**Приложение 3.**

***Форма открытия (продления) Проекта /   
Подпроекта КИП***

**УТВЕРЖДАЮ**

**Директор Института**

**/ /**

**“ “ 202**\_ **г.**

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОТКРЫТИЯ / ПРОДЛЕНИЯ**

**ПРОЕКТА / ПОДПРОЕКТА КРУПНОГО ИНФРАСТРУКТУРНОГО ПРОЕКТА**

**ПО НАПРАВЛЕНИЮ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**В ПРОБЛЕМНО-ТЕМАТИЧЕСКОМ ПЛАНЕ ОИЯИ**

**1. Общие сведения о проекте / подпроекте крупного инфраструктурного проекта**

**(далее КИП)**

**1.1. Шифр темы / КИП**

**1.2. Шифр проекта 04-2-1126-2015/**

**1.2. Лаборатория** **ядерных проблем**

**1.3. Научное направление Физика конденсированных сред, радиационные и радиобиологические исследования**

**1.4. Наименование проекта**

**Изучение спиновой структуры нуклона в сильных и электромагнитных взаимодействиях**

**Проект “GDH & SPASCHARM & NN”**

**1.5. Руководитель проекта Ю.А. Усов**

**1.6. Заместители руководителя проекта И.С. Городнов, Ю.А. Плис**

**2. Научное обоснование и организационная структура**

**2.1. Аннотация**

**Изучение спиновой структуры нуклона в сильных и электромагнитных взаимодействиях**

**Проект “GDH & SPASCHARM & NN”**

Дубна—Протвино—Москва—Харьков—Прага—Майнц—Глазго

Базель—Лунд—Загреб—Павия—Бохум

Бонн—Гиссен—Кент—Реджина—Саквилл

Вашингтон—Йорк

**Дубна, Лаборатория ядерных проблем им. В.П. Джелепова, ОИЯИ**

Н.А. Бажанов, Д.В. Белов, Н.С. Борисов, В.П.Вольных, А.С. Должиков, А.Н. Федоров, И.В. Гапиенко, И.С. Городнов, Г.М. Гуревич, В.Л. Кашеваров, А. Ковалик, Е.С. Кузьмин, А.Б. Неганов, Ю.А. Плис, А.А. Приладышев, А.Б. Садовский, Ю.А. Усов, Ю.Н. Узиков, В.П.

**Дубна, Лаборатория теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова, ОИЯИ**

С.Б. Герасимов.

**Дубна, Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М.Балдина, ОИЯИ,** В.В. Фимушкин, Л.В. Кутузова, М.В. Куликов.

**Введение**

Тематика исследований поляризационных явлений имеет большие традиции и возникла в ЛЯП ОИЯИ в результате успешной реализации нового метода получения сверхнизких температур (1966 г.) и предложение сотрудника Лаборатории Б.С.Неганова (*Международная конференция по электромагнитным взаимодействиям при низких и* *средних энергиях,* *Дубна,* *1967)* о возможности создания Поляризованной Мишени нового типа. Здесь подразумевается мишень «замороженного» типа, в которой в полной мере используется эффект охлаждения рабочего вещества мишени до сверхнизких температур ~ 20-50 mK. Уже в 1975г. на первой, созданной в ЛЯП ОТЯИ поляризованной «замороженной» мишени, были проведены на синхроциклотроне первые исследования: Yu. M. Kazarinov, и др. “Measurement of the polarization correlation coefficient Cnn of elastic pp scattering at energies of 550 and 630 MeV,, Zh. Eksp. Teor. Fiz. 73, 1679-1683 (November 1977). Более того, позднее был признан приоритет этой мишени и в мире (C.Keith, PSTP-2017).

В результате – в ЛЯП были созданы последовательно несколько поляризованных мишеней «замороженного» типа, которые, которые успешно использовались и используются на различных ускорителях (ЛЯП, ЛФВЭ, Гатчина, Протвино, Прага, Майнц и Бонн). Исследованию поляризационных явлений в нашей Лаборатории всегда придавалось особое значение, С другой стороны характерны высказывания известных теоретиков, например англичанина Эллиота Лидера: « Спин в экспериментах убил больше теорий, чем любой другой физический параметр» (Elliot Leader. Spin in Particle Physics, Cambridge U. Press (2001)) или американца Джеймса Бьёркена: «Поляризационные данные часто были кладбищем модных теорий. Если бы теоретики были в силах, в целях самозащиты им стоило бы вообще запретить такие измерения» (J.D.Bjorken. Proc. Adv. Workshop on QCD Hadronic Processes, St. Croix, Virgin Islands, 1987).

