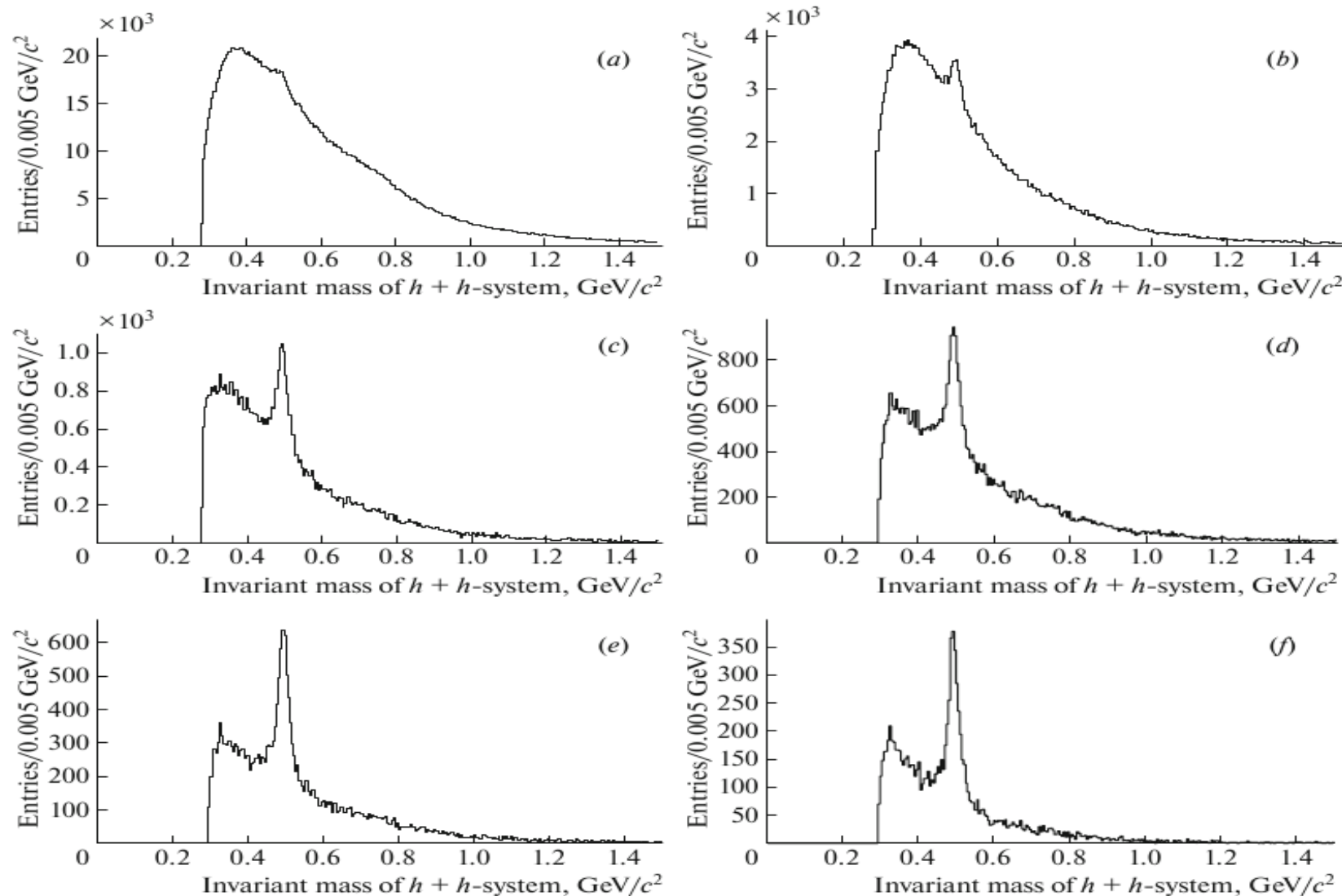
---

### $K_s^0$ Meson Production in $\pi^-A$ Interactions at Accelerator Complex U-70

N. K. Kalugin<sup>1)\*</sup>, V. V. Moiseev<sup>1)</sup>, V. V. Mochalov<sup>1),2)\*\*</sup>, V. V. Abramov<sup>1)</sup>,  
I. G. Alekseev<sup>3)</sup>, A. A. Derevshchikov<sup>1)</sup>, Yu. M. Goncharenko<sup>1)</sup>, A. B. Gridnev<sup>4)</sup>,  
N. G. Kozlenko<sup>4)</sup>, E. V. Maslova<sup>1)</sup>, Yu. M. Melnick<sup>1)</sup>, A. P. Meshchanin<sup>1)</sup>,  
N. G. Minaev<sup>1)</sup>, D. A. Morozov<sup>1)</sup>, V. M. Nesterov<sup>3)</sup>, K. D. Novikov<sup>1)</sup>, D. V. Novinsky<sup>4)</sup>,  
L. V. Nogach<sup>1)</sup>, M. B. Nurusheva<sup>2)</sup>, S. V. Ryzhikov<sup>1)</sup>, V. L. Rykov<sup>2)</sup>, V. V. Ryltsov<sup>3)</sup>,  
A. V. Ryazantsev<sup>1)</sup>, E. I. Samigullin<sup>3)</sup>, P. A. Semenov<sup>1),2)</sup>, D. N. Svirida<sup>3)</sup>,  
V. S. Temirbulatov<sup>4)</sup>, A. V. Uzunyan<sup>1)</sup>, A. N. Vasiliev<sup>1),2)</sup>, and A. E. Yakutin<sup>1)</sup>

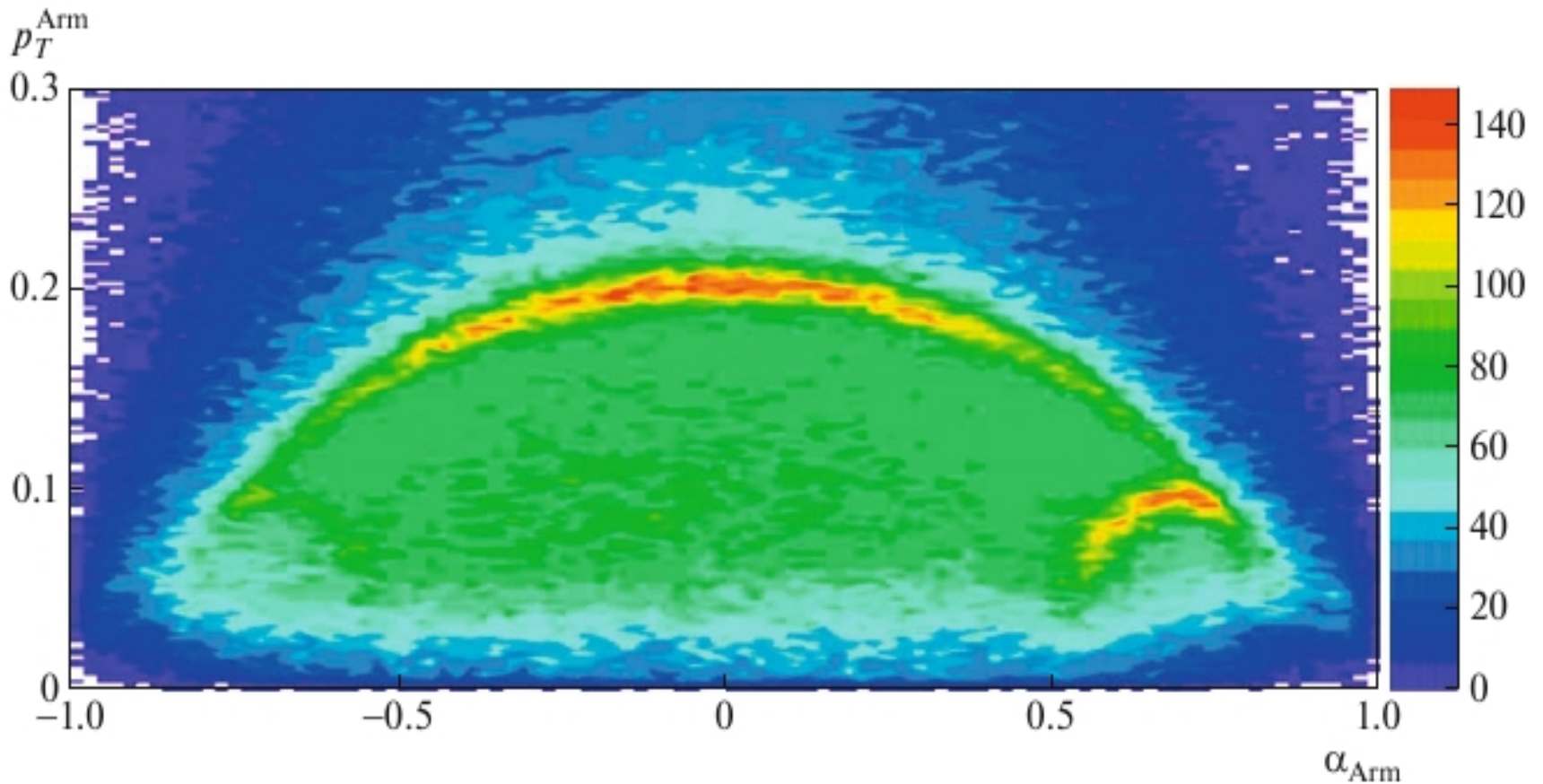
В работе представлены первые результаты  $A$ -зависимости при импульсе пучка 26.5 ГэВ/с отношения сечений реакции  $\pi^-A \rightarrow K_s^0 X$  в кинематической области  $0.2 < x_F < 0.8$  и  $p_T < 1.2$  ГэВ/с на пяти ядрах ( $A = C, Al, Cu, Sn, W$ ) в эксперименте СПАСЧАРМ.

