

**ПРОБЛЕМНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ  
И МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НА 2019 ГОД**

Дубна 2018

## Содержание

|   |  |
|---|--|
| <b>Теоретическая физика</b>                                       | <b>7</b>   |
| 01-1135-3-2019/2023   | Фундаментальные взаимодействия полей и частиц<br>Д.И. Казаков, О.В. Теряев . . . . . 8   |
| 01-3-1136-2019/2023   | Теория ядерных систем<br>Н.В. Антоненко, С.Н. Ершов, А.А. Джиоев . . . . . 18  |
| 01-3-1137-2019/2023   | Теория сложных систем и перспективных материалов<br>В.А. Осипов, А.М. Поволоцкий . . . . . 25  |
| 01-3-1138-2019/2023   | Современная математическая физика: гравитация, суперсимметрия и струны<br>Исаев А.П., Кривонос С.О., Сорин А.С. . . . . 31   |
| 01-3-1117-2014/2023   | Дубненская международная школа современной теоретической физики (DIAS-TH)<br>В.В. Воронов, А.С. Сорин . . . . . 38   |
| <b>Физика элементарных частиц и релятивистская ядерная физика</b> | <b>43</b>  |
| 02-2-1123-2015/2019   | Участие ОИЯИ в программе физических исследований на установке BES-III<br>А.С. Жемчугов . . . . . 44  |
| 02-0-1081-2009/2019   | ATLAS. Модернизация установки и физические исследования на LHC<br>В.А. Бедняков . . . . . 47   |
| 02-2-1124-2015/2020   | Поиск новой физики в экспериментах на интенсивных пучках мюонов<br>В.В. Глаголев . . . . . 50  |
| 02-2-1099-2010/2023   | Исследование нейтринных осцилляций<br>Д.В. Наумов, А.Г. Ольшевский . . . . . 54  |
| 02-0-1108-2011/2019   | Эксперимент PANDA на ускорительном комплексе FAIR<br>Г.Д. Алексеев . . . . . 57  |
| 02-2-1125-2015/2020   | Астрофизические исследования в эксперименте TAIGA<br>Л.Г. Ткачев . . . . . 59  |
| 02-2-1134-2018/2019   | Эксперимент COMET на ускорительном комплексе J-PARC<br>З. Цамалаидзе . . . . . 62  |
| 02-1-1106-2011/2019   | Исследования сжатой барионной материи на ускорительном комплексе GSI<br>В.П. Ладыгин, В.В. Иванов . . . . . 64   |
| 02-1-1096-2010/2019   | Изучение редких распадов заряженных каонов и поиск темного сектора в экспериментах на SPS ЦЕРН<br>В.Д. Кекелидзе, Ю.К. Потребеников . . . . . 67   |
| 02-0-1083-2009/2019   | CMS. Компактный мюонный соленоид на LHC<br>А.В. Зарубин . . . . . 70   |
| 02-0-1085-2009/2019   | Изучение структуры нуклонов и адронов в ЦЕРН<br>А.П. Нагайцев . . . . . 76   |
| 02-1-1086-2009/2020   | Странность в адронной материи и исследование неупругих реакций вблизи кинематических границ<br>Е.А. Строковский, Е.С. Кокоулина, Д.О. Кривенков . . . . . 80   |
| 02-0-1065-2007/2019   | Развитие экспериментальной базы ОИЯИ для получения интенсивных пучков тяжелых ионов и поляризованных ядер с целью поиска смешанной фазы ядерной материи и исследования поляризационных эффектов в области энергий до $\sqrt{S_{NN}} = 11$ ГэВ<br>В.Д. Кекелидзе, А.С. Сорин . . . . . 83 |
| 02-0-1127-2016/2023   | Перспективные разработки систем ускорителей и коллайдеров нового поколения для фундаментальных и прикладных целей<br>Г.Д. Ширков . . . . . 99  |
| 02-1-1097-2010/2021   | Изучение поляризационных явлений и спиновых эффектов на ускорительном комплексе Нуклотрон-М ОИЯИ<br>А.Д. Коваленко . . . . . 102   |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| 02-1-1087-2009/2020   | Исследования по физике релятивистских тяжелых и легких ионов на ускорительных комплексах Нуклотрон/NICA ОИЯИ и SPS ЦЕРН<br>А.И. Малахов . . . . .   | 106        |
| 02-0-1066-2007/2020   | Исследование свойств ядерной материи и структуры частиц на коллайдере релятивистских ядер и поляризованных протонов<br>Р. Ледницки, Ю.А. Панебратцев . . . . .                                | 113        |
| 02-1-1088-2009/2019   | ALICE. Исследование взаимодействий пучков тяжелых ионов и протонов на ЛHC<br>А.С. Водопьянов . . . . .  | 117        |
| 02-1-1107-2011/2019   | Разработка и создание прототипа комплекса для радиотерапии и прикладных исследований на пучках тяжелых ионов Нуклотрона-М<br>С.И. Тютюнников . . . . .  | 121        |