**В настоящем Проекте представлены четыре основные «активности», в которых заняты авторы: “SPASCHARM”, “GDH”, “NN” и “MESA”.**

1. Экспериментальное исследование одно-спиновых асимметрий при производстве различных легких частиц с использованием пучка пионов с энергией 28 ГэВ -на первом этапе и изучение одно-спиновых и двух-спиновых асимметрий в десятках реакций, в том числе с образованием чармония, с использованием поляризованного протонного пучка (проект **SPASCHARM**).

Конечной целью проекта SPASCHARM является изучение спиновой структуры протона, начиная с определения вклада глюонов в спин протона при больших значениях переменной Бьёркена *x* путем изучения спиновых эффектов при образовании чармония. Это позволит понять адронный механизм образования чармония и выделить глюонную поляризацию *Δg(x)* при больших значениях *x*.

1. Эксперименты с реальным пучком фотонов: фоторождение мезонов на нуклонах и ядрах и комптоновское рассеяние на нуклонах. Основные цели: экспериментальное подтверждение правила сумм Герасимова-Дрелла-Хирна (**GDH**), исследование спиральной структуры парциальных каналов реакции, разрешение спектра возбуждения барионов из легких кварков, поиск недостающих барионных резонансов и экзотических состояний (дибарионы, узкие нуклонные резонансы), изучение строения адронов.
2. Измерение *ΔσΤ* и *ΔσL* в эксперименте по трансмиссии поляризованных нейтронов через поляризованную дейтронную мишень при энергиях нейтронов <16 МэВ, где имеются ограниченные экспериментальные данные и где теория предсказывает существенный эффект трёхнуклонных сил (3NF). Данная часть проекта **(NN**) является продолжением измерений тех же величин при рассеянии нейтронов на протонах, которые проводились ранее.
3. Исследования и разработки поляризационного оборудования для **MESA**.

Сверхпроводящий ускоритель с рекуперацией энергии в Майнце (MESA) расположен в Майнце. В MESA были изучены физические возможности, предлагаемые с использованием недавно созданной технологии ускорителя с рекуперацией энергии (ERL), которая обеспечивает очень высокую светимость электронного пучка на внутренних мишенях при низких энергиях. Одной из целей этого нового ускорителя электронов MESA является измерение угла смешивания электрослабого взаимодействия в электрон-протонном рассеянии с точностью 0,13%. Поляризация пучка вносит значительный вклад в это измерение. Поляриметр Меллера, предложенный В. Лупповым и Е. Чудаковым, открывает путь к достаточно точному определению поляризации. Уже начаты исследования и разработки поляризационного оборудования MESA. В настоящее время мишень из поляризованного атомарного водорода строится коллективом Майнц-ОИЯИ. Важной частью этой цели является рефрижератор растворения, где ОИЯИ имеет многолетний опыт работы.

**Технически, все части данного проекта объединены использованием поляризованных протонных (дейтронных) мишеней с замороженным спином.**

**2.2. Научное обоснование (**цель, актуальность и научная новизна, методы и подходы, методики, ожидаемые результаты, риски)

На сегодняшний день не существует теории, дающей полное и непротиворечивое описание всех наблюдаемых поляризационных эффектов в адронном секторе. Поэтому систематическое экспериментальное изучение поляризационных эффектов в самых разнообразных реакциях с использованием поляризованных пучков и поляризованных мишеней имеет большое значение для разработки теории, последовательно описывающей все наблюдаемые спиновые явления.

Наблюдаемые поляризации являются первостепенными характеристиками взаимодействий элементарных частиц и ядерных реакций. Формально измерение спин-зависимых параметров накладывает дополнительные ограничения на предполагаемый механизм реакции, структуру исследуемого микрообъекта и сам характер фундаментального взаимодействия. Следует отметить, что современные эксперименты, направленные на поиск эффектов нарушения СР-инвариантности и Т-инвариантности вне стандартной модели, а также нарушения СРТ-симметрии, основаны на поляризационных измерениях.

В связи со сложностью поляризационных экспериментов эта область стала динамично развиваться сравнительно недавно, в соответствии с прогрессом экспериментальной техники. В настоящее время почти все современные ускорители протонов, дейтронов и электронов производят поляризованные пучки и имеют программы поляризационных экспериментов. Активно разрабатываются мишени из поляризованных протонов, дейтронов, 3Не и более тяжелых ядер. Разрабатываются газовые поляризованные мишени высокой плотности (ячейки-накопители), используемые на накопительных кольцах. Разработаны современные трековые устройства, позволяющие строить эффективные и быстродействующие поляриметры. Этот технический прогресс делает доступными все более сложные измерения поляризации.

