



**Продление проекта “Создание
установки SPD для изучения
спиновых эффектов в ядерных
взаимодействиях”**

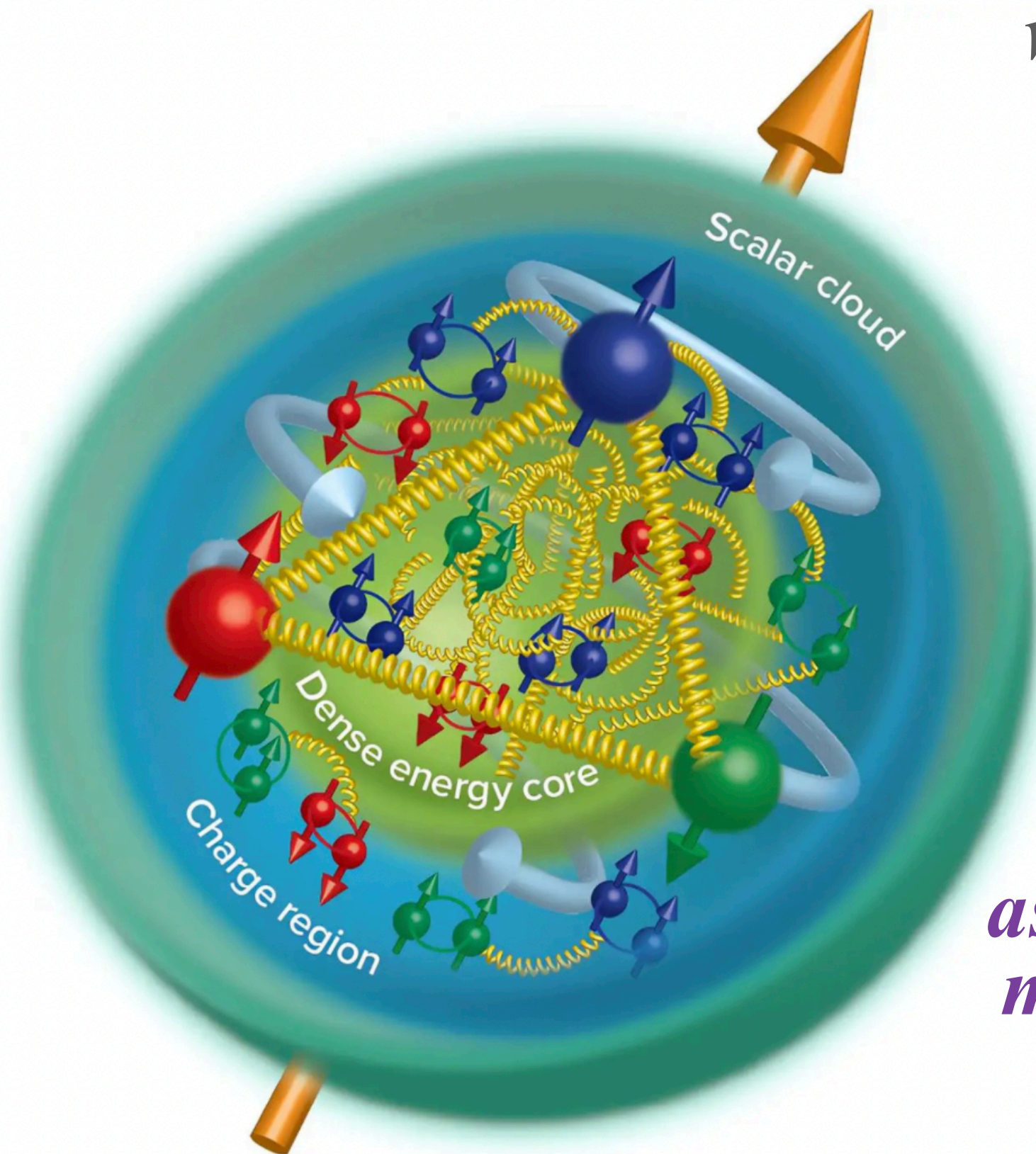
Руководитель проекта А.В. Гуськов
Заместитель руководителя проекта В.П. Ладыгин