| <b>Ядерная физика</b>   |   | <b>125</b> |
| 03-0-1129-2017/2021   | Развитие ускорительного комплекса и экспериментальных установок ЛЯР (DRIBs-III)<br>Г.Г. Гульбекян, С.Н. Дмитриев, М.Г. Иткис . . . . .  | 126        |
| 03-5-1130-2017/2021   | Синтез и свойства сверхтяжелых элементов, структура ядер на границах нуклонной стабильности<br>М.Г. Иткис . . . . .   | 131        |
| 03-2-1100-2010/2021   | Неускорительная нейтринная физика и астрофизика<br>В.Б. Бруданин, А. Ковалик, Е.А. Якушев . . . . .   | 137        |
| 03-2-1102-2010/2019   | Совершенствование Фазотрона ЛЯП и разработка циклотронов для физических и прикладных исследований<br>Г.А. Карамышева, С.Л. Яковенко . . . . .   | 144        |
| 03-4-1128-2017/2019   | Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона<br>В.Н. Швецов . . . . .  | 146        |
| <b>Физика конденсированных сред, радиационные и радиобиологические исследования</b> |   | <b>157</b> |
| 04-4-1121-2015/2020   | Исследования конденсированного состояния вещества с использованием современных методов нейтронографии<br>Д.П. Козленко, В.Л. Аксёнов, А.М. Балагуров . . . . .                                | 158        |
| 04-4-1105-2011/2019   | Развитие исследовательской ядерной установки ИБР-2 с комплексом криогенных замедлителей нейтронов<br>А.В. Белушкин, А.В. Виноградов . . . . .   | 170        |
| 04-4-1122-2015/2020   | Развитие экспериментальной базы для проведения исследований конденсированных сред на пучках ИЯУ ИБР-2<br>С.А. Куликов, В.И. Приходько, В.И. Боднарчук . . . . .                               | 173        |
| 04-4-1133-2018/2020   | Современные тенденции и разработки в области Рамановской микроспектроскопии и фотолюминесценции для исследований конденсированных сред<br>Г.М. Арзуманян, Н. Кучерка . . . . .                | 177        |
| 04-5-1131-2017/2021   | Радиационно-физические, радиохимические и нанотехнологические исследования на пучках ускоренных тяжелых ионов<br>С.Н. Дмитриев, П.Ю. Апель . . . . .  | 181        |
| 04-9-1077-2009/2020   | Исследования биологического действия тяжелых заряженных частиц различных энергий<br>Е.А. Красавин, Г.Н. Тимошенко . . . . .   | 185        |
| 04-9-1112-2013/2019   | Исследование космического вещества на Земле и в ближайшем космосе; исследование биологических и геохимических особенностей ранней Земли<br>Е.А. Красавин, А.Ю. Розанов, В.Н. Швецов . . . . . | 189        |
| 04-2-1132-2017/2019   | Проведение медико-биологических и радиационно-генетических исследований с использованием различных типов ионизирующих излучений<br>Г.В. Мицын . . . . .                                       | 192        |
| 04-2-1126-2015/2020   | Новые полупроводниковые детекторы для фундаментальных и прикладных исследований<br>Г.А. Шелков . . . . .  | 194        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Сети, компьютеринг, вычислительная физика</b>   | <b>199</b> |
| 05-6-1118-2014/2019 Информационно-вычислительная инфраструктура ОИЯИ<br>В.В. Кореньков . . . . .   | 200        |
| 05-6-1119-2014/2019 Методы, алгоритмы и программное обеспечение для моделирования<br>физических систем, математической обработки и анализа<br>экспериментальных данных<br>Г. Адам, П.В. Зрелов . . . . .                                     | 207        |
| 05-8-1037-2001/2019 Аналитические и методические разработки для определения перспектив<br>научных исследований и сотрудничества по основным направлениям<br>развития ОИЯИ. Организация международного сотрудничества<br>А.С. Сорин . . . . . | 218        |
| <b>Образовательная программа</b>   | <b>221</b> |
| 06-0-1139-2019/2023 Организация, обеспечение и развитие программы подготовки кадров в<br>ОИЯИ<br>В.А. Матвеев, С.З. Пакуляк . . . . .  | 222        |
| <b>Алфавитный указатель: международное сотрудничество</b>  | <b>227</b> |