**Планы работы на 2024-2028 годы:**

• Разработка и создание нового криостата для поляризованной «замороженной» мишени установки «СПАСЧАРМ» - 2024-2026 гг.

• Разработка и создание основных узлов мощного рефрижератора растворения 3Не/4Не для установки “MESA”– 2024-2025.

• Завершение работ по созданию криостата для поляризованной мишени в Боннском университете. – 2024 г.

• Обратная транспортировка и полный запуск поляризованной мишени в Майнце для проекта “GDH” – 2024-2025 гг.

Проведение поляризационных исследований с использованием поляризованной «замороженной» мишени на ускорителе “MAMI C”,

- 2026-2028 гг.

• Проведение поляризационных исследований на новой поляризованной мишени на ускорителе Боннского университета, “ELSA”- 2025-2028 гг.

• Сборка, монтаж и тестирование мощного рефрижератора растворения 3Не/4Не на пучковом канале установки “MESA”. – 2026-2027.

• Запуск модифицированной поляризованной мишени установки “SPASCHARM” и начало набора физической статистики на ускорителе У-70, - 2027-2028 гг.

• По программеNN-взаимодействиябудут проведены эксперименты по каналированию после модернизации стенда источника поляризованных дейтронов, - 2024-2025 гг.

• Проведение точных измерений векторных и тензорных поляризаций пучка дейтронов, ускорителя VdG- 2025-2026 гг.

• Подготовка специального устройства для использования нового материала для мишени на основе тритил-легированного бутанола, - 2025 г.

• Изготовление и монтаж аппаратуры для измерения поляризации нейтронов с использованием рассеяния на мишени 4He, - 2026-2027 гг.

• Проведение расконсервирования поляризованной дейтронной мишени и начало измерения разности сечений *ΔσΤ* и *ΔσL* в эксперименте по пропусканию nd при энергиях нейтронов <16 МэВ, - 2027-2028 гг.

**2.3. Предполагаемый срок выполнения 5 лет**

**2.4. Участвующие лаборатории ОИЯИ**

ЛТФ C.Б. Герасимов

ЛФВЭ В.В.Фимушкин, Л.Кутузова, М.В.Куликов.

**2.4.1. Потребности в ресурсах МИВК**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вычислительные ресурсы** | **Распределение по годам** | | | | |
| 1 год | 2 год | 3 год | 4 год | 5 год |
| Хранение данных (ТБ)  - EOS  - Ленты |  |  |  |  |  |
| Tier 1 (ядро-час) |  |  |  |  |  |
| Tier 2 (ядро-час) |  |  |  |  |  |
| СК «Говорун» (ядро-час)  - CPU  - GPU |  |  |  |  |  |
| Облака (CPU ядер) |  |  |  |  |  |

**2.5. Участвующие страны, научные и научно-образовательные организации**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Организация** | **Страна** | **Город** | **Участники** | **Тип соглашения** |
| Чешский техни-  ческий универ-  ситет | ЧР | Прага | M. Solar | Соглашение о сотрудничестве |
| Университет г.Майнц  Университет г.Бонн | Германия  Германия | Майнц  Майнц  Бонн | А2 Collaboration at MAMI.  Collaboration P2 MESA  Collaboration  “Crystal Barrel” | Контракт  Контракт  Контракт |
| Институт физики высоких энергий | РФ | Протвино | В.В. Абрамов, А.Н. Васильев, В.В. Мочалов | Договор |
| МИФИ | РФ | Москва | М.В. Нурушева В.А. Окороков, В.Л. Рыков |  |
| ИЯИ РАН | РФ | Москва | Г.М. Гуревич |  |

**2.6. Организации-соисполнители** *(те сотрудничающие организации/партнеры без финансового, инфраструктурного участия которых выполнение программы исследований невозможно. Пример — участие ОИЯИ в экспериментах LHC в CERN)*

**3. Кадровое обеспечение**

**3.1. Кадровые потребности в течение первого года реализации**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№№ п/п** | **Категория работника** | **Основной персонал, сумма FTE** | **Ассоциированный персонал, сумма FTE** |
| 1. | научные работники | 8 |  |
| 2. | инженеры | 7 |  |
| 3. | специалисты | 1 |  |
| 4. | служащие |  |  |
| 5. | рабочие |  |  |
|  | **Итого:** | **16** |  |