## Спектры инвариантных масс $h+h$ - системы для событий, выделенных с разными критериями отбора

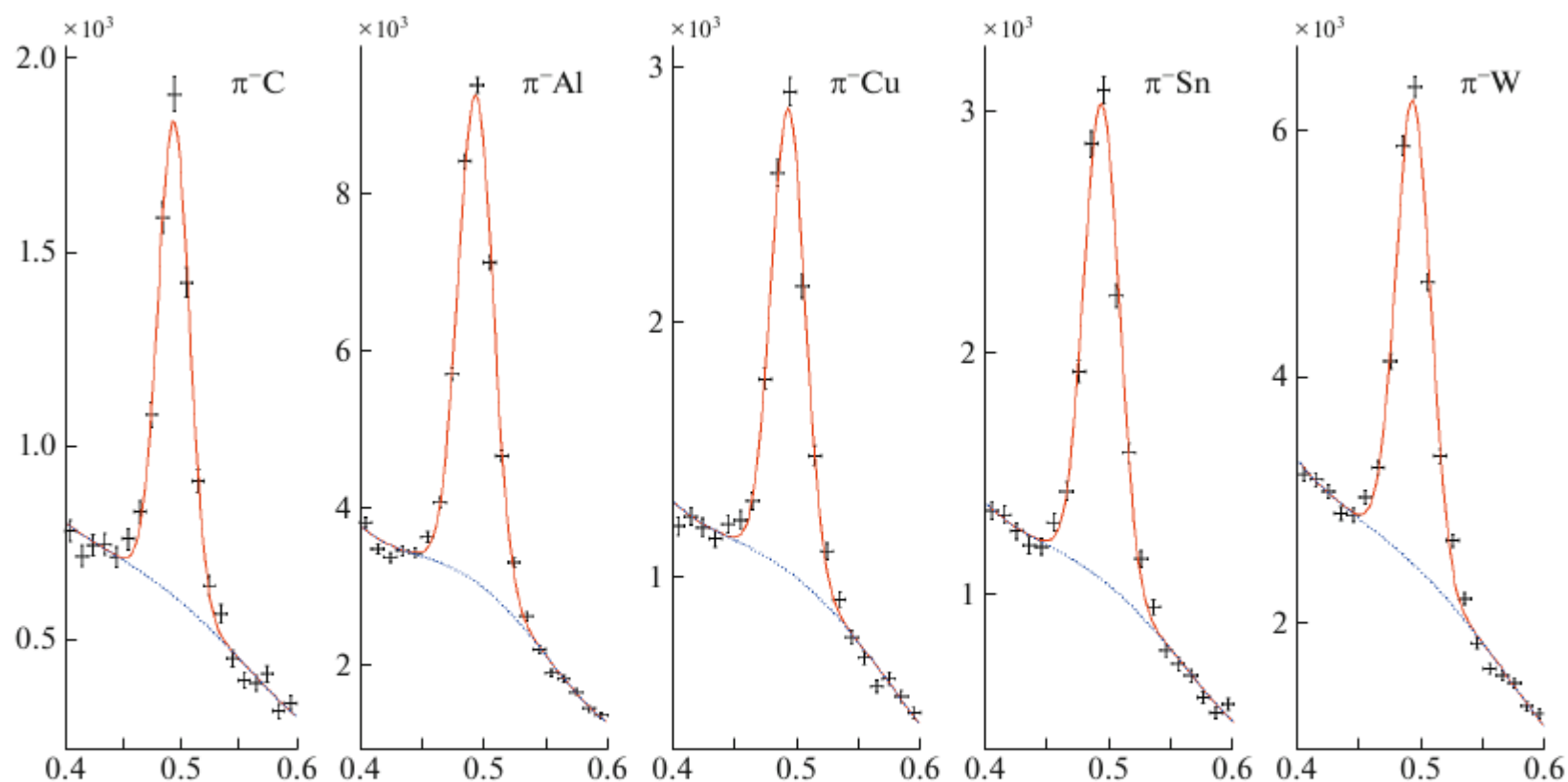




Распределение Арментероса-Подольского для  $h^+ h^-$  пар,  
принадлежащих вторичной вершине.