Цели проекта

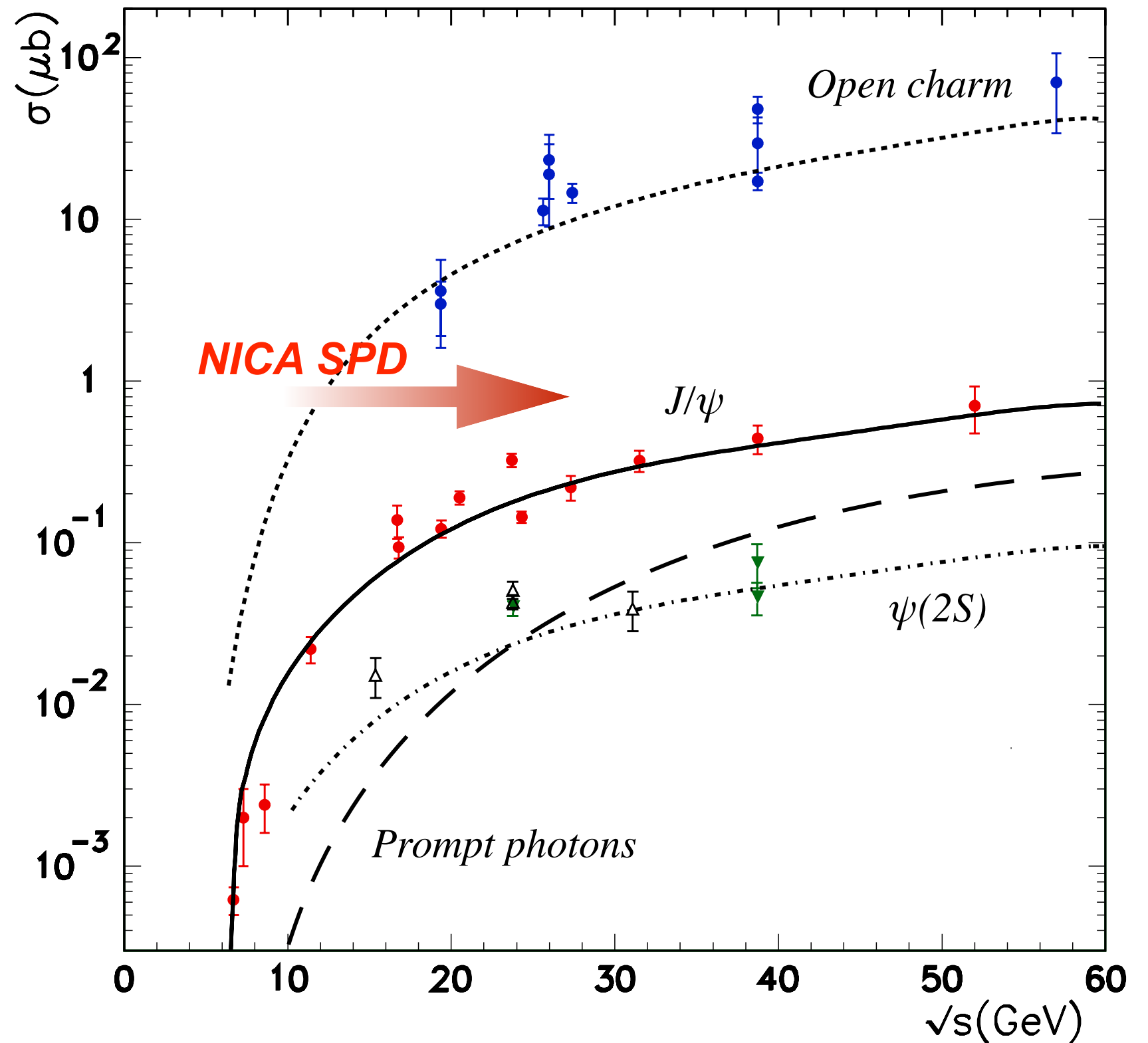
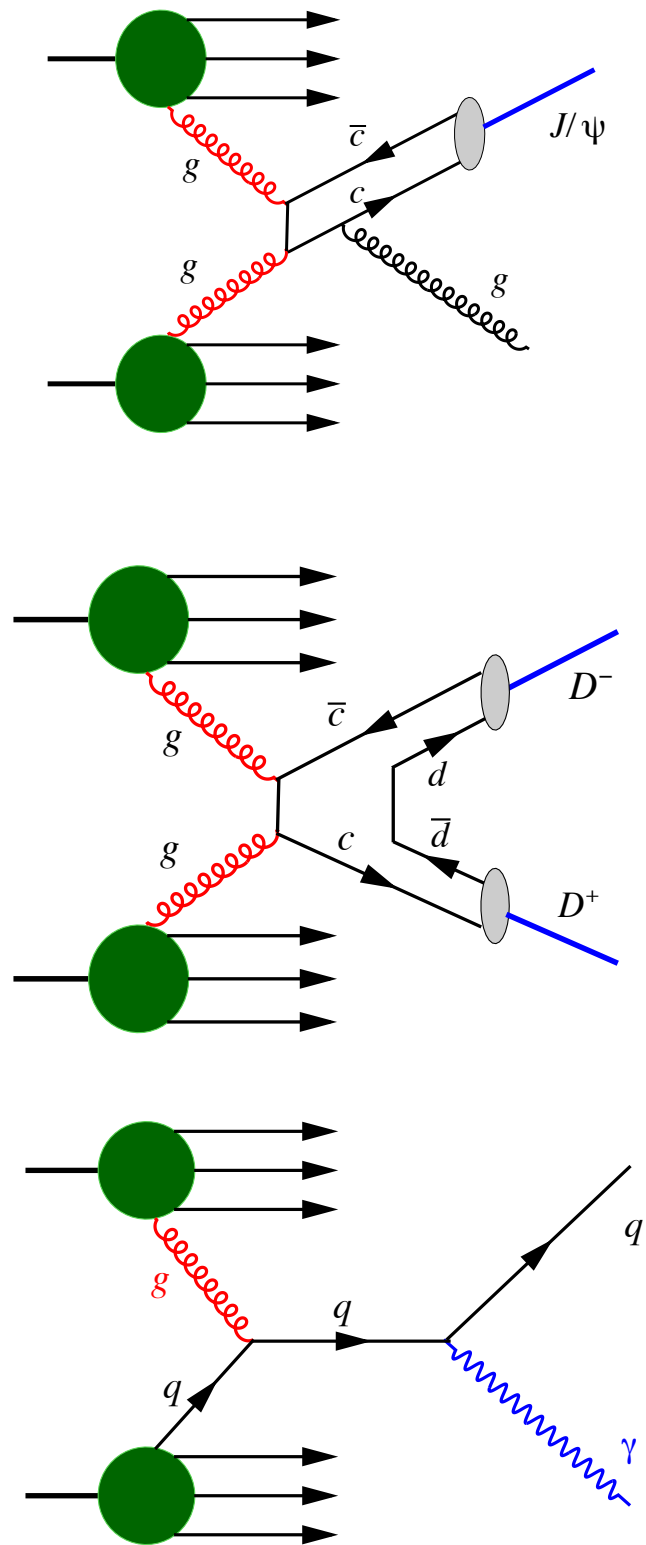
*we plan to study how the
proton and deuteron
spin!*