**3.2. Доступные кадровые ресурсы**

**3.2.1. Основной персонал ОИЯИ**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№№ п/п** | **Категория работников** | **ФИО** | **Подразделение** | **Должность** | **Сумма FTE** |
| 1. | научные работники | Бажанов Н.А.  Борисов Н.С.  Гапиенко И.В.  Должиков А.С  Неганов А.Б.  Плис Ю.А.  Усов Ю.А.  Кашеваров В.Л. | ляп снт  ляп снт  ляп снт  ляп снт  ляп снт  ляп снт  ляп снт  ляп снт | нс  снс  мнс  нс  нс  снс  нач. сектора  снс | 1  1  1  1  1  0,5  1  0,5 |
| 2. | инженеры | Белов Д.В.  Городнов И.С.  Иванова Л.В.  Коломиец В.Г.  Фёдоров А.Н.  Приладышев А.А.  Усов Д.Ю. | яп снт  ляп снт  ляп снт  ляп снт  ляп снт  ляп снт  ляп снт | инженер  вед. инженер  инженер  инженер  вед. инженер  инженер  инженер | 1  1  1  1  1  0,5  0,5 |
| 3. | специалисты | Титенкова Л.В. | ляп снт | специалист по документо-обороту | 1 |
| 4. | рабочие |  |  |  |  |
|  | **Итого:** |  |  |  | **16** |

**3.2.2. Ассоциированный персонал ОИЯИ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№№ п/п** | **Категория работников** | **Организация-партнер** | **Сумма FTE** |
| 1. | научные работники |  |  |
| 2. | инженеры |  |  |
| 3. | специалисты |  |  |
| 4. | рабочие |  |  |
|  | **Итого:** |  |  |

**4. Финансовое обеспечение**

**4.1. Полная сметная стоимость проекта / подпроекта КИП 387 тыс. долл.**

Прогноз полной сметной стоимости (указать суммарно за весь срок, за исключением ФЗП).

Детализация приводится в отдельной форме.

**4.2. Внебюджетные источники финансирования**

Предполагаемое финансирование со стороны соисполнителей/заказчиков — общий объем.

**Руководитель проекта / подпроекта КИП** \_\_Ю.А. Усов\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/

Дата представления проекта / подпроекта КИП в ДНОД \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Дата решения НТС Лаборатории \_\_\_\_\_\_\_\_\_, номер документа \_\_\_\_\_\_\_\_\_

Год начала проекта / подпроекта КИП \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(для продлеваемых проектов) –– год начала работ по проекту \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Предлагаемый план-график и необходимые ресурсы для осуществления   
Проекта / Подпроекта КИП**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименования затрат, ресурсов,**  **источников финансирования** | | | **Стоимость (тыс. долл.) потребности в ресурсах** | **Стоимость,**  **распределение по годам** | | | | |
| 1 год | 2 год | 3 год | 4 год | 5 год |
|  | | Международное сотрудничество (МНТС) | 220.0 | 50.0 | 50.0 | 50.0 | 35.0 | 35.0 |
| Материалы | 42.0 | 10.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| Оборудование и услуги сторонних организаций  (пуско-наладочные работы) | 96.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 15.0 | 15.0 |
| Пуско-наладочные работы | 15.0 | 9.0 | 4.0 | 2.0 |  |  |
| Услуги научно-исследовательских организаций | 9.0 | 4.0 | 1.0 | 1.0 | 3.0 |  |
| Приобретение программного обеспечения | 5,0 | 2.0 | 2.0 | 1.0 |  |  |
| Проектирование/строительство |  |  |  |  |  |  |
| Сервисные расходы (*планируются в случае прямой принадлежности к проекту)* |  |  |  |  |  |  |
| **Необходимые ресурсы** | **Нормо-час** | Ресурсы |  |  |  |  |  |  |
| * сумма FTE, |  |  |  |  |  |  |
| * ускорителя/установки, |  |  |  |  |  |  |
| * реактора,….. |  |  |  |  |  |  |
| **Источники финансирования** | **Бюджетные средства** | Бюджет ОИЯИ *(статьи бюджета)* | 387.0 | 97 | 87 | 84 | 61.0 | 58.0 |
| **Внебюджет (доп. смета)** | Вклады соисполнителей  Средства по договорам  с заказчиками  Другие источники финансирования |  |  |  |  |  |  |