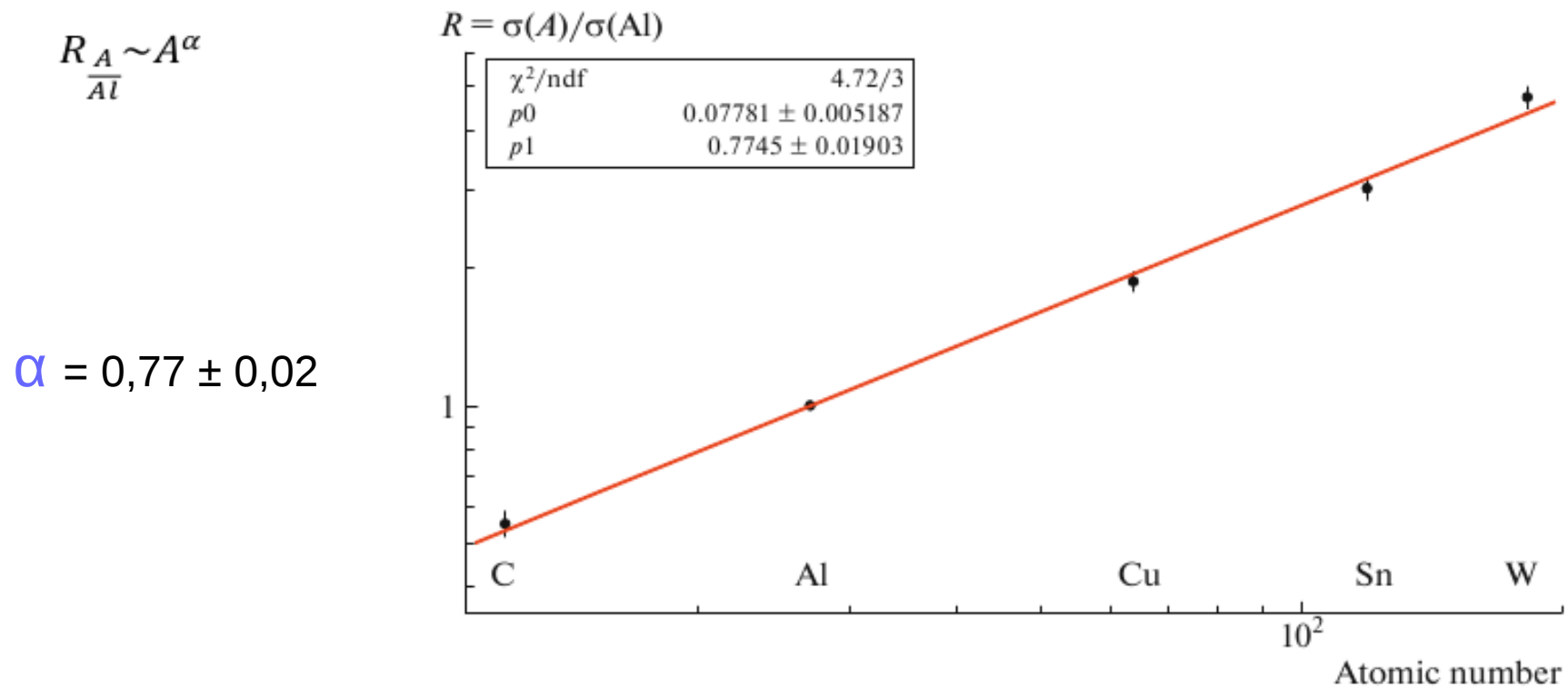


## Спектры инвариантных масс $h^+ h^-$ - пар для $\pi^- A$ - взаимодействий



— Spectra of invariant masses of  $h^+ h^-$  pairs for  $\pi^- C$ ,  $\pi^- Al$ ,  $\pi^- Cu$ ,  $\pi^- S$ , and  $\pi^- W$  interactions. Along the  $X$  axis is the invariant mass [ $GeV/c^2$ ], along the  $Y$  axis is the number of  $h^+ h^-$  pairs/ $0.01 GeV/c^2$ . The red solid curve is the result of approximating the spectra by sum of Gauss function and 4th-degree polynomial; blue dotted curve is the result of approximating the background function (4th-degree polynomial).

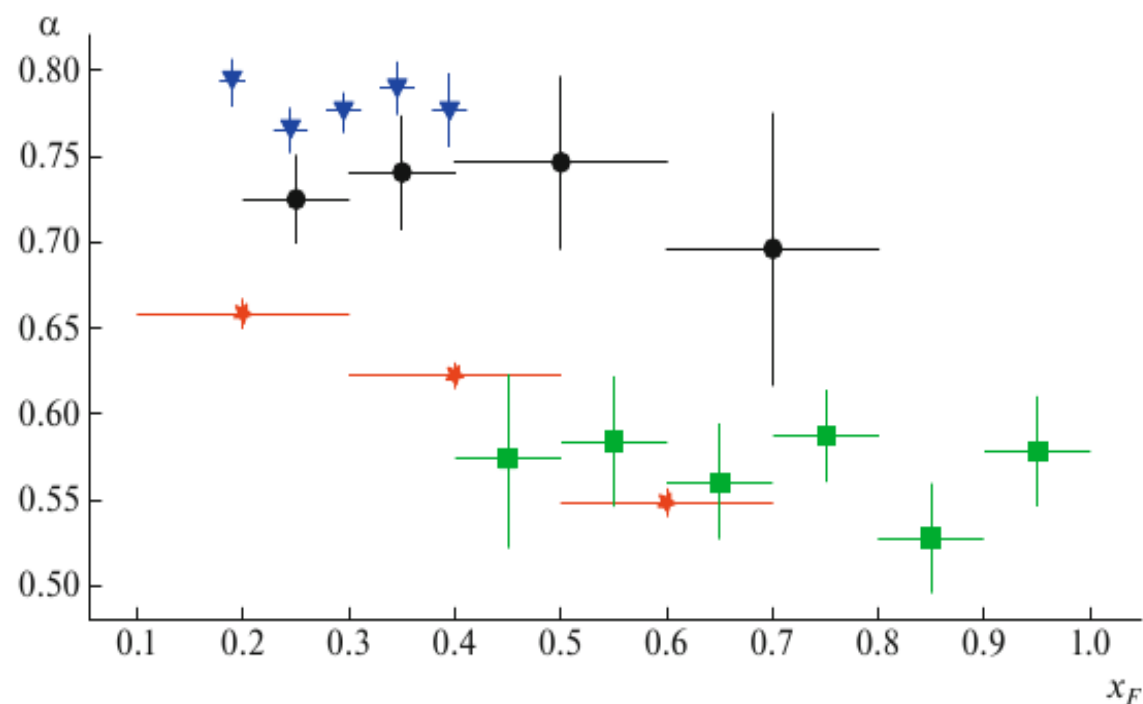
# Интегральная A-зависимость отношений сечения реакции $\pi^- N \rightarrow K_S^0 + X$ для $0.2 < x < 0.8$ и $0 < p_t < 1.2$ ГэВ/с



**Fig. 5.** A-dependence of ratios of cross section of inclusive production in reaction  $\pi^- A \rightarrow K_S^0 + X$ .



## Зависимость показателя степени $\alpha$ от $x_F$ в сравнении с другими экспериментами



Dependence of exponent  $\alpha$  over  $x_F$  in comparison with other experiments. Green squares are data of HYPERON experiment from [13], red asterisks are Fermilab data at 300 GeV from [10], blue triangles are Fermilab data at 400 GeV from [11], and black circles are data of current SPASCHARM experiment.

# Измерение поляризации $\Lambda$ -гиперонов образованных при взаимодействии $\pi^-$ и $K^-$ -мезонов с ядрами

ISSN 0021-3640, JETP Letters, 2024, Vol. 120, No. 6, pp. 381–387. © The Author(s), 2024. This article is an open access publication.  
Russian Text © The Author(s), 2024, published in Pis'ma v Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki, 2024, Vol. 120, No. 6, pp. 393–399.

---

---

FIELDS, PARTICLES,  
AND NUCLEI

---

---

## Observation of the Polarization of $\Lambda$ Hyperons Produced in the Interaction of $K^-$ Mesons with Nuclei

V. V. Abramov<sup>a</sup>, V. V. Moiseev<sup>a</sup>, I. G. Alekseev<sup>b</sup>, N. A. Bazhanov<sup>c</sup>, N. S. Borisov<sup>c</sup>, A. N. Vasiliev<sup>a,d</sup>,  
Yu. M. Goncharenko<sup>a</sup>, I. S. Gorodnov<sup>c</sup>, A. B. Gridnev<sup>e</sup>, N. K. Kalugin<sup>a</sup>, N. G. Kozlenko<sup>e</sup>,  
Yu. M. Melnik<sup>a</sup>, A. P. Meshchanin<sup>a</sup>, N. G. Minaev<sup>a</sup>, D. A. Morozov<sup>a</sup>, V. V. Mochalov<sup>a,d,\*</sup>,  
A. B. Neganov<sup>c</sup>, V. M. Nesterov<sup>b</sup>, K. D. Novikov<sup>a</sup>, D. V. Novinskii<sup>e</sup>, L. V. Nogach<sup>a</sup>, M. B. Nurusheva<sup>d</sup>,  
A. F. Prudkoglyad<sup>a</sup>, S. V. Ryzhikov<sup>a</sup>, V. L. Rykov<sup>d</sup>, V. V. Ryltsov<sup>b</sup>, A. V. Ryazantsev<sup>a</sup>, E. I. Samigullin<sup>b</sup>,  
D. N. Svirida<sup>a</sup>, P. A. Semenov<sup>a,d</sup>, A. V. Uzunyan<sup>a</sup>, Yu. A. Usov<sup>c</sup>, and A. E. Yakutin<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Logunov Institute for High Energy Physics, National Research Center Kurchatov Institute,  
Protvino, Moscow region, 142281 Russia