*especially their
gluon component!*

*Gluon TMD PDFs via
asymmetries and angular
modulations in the cross
sections*



Цели проекта



Цели проекта

Non-perturbative QCD

Perturbative QCD

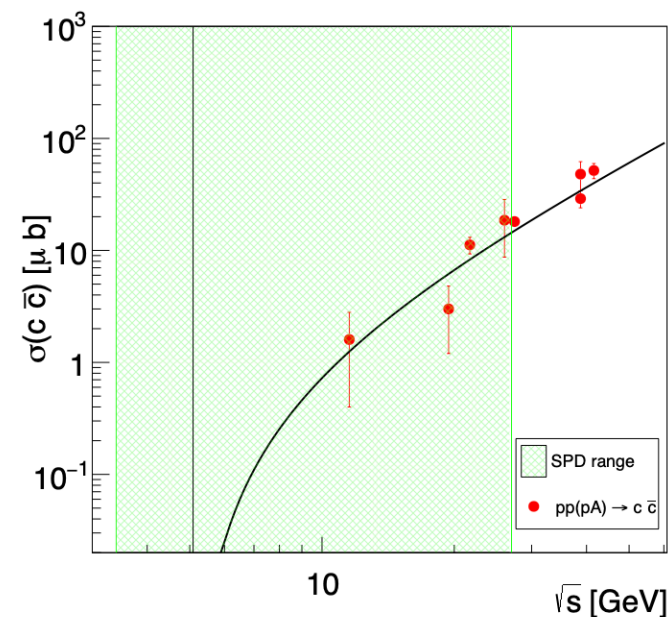
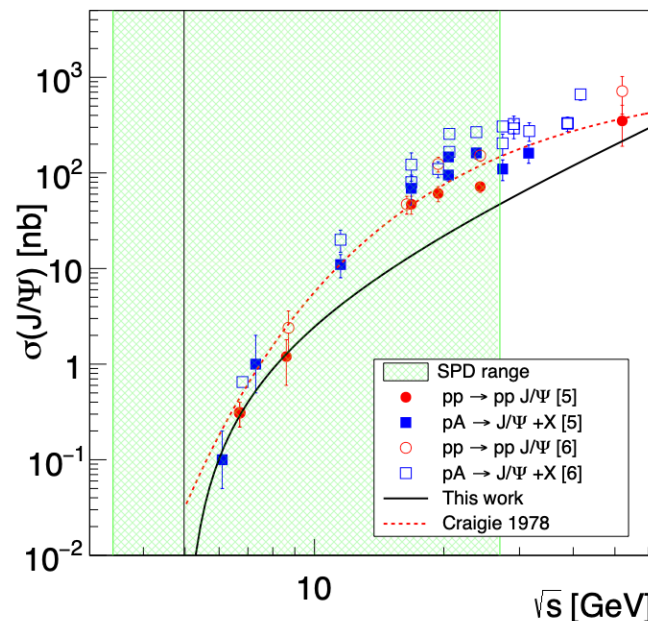
- Spin effects in p-p, p-d and d-d elastic scattering
- Spin effects in hyperons production
- Multiquark correlations
- Dibaryon resonances
- Physics of light and intermediate nuclei collision
- Exclusive reactions
- Hypernuclei
- Open charm and charmonia near threshold