Руководитель проекта / подпроекта КИП \_\_Ю.А. Усов\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/

Экономист Лаборатории Г.А. Усова \_\_\_\_\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ ПРОЕКТА / ПОДПРОЕКТА КИП**

НАИМЕНОВАНИЕ ПРОЕКТА / ПОДПРОЕКТА КИП

УСЛОВНОЕ ОБОЗНАЧЕНИЕ ПРОЕКТА / ПОДПРОЕКТА КИП

ШИФР ПРОЕКТА / ПОДПРОЕКТА КИП

ШИФР ТЕМЫ / КИП

ФИО РУКОВОДИТЕЛЯ ПРОЕКТА / ПОДПРОЕКТА КИП

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | |
| СОГЛАСОВАНО |  |  |  | |
| ВИЦЕ-ДИРЕКТОР ИНСТИТУТА | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ПОДПИСЬ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ФИО | \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ДАТА |  |
| ГЛАВНЫЙ УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ИНСТИТУТА | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ПОДПИСЬ | \_\_\_\_\_\_\_\_  ФИО | \_\_\_\_\_\_\_\_  ДАТА |  |
| ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ПОДПИСЬ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ФИО | \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ДАТА |  |
| ДИРЕКТОР ЛАБОРАТОРИИ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ПОДПИСЬ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ФИО | \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ДАТА |  |
| ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР ЛАБОРАТОРИИ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ПОДПИСЬ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ФИО | \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ДАТА |  |
| УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ЛАБОРАТОРИИ  РУКОВОДИТЕЛЬ ТЕМЫ / КИП | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ПОДПИСЬ  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ПОДПИСЬ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ФИО  \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ФИО | \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ДАТА  \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ДАТА |  |
| РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТА / ПОДПРОЕКТА КИП | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ПОДПИСЬ | \_\_\_\_\_\_\_\_  ФИО | \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ДАТА |  |
|  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ОДОБРЕН ПКК ПО НАПРАВЛЕНИЮ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  ПОДПИСЬ | ФИО | \_\_\_\_\_\_\_\_\_  ДАТА |