<sup>b</sup>National Research Center Kurchatov Institute, Moscow, 123182 Russia

<sup>c</sup>Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow region, 141980 Russia

<sup>d</sup>National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, 115409 Russia

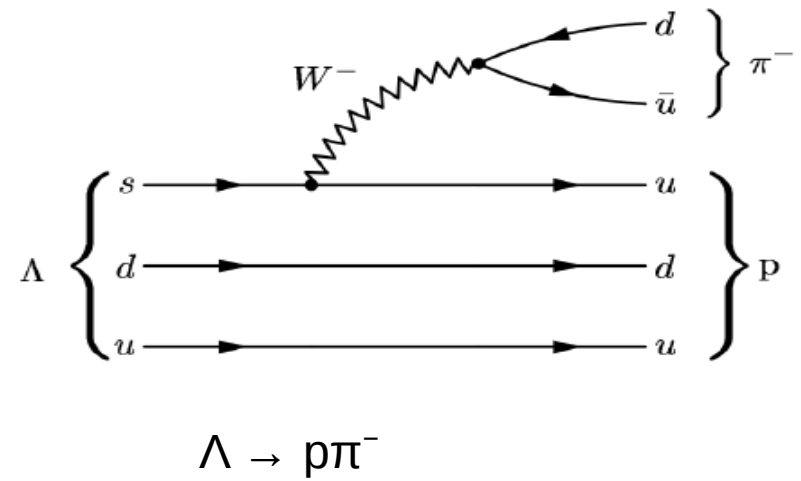
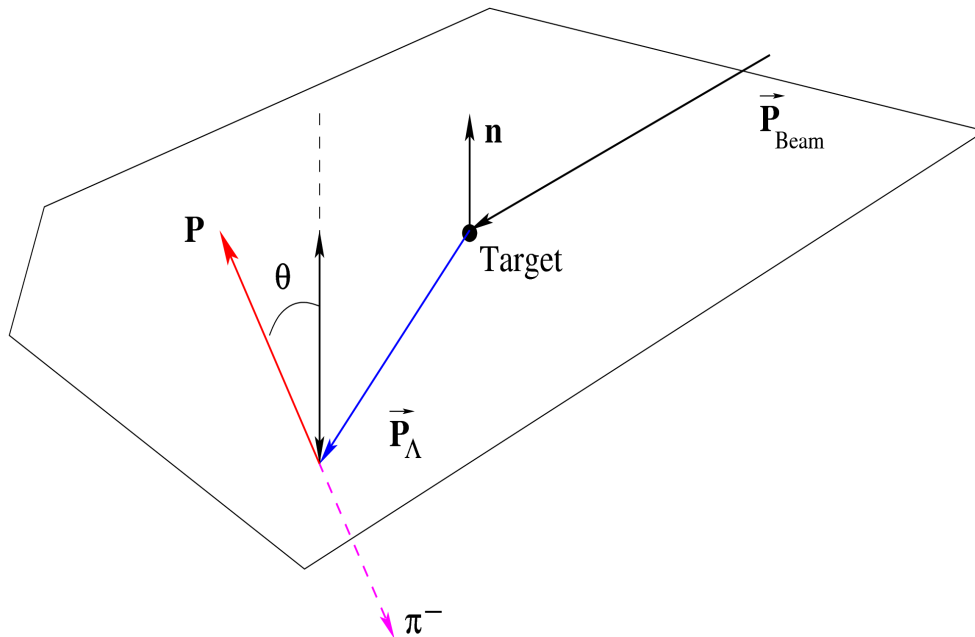
<sup>e</sup>Konstantinov Petersburg Nuclear Physics Institute, National Research Center Kurchatov Institute, Gatchina, 188300 Russia

\*e-mail: mochalov@ihep.ru

## Измерение поляризации $\Lambda$ -гиперонов образованных при взаимодействии $\pi^-$ и $K^-$ -мезонов с ядрами

- Впервые поперечная поляризация инклюзивного рождения  $\Lambda$ -гиперонов была измерена в 1976 г. при взаимодействии неполяризованных протонов с энергией 300 ГэВ с мишенью из бериллия [1]. Поляризация оказалась значительной, тогда как предполагалось, что большое число различных конечных состояний с  $\Lambda$ -гипероном подавит все поляризационные эффекты и суммарная поляризация будет близка к нулю.

## Измерение поляризации $\Lambda$ -гиперонов образованных при взаимодействии $\pi^-$ и $K^-$ -мезонов с ядрами



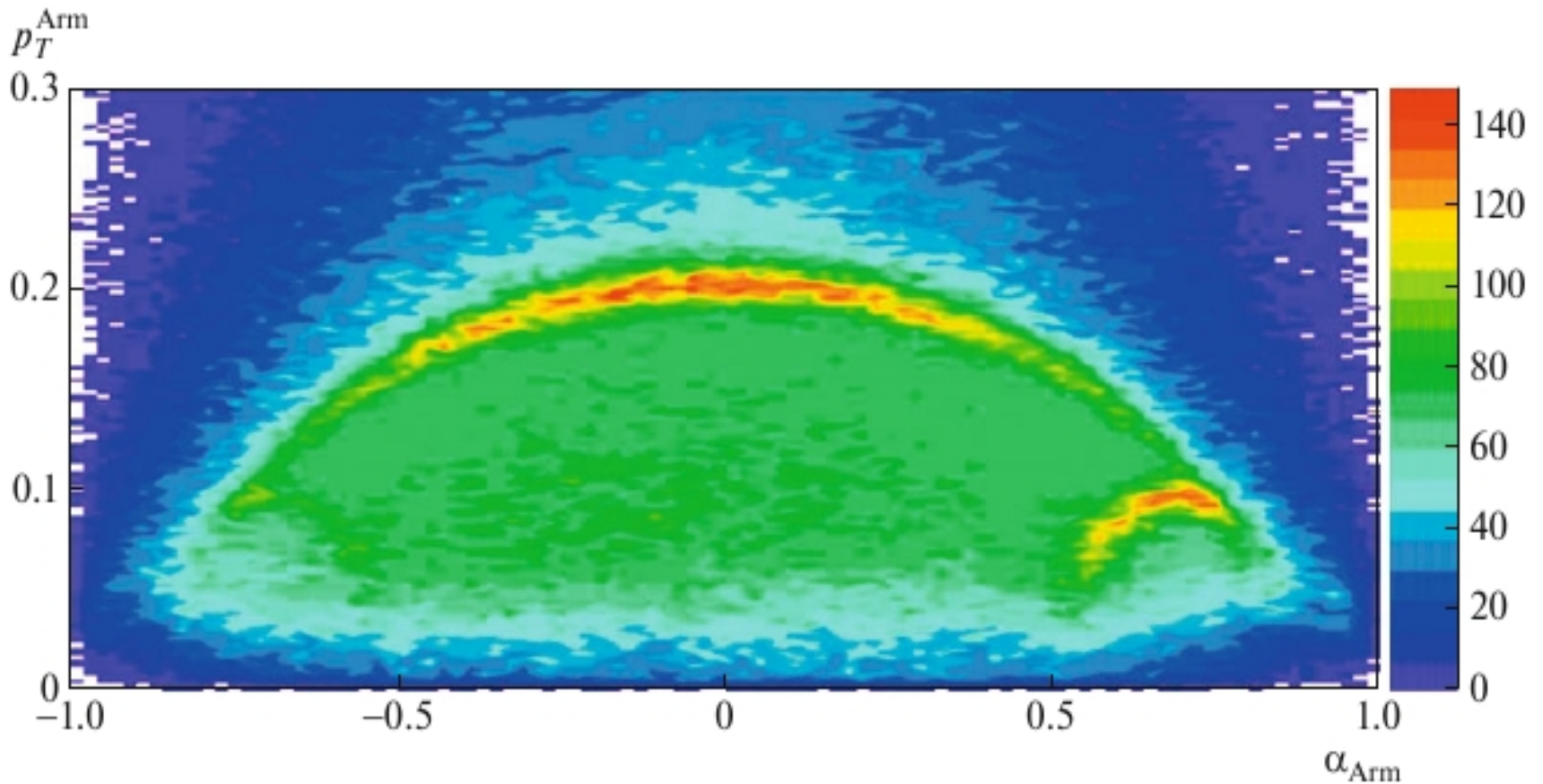
$$\frac{dN}{d\Omega} = \frac{1 + \mathbf{P} \mathbf{e}_p}{4\pi} = \frac{1 + \alpha_{\Lambda} P \cos \theta_p}{4\pi},$$