$$pp \rightarrow (6q)^* \rightarrow NN \text{ Mesons,}$$

$$dd \rightarrow K^+ K^+ \Lambda\Lambda n,$$

 \sqrt{s}

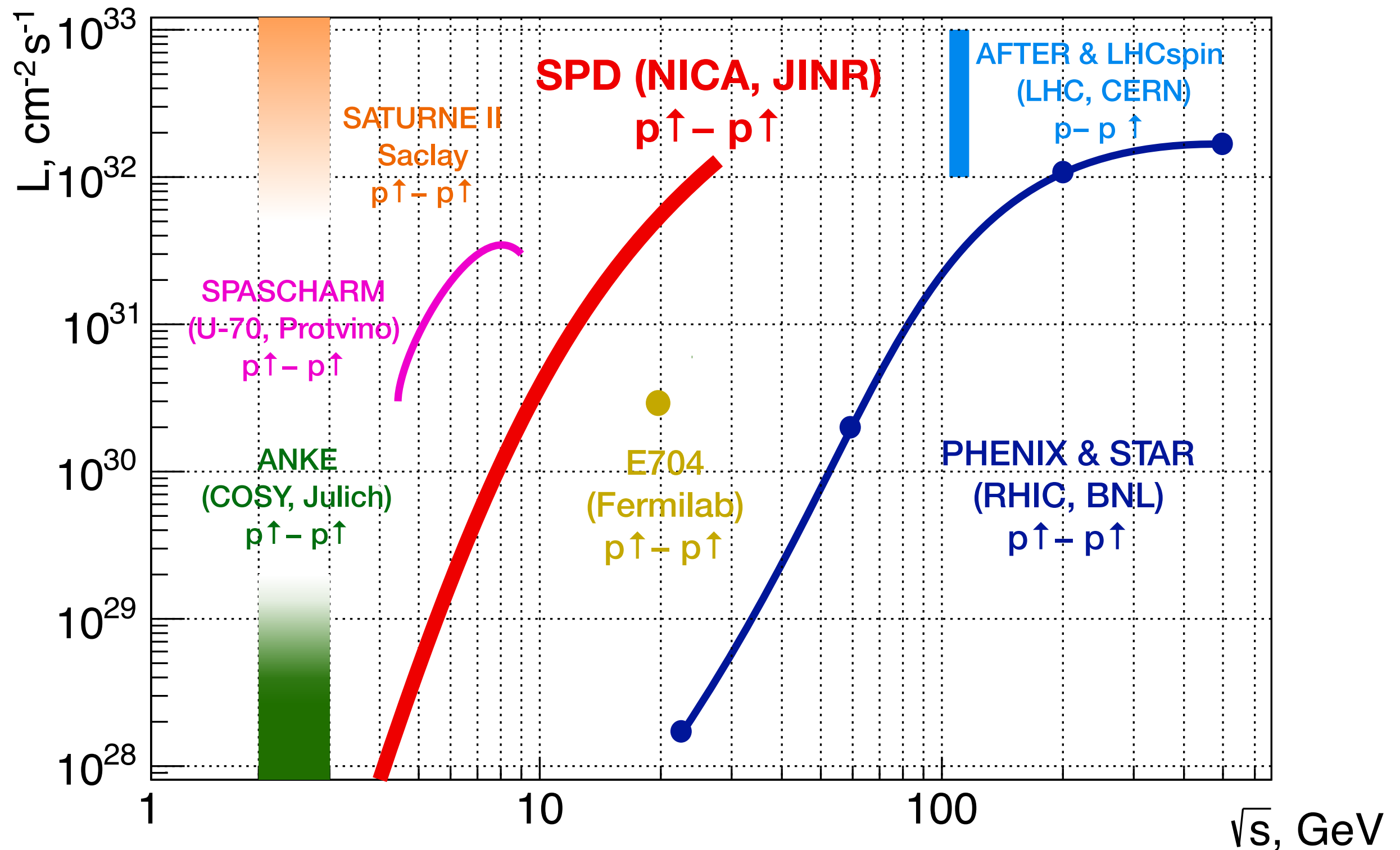
arXiv:2102.08477



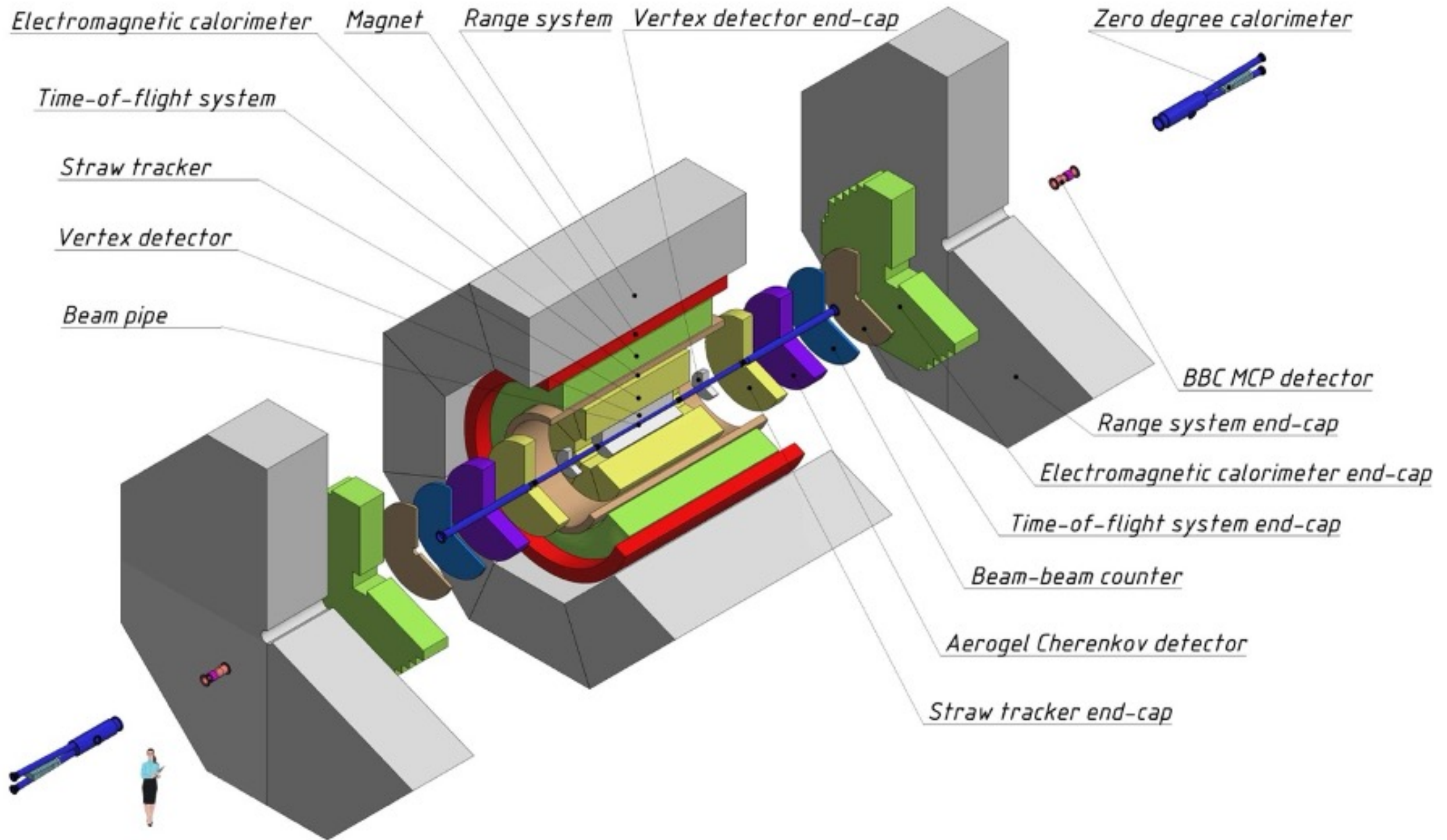
- Auxiliary measurements for astrophysics

➤ ...