**Приложение 4.**

***Форма отчета по проекту / подпроекту КИП***

**1. Общие сведения по проекту / подпроекту КИП**

**1.1. Научное направление 8**

**1.2. Наименование проекта / подпроекта КИП**

**Изучение спиновой структуры нуклона в сильных и электромагнитных взаимодействиях**

**Проект “GDH & SPASCHARM & NN”**

**1.3. Шифр проекта / подпроекта КИП** **04-2-1126-2015/2023**

***Пример (04-4-1140-1-2024/2027)***

**1.4. Шифр темы / КИП**

***Пример (тема 04-4-1140-2024, КИП 02-0-1065-2007)***

**1.5. Фактический срок реализации проекта / подпроекта КИП 2022 - 2023**

**1.6. Руководитель(ли) проекта / подпроекта КИП**

**А. Ковалик, Ю.А. Усов**

**2. Научный отчет**

**2.1. Аннотация**

**2.2. Развернутый научный отчет**

**Отчёт:**

**(05.2022-03.2023)**

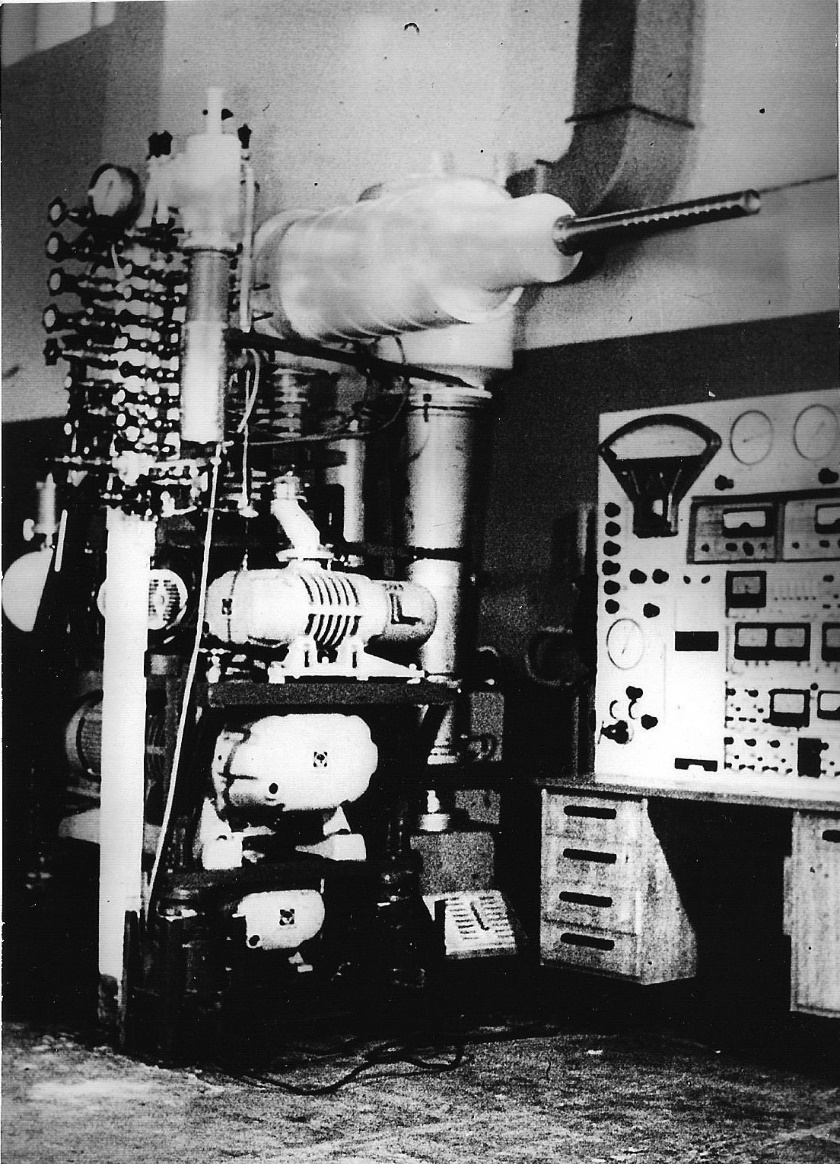
В декабре 2022 г. проведён методический сеанс на поляризованной мишени в ИФВЭ (Протвино) с целью определения состояния аппаратуры для последующей работы на пучке. По результатам запуска установки коллаборация «СПАСЧАРМ» приняла решение о разработке и изготовлению нового Криостата поляризованной мишени.

Рис.1 Поляризованная замороженная мишень перед отправкой в ИФВЭ (Протвино) – 1978.За отчётный период велось также сотрудничество в удалённом формате по работе поляризованной мишени в Бонне, составлена инструкция по запуску криостата растворения данной поляризованной мишени. Проводилась работа по обработке полученных физических данных на ускорителях “MAMI C” и “ELSA”

  
Рис.2 Криостат поляризованной мишени созданный в ЛЯП ОИЯИ (Майнц).