$$\alpha_{\Lambda} = 0.732$$

## Критерии отбора $\Lambda$ -гиперона

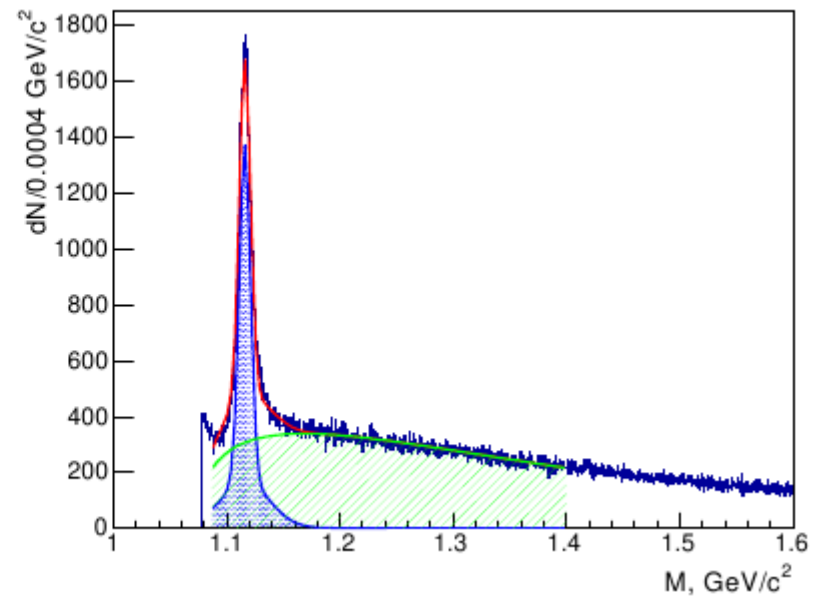
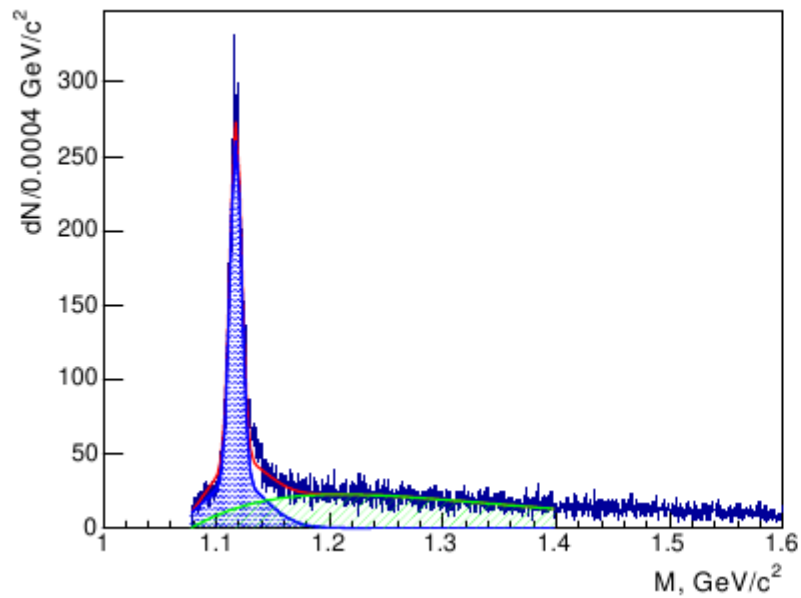
- Наличие одного трека в пучковых годоскопах.
- Определение типа пучковых частиц ( $\pi^-$ ,  $K^-$ ,  $\bar{p}$ ).
- Наличие двух и более треков в спектрометре.
- Расстояние между двумя вторичными треками с противоположными знаками зарядов, являющимися продуктами распада  $\Lambda$ -гиперона,  $< 0.4$  см.
- Расстояние между пучковым треком и «траекторией» кандидата в  $\Lambda$ -гиперон (пара  $p/p + \pi^- / \pi^+$ )  $< 0.4$  см.
- Расстояние по координате Z между первичной и вторичной вершиной  $> 18$  см. Это основной критерий, подавляющий комбинаторный фон.
- Расстояние от первичной вершины до оси мишени  $< 1.6$  см.
- Координата вторичной вершины по Z лежит в пределах 35 - 110 см от начала координат
- критерий Арментероса-Подольянского  $\alpha_{AP} > 0$  для  $\Lambda$
- исключаются пары с массой  $K_S^0$  (0.468 - 0.525 ГэВ/c<sup>2</sup>)

Распределение Арментероса-Подольского для  $h^+ h^-$  пар,  
принадлежащих вторичной вершине.