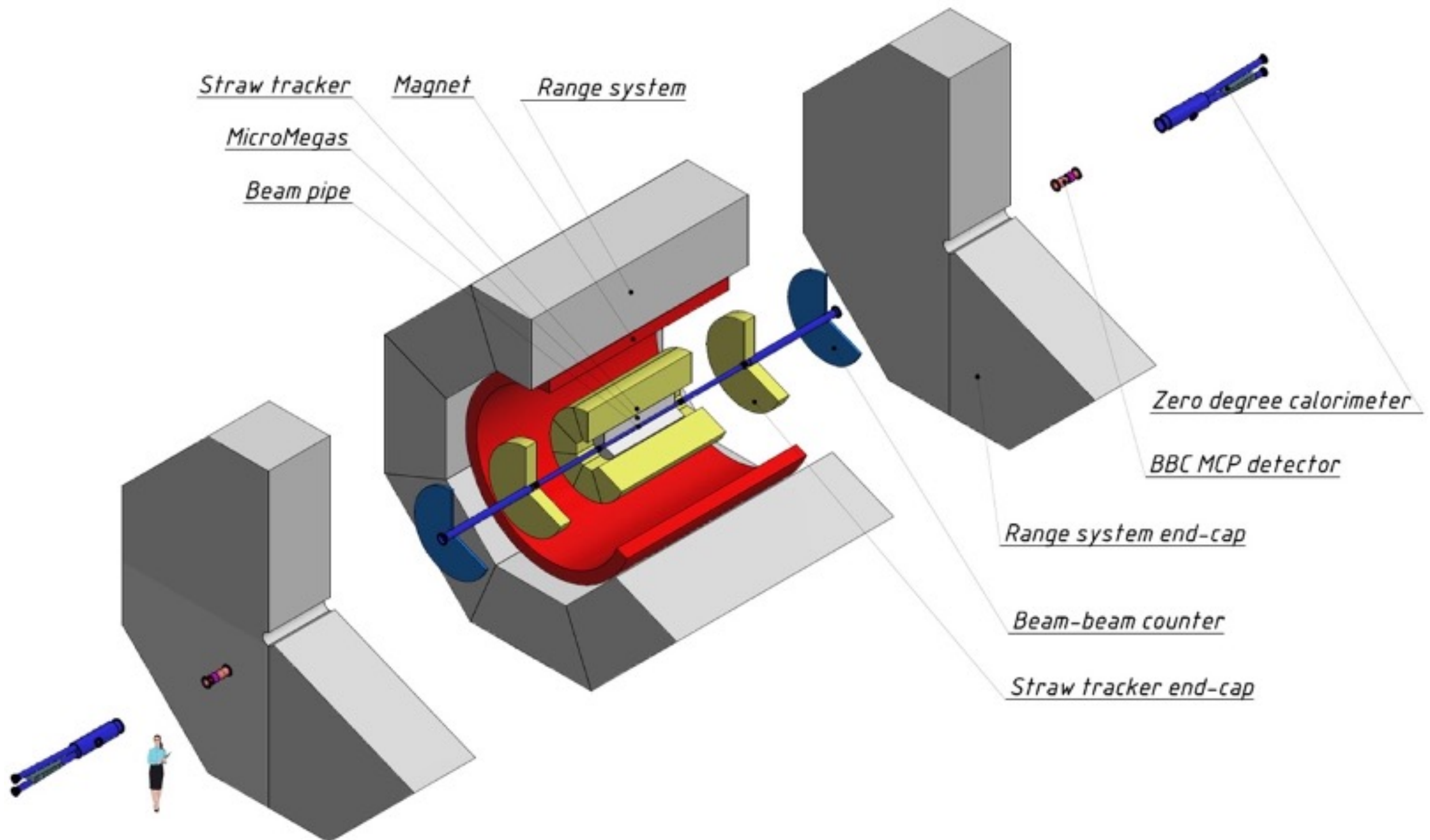
Текущий статус проекта



Экспериментальная установка



Экспериментальная установка (фаза 1)



Коллаборация SPD



A.I. Alikhanyan National Science Laboratory (Yerevan Physics Institute), Yerevan

NRC “Kurchatov Institute” - PNPI, Gatchina

Samara National Research University (Samara University), Samara

Saint Petersburg Polytechnic University St. Petersburg

Saint Petersburg State University, St. Petersburg

Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow

Tomsk State University, Tomsk

Belgorod State University, Belgorod

Lebedev Physical Institute of RAS, Moscow

Institute for Nuclear Research of the RAS, Moscow

National Research Nuclear University MEPhI, Moscow

Institute of Nuclear Physics (INP RK), Almaty

Institute for Nuclear Problems of BSU, Minsk

Budker Institute for Nuclear Physics, Novosibirsk

NRC “Kurchatov Institute”, Moscow (NRC KI)

Higher Institute of Technologies and Applied Sciences, Havana

iThemba LABS, SA

> 30 институтов

~ 400 участников

MoU подписан

<http://spd.jinr.ru/>

MoU в процессе согласования

Коллаборация SPD

Руководители	А. Гуськов (ОИЯИ) В. Ким (ПИЯФ)
Председатель Совета коллаборации	Э. Томази-Густафссон (SACLAY)
Зам. председателя Совета коллаборации	А. Мовсисян (ЕрФИ)
Технический координатор	А. Корзенов (ОИЯИ)
Физический координатор	И. Денисенко (ОИЯИ)
Зам. физического координатора	А. Датта (ОИЯИ)
Координатор по софту	А. Жемчугов (ОИЯИ)
Зам. координатора по софту	Д. Олейник (ОИЯИ)
Председатель комитета по публикациям	О. Теряев (ОИЯИ)

Результаты 2019-2022

- Переработка физической программы эксперимента. Серия воркшопов. Публикация новой физической программы в виде двух обзорных статей
- Создание и начало работы международной коллаборации SPD
- Подготовка концептуального проекта SPD и успешное прохождение им независимой международной экспертизы
- Проведение НИОКР по основным подсистемам установки
- Начало работы по подготовке технического проекта установки

Результаты 2022-2024

- Завершение работы по подготовке и обновлению технического проекта установки
- Создание нового международного консультативного комитета по проекту SPD, начало экспертизы технического проекта
- Проведение НИОКР по основным подсистемам установки, создание прототипов основных элементов
- Установление этапности реализации проекта, включение первого этапа реализации проекта в 7-летний план работы ОИЯИ
- Контакты с потенциальными производителями и поставщиками, подготовка к началу создания детекторов первого этапа
- Расширение международной коллаборации SPD, подписание MoU с 14 институтами (11 российских и 3 зарубежных)
- 35 докладов на конференциях, 20 публикаций