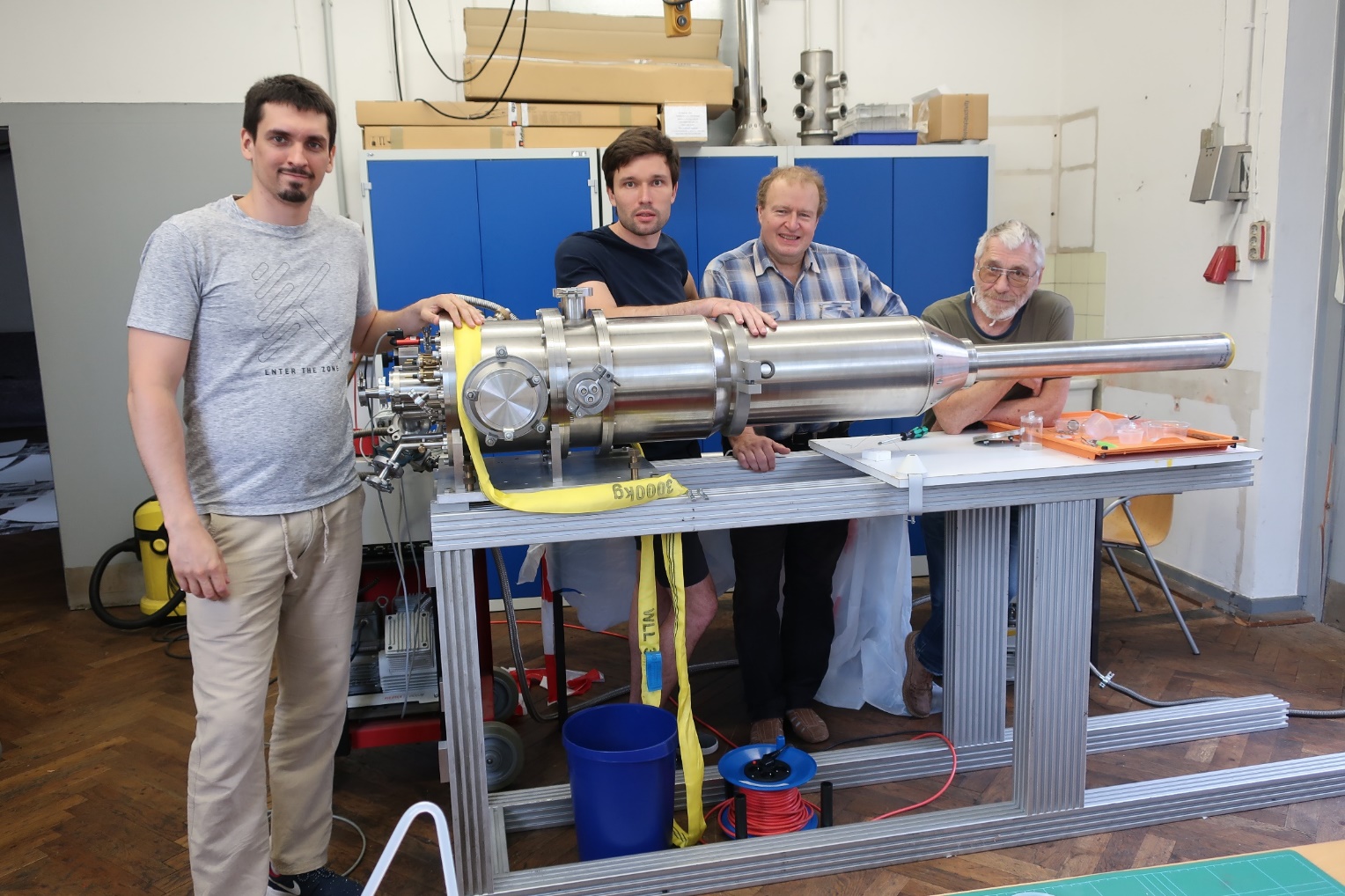
  
Рис.3 Новый криостат, созданный в ЛЯП, ОИЯИ (Бонн). Проведена обработка результатов экспериментов на установке источника поляризованных дейтронов в Чешском техническом университете в Праге. Подготовлена соответствующая публикация и запланирован доклад на семинаре 6 апреля 2023 г.



Рис.4 Установка для повышения поляризации пучка нейтронов ускорителя VdG, изготовленная в ЛЯП ОИЯИ (Прага).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Публикации за 2022-2023 г.** | | | |
| **№** | **Название публикации** | **Журнал, DOI** | **Ссылки на журналы** |
| 1 | Measurement of Compton scattering at MAMI for the extraction of the electric and magnetic polarizabilities of the proton. | Physical Review Letters 128, 132503. DOI: [10.1103/PhysRevLett.128.132503](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.128.132503).  01.04.2022. Q1, Scopus. | <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.128.132503> |
| 2 | Measurement of the helicity dependence for single π0 photoproduction from the deuteron. | European Physical Journal A 58, 113 (2022). DOI:[10.1140/epja/s10050-022-00760-4](https://doi.org/10.1140/epja/s10050-022-00760-4).  Submitted 03.03.2022  Q1, Scopus. | <https://link.springer.com/article/10.1140/epja/s10050-022-00760-4>  Published 30 June 2022. |
| 3 | Target and beam-target asymmetries for the γp→π0π0p reaction. | 27 Sep 2022 | <https://doi.org/10.48550/arXiv.2207.14079> |
| 4 | First measurement of polarisation transfer Cnx′ in deuteron photodisintegration and the signatures of the d∗(2380) hexaquark | Preprint submitted to EPJ | <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.12299> |
| 5 | Neutron polarisation transfer, Cx′, in π+ photoproduction off the proton | Preprint submitted to Physics Letters B | <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.09688> |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Протвино** | | | |
| 1 | Концептуальный проект эксперимента СПАСЧАРМ | ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И АТОМНОГО ЯДРА 2023. Т.54, вып.1. C.6–189 | <http://www1.jinr.ru/Pepan/v-54-1/02_abramov.pdf> |

**2.3. Статус и стадия (TDR, СDR, ongoing project) реализации проекта / подпроекта КИП**(включая процент реализации заявленных этапов по проекту / подпроекту КИП*(если применимо))*

**2.4. Результаты сопутствующей деятельности**

2.4.1. Научно-образовательная деятельность. Список защищенных диссертаций.