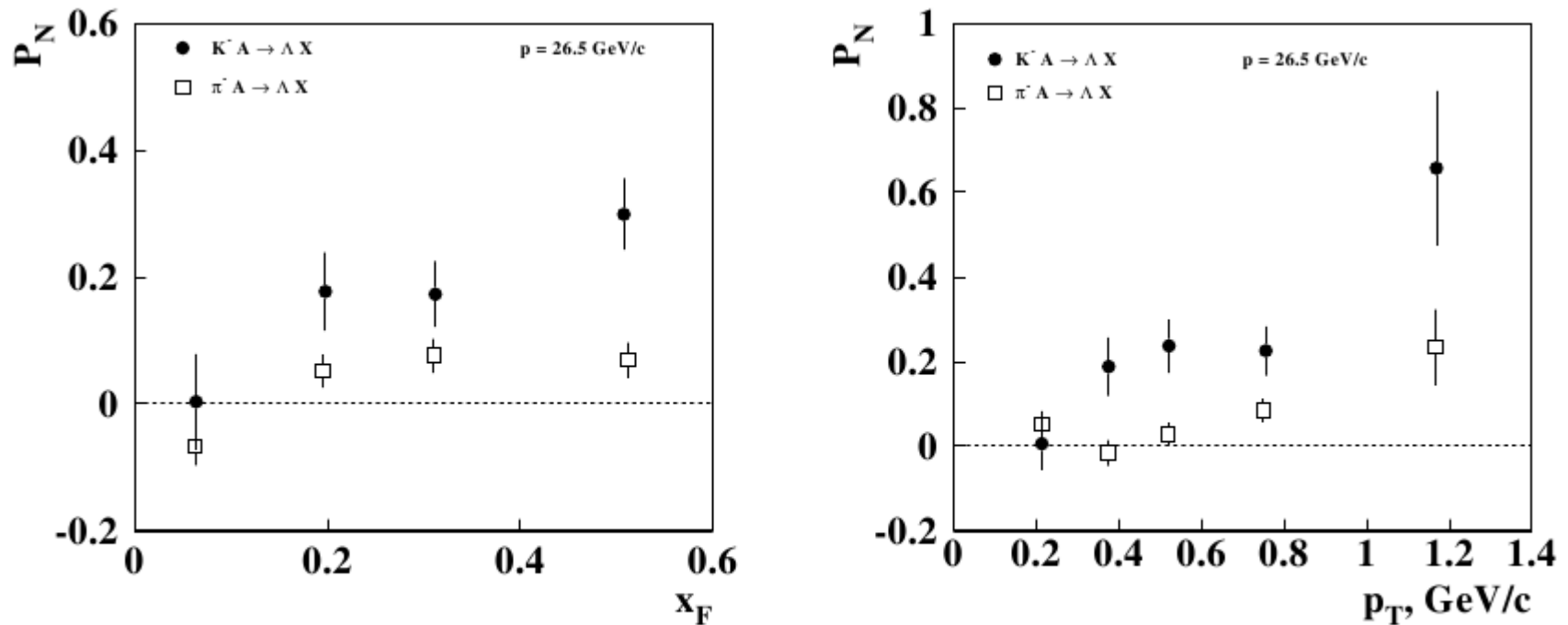


## Выделение сигнала и фона $\Lambda$ -гиперона



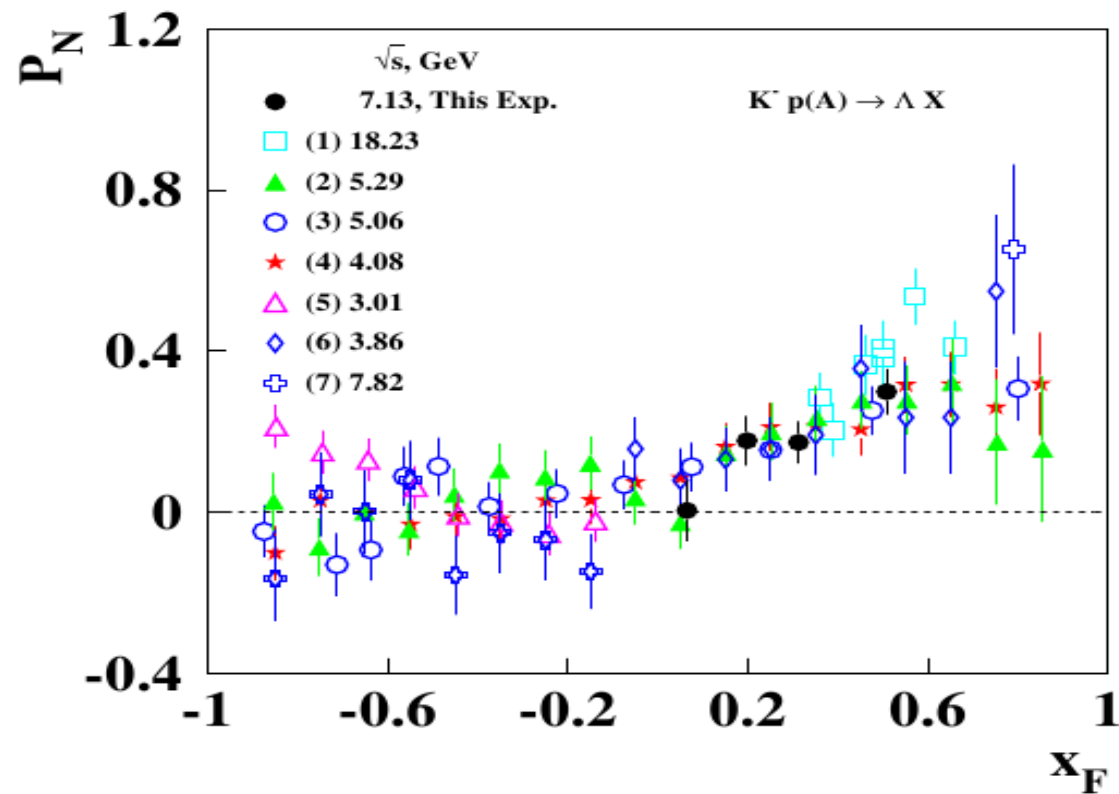
Распределение инвариантной массе  $p\pi^-$  -пары для  $K^-$  -пучка (слева) и  $\pi^-$  -пучка (справа)

## Поляризация $\Lambda$ -гиперонов на $K^-$ - и $\pi^-$ -пучке



**Рис.:** Графики зависимостей  $P_N(x_F)$  (слева) и  $P_N(p_T)$  (справа) в реакциях  $K^- A \rightarrow \Lambda X$  и  $\pi^- A \rightarrow \Lambda X$ .

## Сравнение поляризации $\Lambda$ -гиперонов на $K^-$ -пучке с данными других экспериментов



Данные СПАСЧАРМа - единственные, измеренные на ядерных мишенях, находятся в хорошем согласии с данными других экспериментов на протонной мишени.

## Осенний сеанс 2024 года

Сотрудники ЛМФ приняли участие в сеансе с 04 ноября по 06 декабря 2024.

Итоговая статистика:

- - Углерод ( $A=12$ ) C-100 мм - 29.1 млн. событий.
- - Медь ( $A=64$ ) Cu-40 мм - 34.2 млн. событий.
- - Медь ( $A=64$ ) Cu-20 мм - 2.8 млн. событий
- - Свинец ( $A=207$ ) Pb-20 мм - 31.2 млн. событий.
- - Пустышка EMPTY - 7.9 млн. событий.

Всего набрано 105.1 млн. событий на каонном триггере.

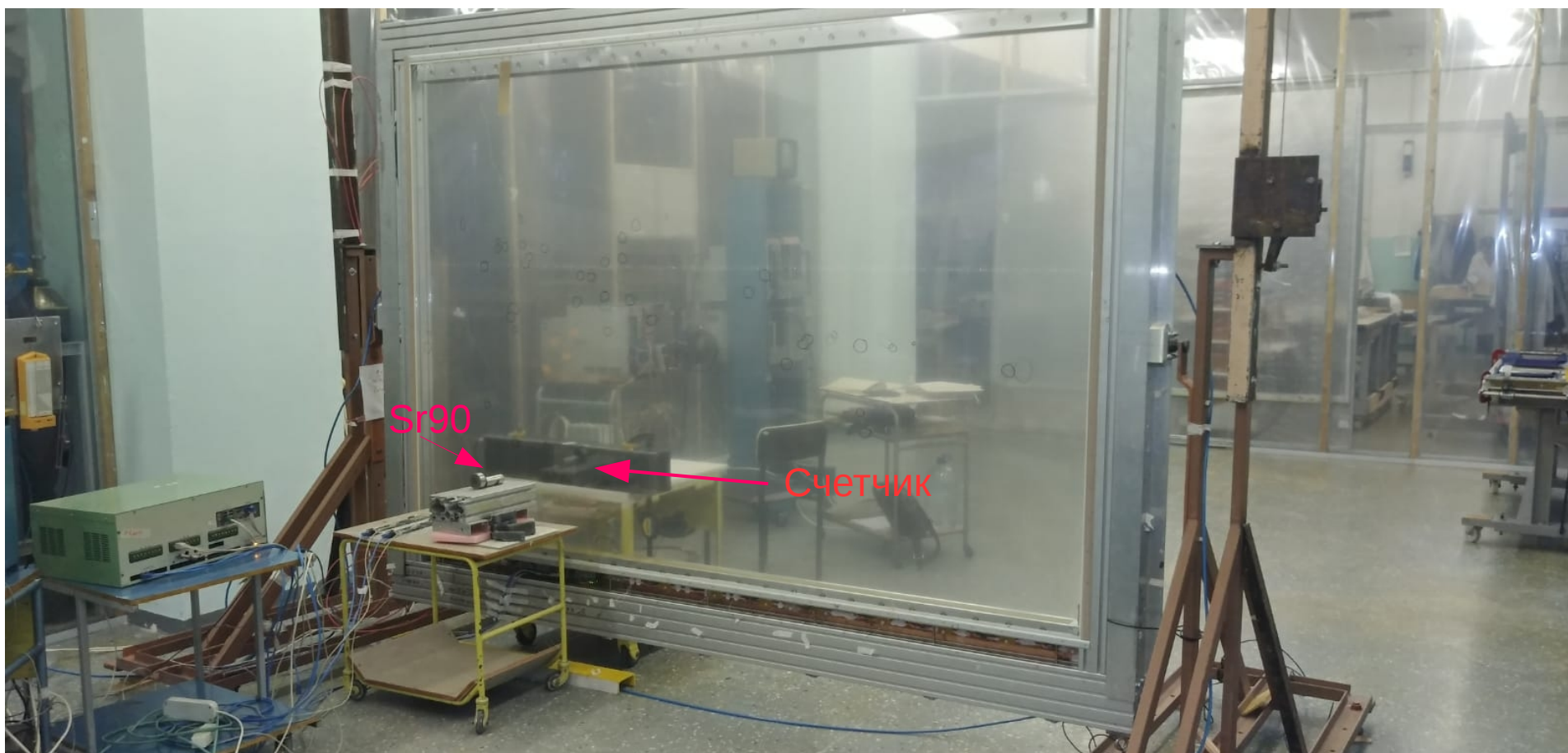
- В настоящее время проводится анализ полученных данных по поляризации анти- $\Lambda$  гиперона при взаимодействии  $\pi^-$ -мезонов с ядрами. Получены предварительные результаты, проводится их обсуждение и подготовка к публикации.
- Кроме того идет анализ данных по исследованию спиновой выстроенности векторных мезонов.