**Budker Institute of Nuclear Physics
(Novosibirsk)**

Expert in detectors, DAQ, data analysis

Shandong University

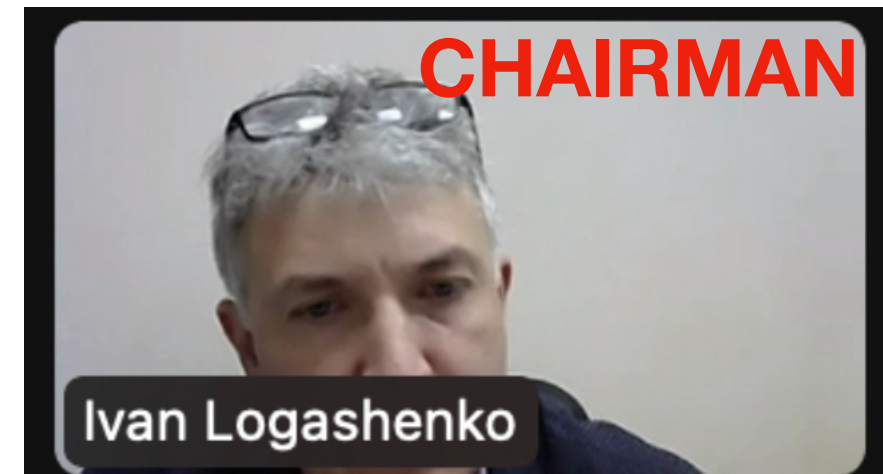
**Expert in HEP Computing and
Software**

IHEP CAS

**Manager of BESIII TOF system, central
detector of Daya Bay and JUNO, an expert of
scintillators and other detector systems**

BNL (retired in 2023)

**Experience with physics & hardware in
PHENIX and sPHENIX Collaborations**



План работ на 2025-2029

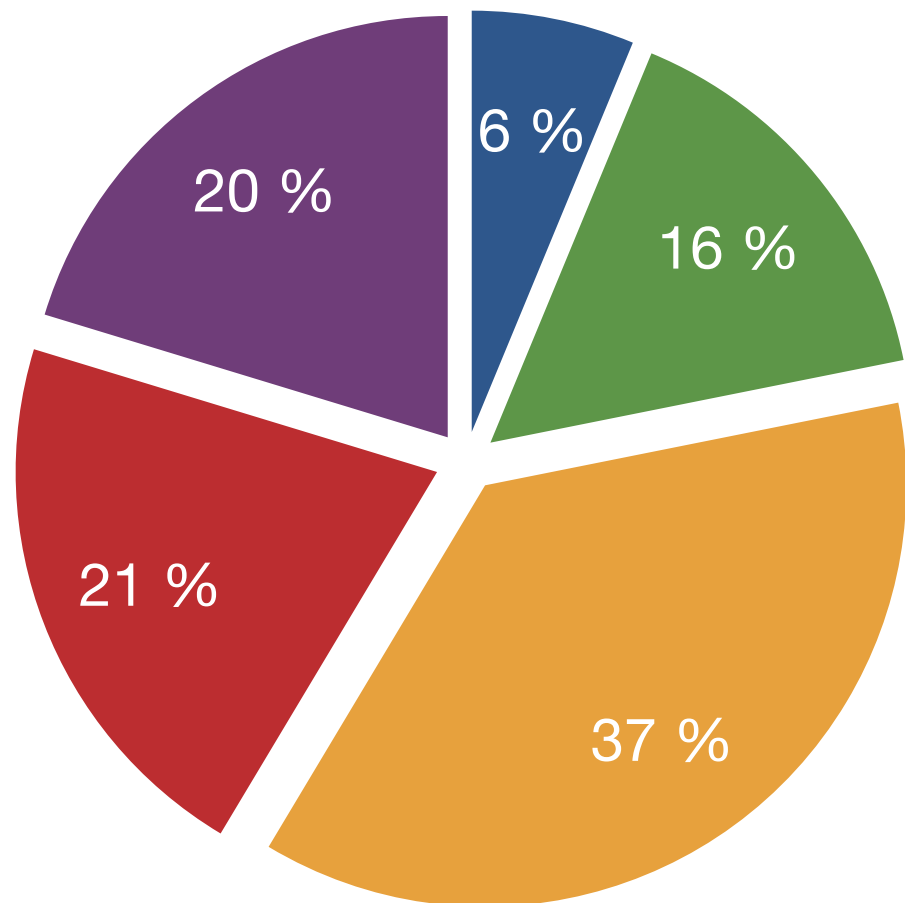
- 1) Разработка конструкторской документации, создание и тесты прототипов, производство детекторов и подсистем первой фазы проекта: мюонной системы, сверхпроводящего соленоида и сопутствующей криогенной системы, трекового детектора на основе straw-трубок, счётчика пучковых соударений VBC, детектора пучковых столкновений на основе MCP, центрального трекера на основе детекторов Micromegas, калориметра нулевого угла, торцевой части электромагнитного калориметра, системы сбора данных, системы медленного контроля, газораспределительной системы и несущих конструкций установки.
- 2) Подготовка, создание и тестирование компьютерной инфраструктуры для проведения Монте Карло моделирования в интересах проекта SPD, а также подготовка системы приёма, обработки и хранения данных.
- 3) Продолжение НИОКР для детекторов второй фазы: кремниевого вершинного детектора, время-пролётной системы, электромагнитного калориметра, детектора на основе аэрогеля.
- 4) Взаимодействие с Ускорительным отделением ЛФВЭ по вопросам создания, тестирования и оптимизации инфраструктуры для работы с поляризованными пучками протонов и дейтронов на коллайдере NICA.