2.4.2. Полученные гранты (стипендии) ОИЯИ.

2.4.3. Награды и премии.

2.4.4. Иные результаты (экспертная, научно-организационная, научно-популяризационная деятельность).

**3. Международное научно-техническое сотрудничество**.

Фактически участвующие страны, институты и организации

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Организация** | **Страна** | **Город** | **Участники** | **Тип соглашения** |
| **Чешский техни-**  **ческий универ-**  **ситет** | **ЧР** | **Прага** | **M. Solar** | **Соглашение о сотрудничестве** |
| **Университет г.Майнц**  **Университет г.Бонн** | **Германия**  **Германия** | **Майнц**  **Майнц**  **Бонн** | **А2 Collaboration at MAMI.**  **Collaboration P2 MESA**  **Collaboration**  **“Crystal Barrel”** | **Контракт**  **Контракт**  **Контракт** |
| **Институт физики высоких энергий** | **РФ** | **Протвино** | **В.В. Абрамов, А.Н. Васильев, В.В. Мочалов** | **Договор** |
| **МИФИ** | **РФ** | **Москва** | **М.В. Нурушева В.А. Окороков, В.Л. Рыков** |  |
| **ИЯИ РАН** | **РФ** | **Москва** | **Г.М. Гуревич** |  |

**4. План/факт анализ использованных ресурсов: кадровых (в т.ч. ассоциированный персонал), финансовых, информационно-вычислительных, инфраструктурных**

**4.1. Кадровые ресурсы** (фактически на время подачи отчета)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№№ п/п** | **Категория работника** | **Основной персонал, сумма FTE** | **Ассоциированный персонал, сумма FTE** |
| 1. | научные работники | 8 |  |
| 2. | инженеры | 7 |  |
| 3. | специалисты | ~~1~~ |  |
|  | **Итого:** | **14** |  |

**4.2. Фактическая сметная стоимость проекта / подпроекта КИП**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименования затрат, ресурсов, источников финансирования** | | | **Стоимость (тыс. долл.) потребности  в ресурсах** | **Предложение лаборатории по распределению финансирования и ресурсов** | | | | |
| 1 год | 2 год | 3 год | 4 год | 5 год |
|  | | Международное сотрудничество (МНТС) |  |  |  |  |  |  |
| Материалы |  |  |  |  |  |  |
| Оборудование и услуги сторонних организаций |  |  |  |  |  |  |
| Пуско-наладочные работы |  |  |  |  |  |  |
| Услуги научно-исследовательских организаций |  |  |  |  |  |  |
| Приобретение программного обеспечения |  |  |  |  |  |  |
| Проектирование/строительство |  |  |  |  |  |  |
| Сервисные расходы (*планируются в случае прямой принадлежности к проекту)* |  |  |  |  |  |  |
| **Необходимые ресурсы** | **Нормо-час** | Ресурсы |  |  |  |  |  |  |
| * Сумма FTE, |  |  |  |  |  |  |
| * ускорителя/установки, |  |  |  |  |  |  |
| * реактора |  |  |  |  |  |  |
| **Источники финансирования** | **Бюджетные средства** | Бюджет ОИЯИ  *(статьи бюджета)* |  |  |  |  |  |  |
| **Внебюджет**  **(доп. смета)** | Вклады соисполнителей  Средства по договорам  с заказчиками  Другие источники финансирования |  |  |  |  |  |  |

**4.3. Другие ресурсы**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вычислительные ресурсы** | **Распределение по годам** | | | | |
| 1 год | 2 год | 3 год | 4 год | 5 год |
| Хранение данных (ТБ)  - EOS  - Ленты |  |  |  |  |  |
| Tier 1 (ядро-час) |  |  |  |  |  |
| Tier 2 (ядро-час) |  |  |  |  |  |
| СК «Говорун» (ядро-час)  - CPU  - GPU |  |  |  |  |  |
| Облака (CPU ядер) |  |  |  |  |  |

**5. Заключение**

**6. Предлагаемые рецензенты**

**Руководитель темы / КИП**

**/ /**  
**“ “ 202\_г.**

**Руководитель проекта (шифр проекта) КИП 04-2-1126-2015/2023**

**Ю,А. Усов / /**  
**“ “ 202\_г.**

**Экономист Лаборатории**

**Г.А. Усова / /  
“ “ 202\_ г.**