## Изготовление 4х дрейфовых камер работа идет совместно ОДИ и ЛМФ

- Первая камера готова и подготовлена к отправке
- Приступили к изготовлению второй камеры, планируем закончить в марте и в апреле отправить 2 готовые камеры в ИФВЭ, Протвино.
- Далее изготовление и отправка 3 и 4 камер, конец 2025 – начало 2026.

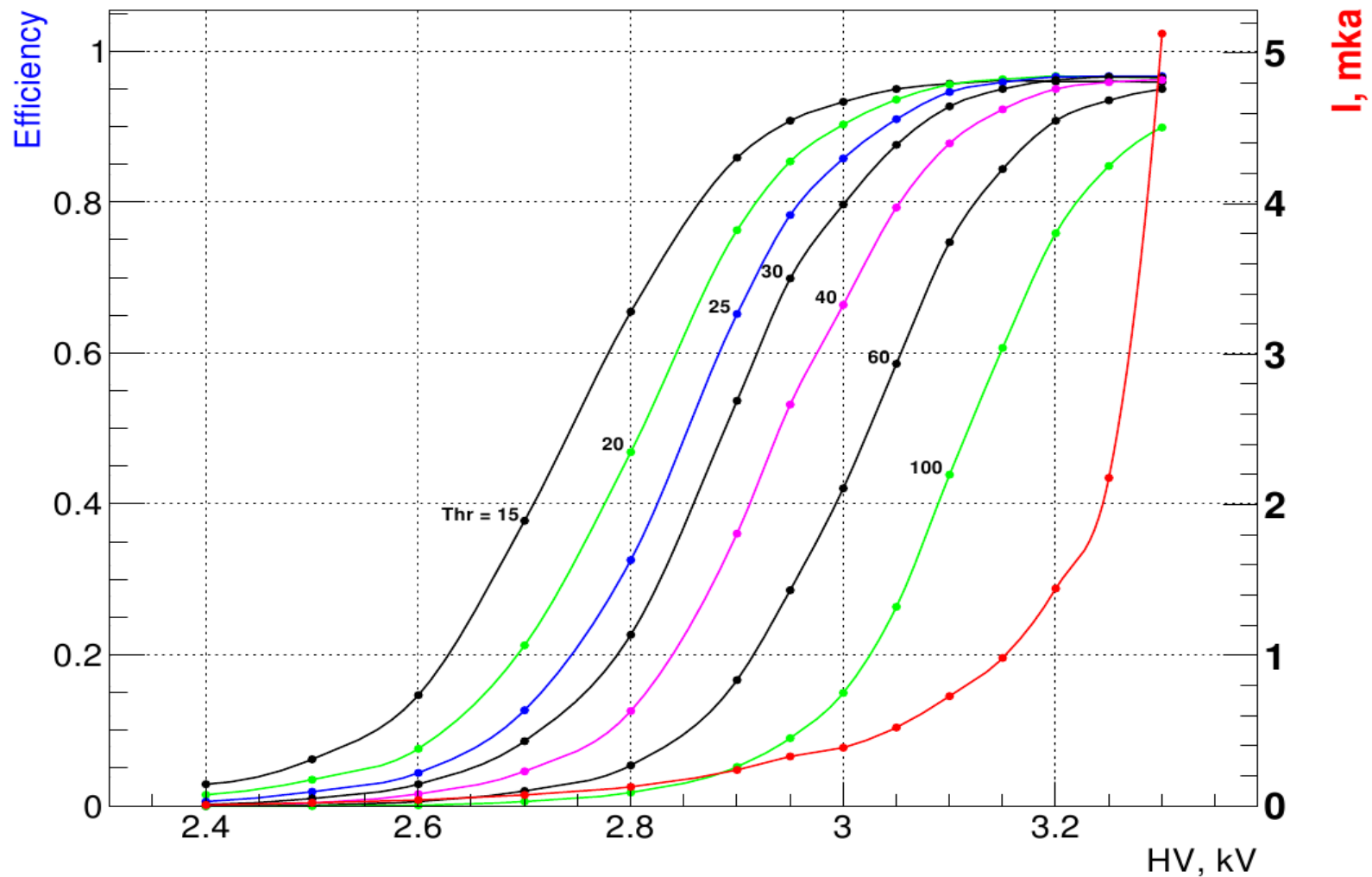


# Проверка эффективности Х-дрейфовой камеры

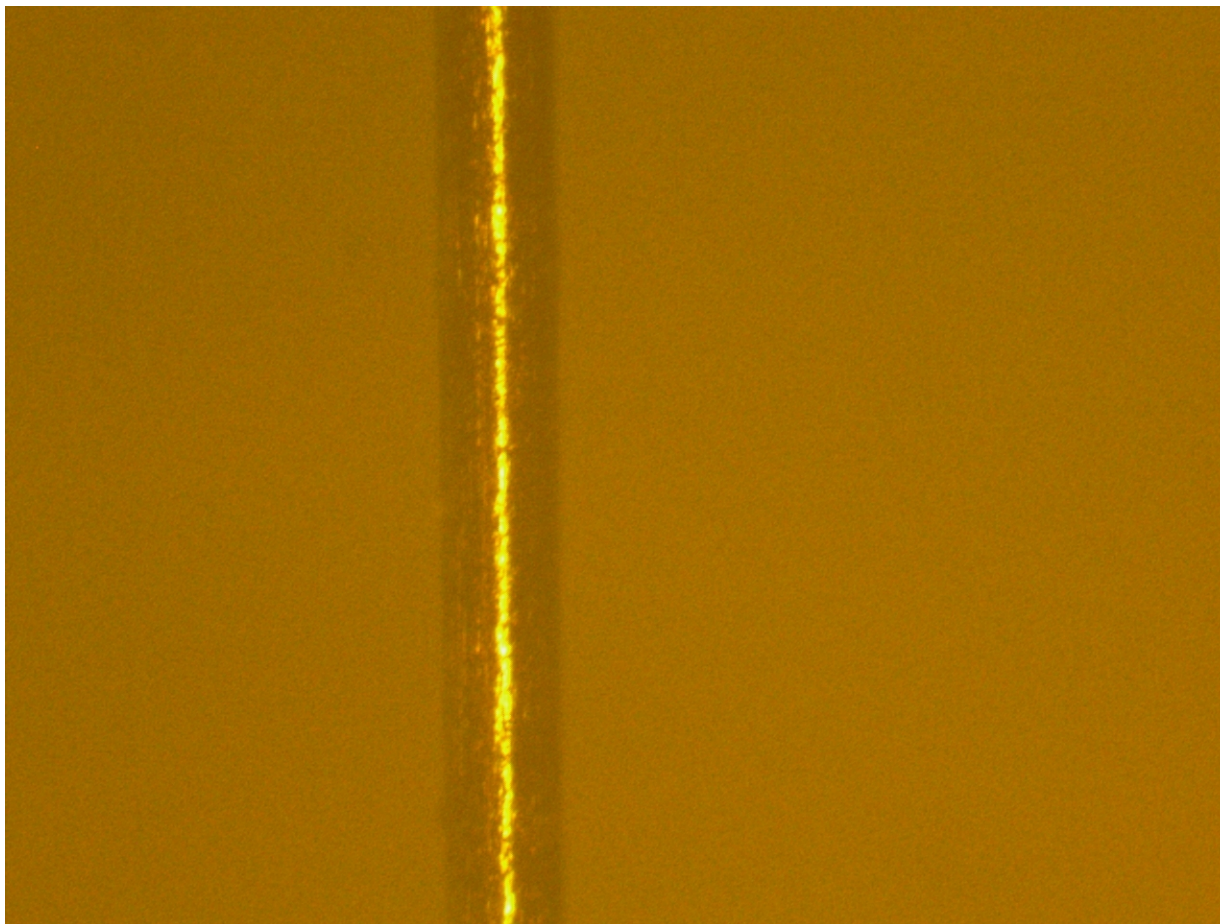


# Эффективность Дрейфовой камеры для разных порогов

*Eff. and  $I_{mka}$ , mod.=3, [ $\sim$  Ar(70%) CO<sub>2</sub>(30%)], Plate=78, GuardOn, Tue Dec 10 18:00:00 2024*