Риски реализации проекта

- 1) Значительное увеличение стоимости проекта ввиду изменения геополитической обстановки и доступности иностранных компонентов, материалов и технологий.
- 2) Задержка с созданием и развитием ускорительной инфраструктуры комплекса NICA для работы с поляризованными пучками.
- 3) Неопределённость с параметрами поляризованных и неполяризованных пучков, доступных для первой фазы эксперимента.

Оценка стоимости проекта

- Infrastructure
- Computing+DAQ
- Electronics
- Detectors
- Magnet+Yoke+Cryo



Subsystem	Option	Stage	Cost, M\$
SPD setup	Vertex detector: – DSSD	II	8.8
		II	13.5
	Micromegas Central Tracker	I	0.7
		I+II	3.7
PID system: – TOF – FARICH	II	2.2	
	II	16.7	
ECal – mock-up	I	0.4	
	II	12.0	
Range system	I+II	17.3*	
ZDC	I+II	0.7	
BBC + BBC MCP	I+II	0.8	
Magnetic system & cryogenic infrastructure		9.4	
		6.4	
Beam pipe – Al – Be	I	0.1	
	II	0.4	
General infrastructure	I	1.8	
	I+II	2.5	
Detector Control System	I	1.5	
	I+II	2.7	
Data Acquisition System	I	1.2	
	I+II	3.9	
Computing	I	6	
	I+II	17**	
TOTAL COST	stage I		50.0
	stage I+II		110.6

Кадровые ресурсы

	Всего FTE	Всего человек
ЛФВЭ	43.6	104
ЛЯП	41	70
ЛИТ	7	14
ЛТФ	1	3
Всего	93.1	191

3.1. Кадровые потребности в течение первого года реализации

№ № п/п	Категория работника	Основной персонал, сумма FTE		<u>Ассоциированный</u> персонал, сумма FTE
1.	научные работники	60	63.3	10
2.	Инженеры	40	23	
3.	специалисты	1	1.2	
4.	служащие			
5.	рабочие	5	5.6	
	Итого:	106	93.1	10 7.3

Запрашиваемые вычислительные ресурсы

Вычислительные ресурсы	Распределение по годам				
	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
Хранение данных (ТБ) - EOS - Ленты	1500	2000 2000	5000 10000	7000 14000	10000 20000
Tier 1 (ядро-час)	17 520 000	43 800 000	87 600 000	131 140 000	175 200 000
Tier 2 (ядро-час)	1 752 000	4 380 000	8 760 000	13 114 000	17 520 000
СК «Говорун» (ядро-час) - CPU - GPU	1 752 000 175 200 000	4 380 000 438 000 000	8 760 000 876 000 000	8 760 000 876 000 000	8 760 000 876 000 000
Облака (CPU ядер)	100	150	200	200	250

Запрашиваемые ресурсы

Наименования затрат, ресурсов, источников финансирования		Стоимость (млн. долл.) потребности в ресурсах	Стоимость, распределение по годам					
			1 год	2 год	3 год	4 год	5 год	
	Международное сотрудничество (МНТС)	0.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
	Материалы	51.5	5.0	13.5	15.5	9	8.5	
	Оборудование и услуги сторонних организаций (пуско-наладочные работы)	12.0	1.3	4.1	2.1	2.2	2.3	
	Пуско-наладочные работы							
	Услуги научно-исследовательских организаций	1.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	
	Приобретение программного обеспечения	0.2	0.1	0.1				
	Проектирование/строительство	0.6	0.2	0.3	0.1			
	Сервисные расходы (планируются в случае прямой принадлежности к проекту)							
Необходимые ресурсы	Нормо-час	Ресурсы						
		– сумма FTE,		116	140	140	140	140
		– ускорителя/установки,	2000		500	500	500	500
		– <u>реактора</u> .						
Источники финансирования	Бюджетные средства	Бюджет ОИЯИ (статьи бюджета)	53	7.0	15.5	14.5	8.4	7.6
		Вклады соисполнителей	2.4	0.1	0.5	0.5	0.6	0.7
	Внебюджет (доп. смета)	Средства по договорам с заказчиками						
	Другие источники финансирования	10.9	0.1	2.5	3.1	2.5	2.7	