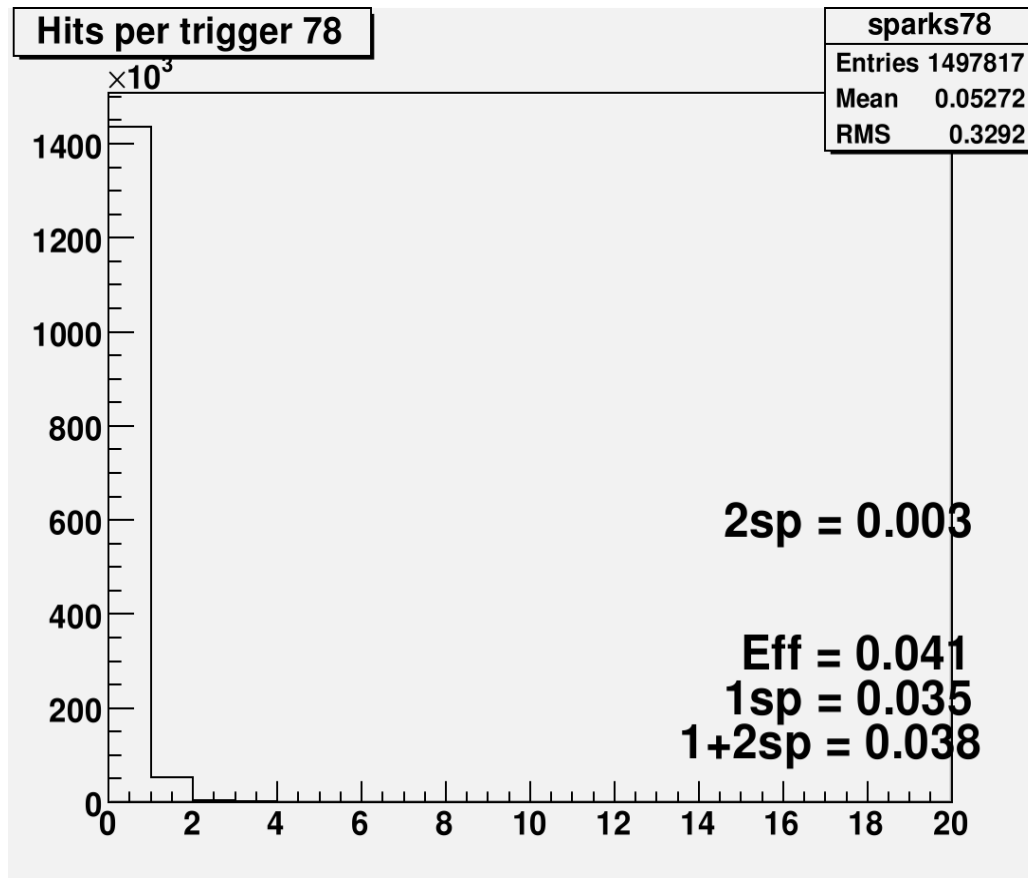


# BeamKiller

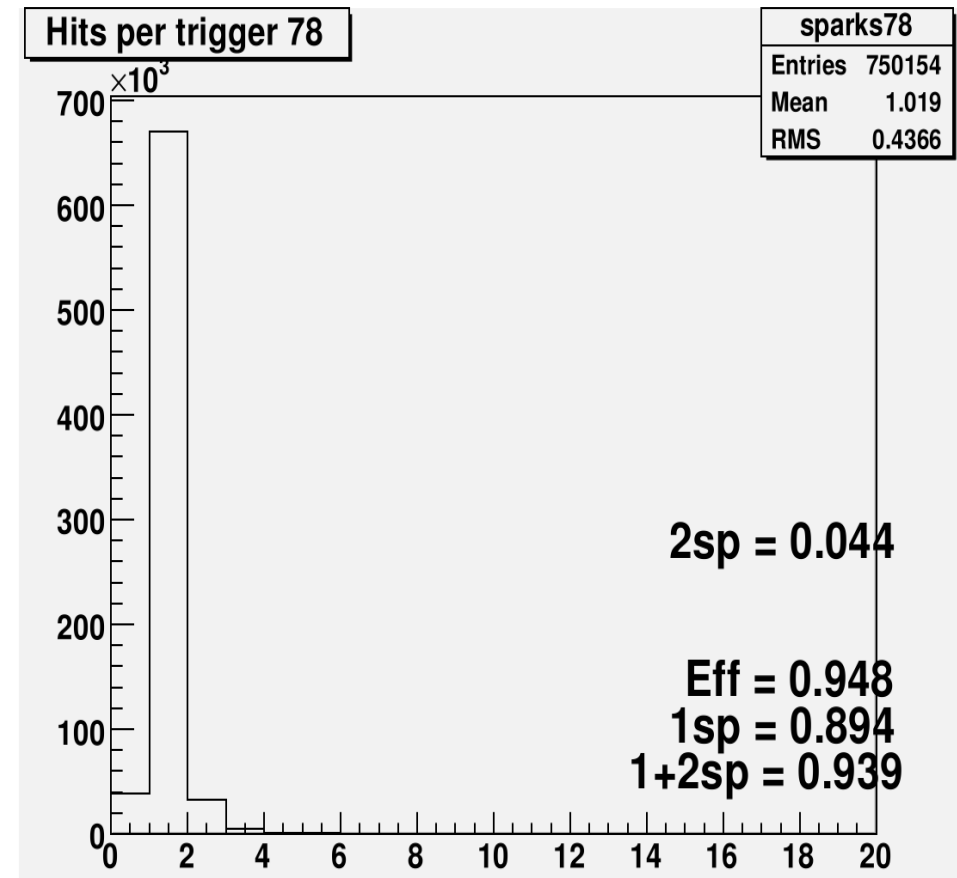


Сорока М.А., Ганжа В.А.

# Эффективность BeamKiller



Эффективность в центре BeamKiller



Эффективность вне BeamKiller



# Приступили к изготовлению второй камеры



## Необходимые работы

- Необходимо заменить все катодные и охранные проволоочки на проволоочки из бериллиевой бронзы 100 мкм. Заменить все сигнальные проволоочки 30 мкм.
- Заново распаять переходные платы.
- Провести полную герметизацию камеры.
- Провести проверку работоспособности камеры и измерить эффективность.



## Заключение

- В 2024 опубликовано 2 работы по выходам  $K^0_S$  – мезонов и поляризации  $\Lambda$ -гиперона на ядрах.
- Продолжается анализ данных и подготовка публикаций по поляризации  $\bar{\Lambda}$  – гиперона и исследованию спиновой выстроенности векторных мезонов
- Закончено изготовление первой дрейфовой камеры, приступили к изготовлению второй.
- Планируем отправку первых двух камер в апреле-мае 2025 г. , отправку остальных двух в конце 2025 – начале 2026 г.

С наступающим Новым Годом!

Спасибо за внимание!