Ответственные за подготовку ПТП ОИЯИ  
Н.А. Боклагова  
Л.К. Иванова

© ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
Дубна 2018

Все темы Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества Объединенного института ядерных исследований распределены по научным направлениям. Каждой теме присваивается шифр, состоящий из пяти групп цифр:

- 1 группа \* - номер направления исследований
- 2 группа \*\* - лаборатория или другие подразделения ОИЯИ
- 3 группа - порядковый номер темы
- 4 группа - сроки начала работ по теме
- 5 группа - сроки окончания работ по теме

---

|  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* 01 - Теоретическая физика</li> <li>02 - Физика элементарных частиц и релятивистская ядерная физика</li> <li>03 - Ядерная физика</li> <li>04 - Физика конденсированных сред, радиационные и радиобиологические исследования</li> <li>05 - Сети, компьютеринг, вычислительная физика</li> <li>06 - Образовательная программа</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>** 0 - Общеинститутская тематика</li> <li>1 - Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина (ЛФВЭ)</li> <li>2 - Лаборатория ядерных проблем им. В.П. Джелепова (ЛЯП)</li> <li>3 - Лаборатория теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова (ЛТФ)</li> <li>4 - Лаборатория нейтронной физики им. И.М. Франка (ЛНФ)</li> <li>5 - Лаборатория ядерных реакций им. Г.Н. Флерова (ЛЯР)</li> <li>6 - Лаборатория информационных технологий (ЛИТ)</li> <li>8 - Научно-организационный отдел (НОО)</li> <li>9 - Лаборатория радиационной биологии (ЛРБ)</li> </ul> |
|--|---|



Теоретическая  
физика  
(01)

## Фундаментальные взаимодействия полей и частиц

Руководители темы:

Казаков Д.И.

Теряев О.В.

### Участвующие страны и международные организации:

Азербайджан, Армения, Беларусь, Болгария, Великобритания, Венгрия, Вьетнам, Германия, Грузия, Испания, Италия, Казахстан, Канада, Китай, Мексика, Монголия, Нидерланды, Норвегия, Польша, Португалия, Республика Корея, Россия, Сербия, Словакия, США, Узбекистан, Украина, Финляндия, Франция, ЦЕРН, Чехия, Чили, Швейцария, Швеция, Япония, ИСТР.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Построение теоретических моделей на основе концепций калибровочной симметрии, суперсимметрии, дуальности и интегрируемости, и их применение к описанию свойств и взаимодействий элементарных частиц.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы:

1. Развитие квантовополевого формализма калибровочных и суперсимметричных теорий. Построение и исследование моделей физики частиц вне рамок Стандартной модели. Теоретическое сопровождение экспериментов на Большом адронном коллайдере по поиску новой физики и изучению свойств бозона Хиггса.
2. Исследование свойств нейтрино и нейтринных осцилляций. Расчет радиационных поправок к процессам рождения частиц в рамках Стандартной модели и её расширений.
3. Исследование свойств адронов в рамках квантовой хромодинамики и феноменологических кварковых моделей. Изучение свойств тяжёлых кварков и экзотических адронов. Исследование прецизионных эффектов. Изучение спиновой структуры адронов с помощью обобщённых и зависящих от поперечного импульса партонных распределений и теоретическая поддержка программы NICA/SPD.
4. Исследование свойств плотной адронной материи и теоретическая поддержка программы NICA/MPD.
5. Теоретическая поддержка проводимых и планируемых экспериментов на установках ОИЯИ, ИФВЭ, ЦЕРН, GSI, JLab и других физических центров.

### Ожидаемые результаты по этапам темы в текущем году:

1. Исследование неопределенностей, связанных с киральным характером взаимодействий Стандартной модели, при расчете четырехпетлевых бета-функций для калибровочных констант связи.

Исследование возможности объяснения распада бозонов Хиггса на  $\mu - \tau$  лептонную пару в рамках суперсимметричных расширений Стандартной модели.

Анализ пространства параметров суперсимметричных и несуперсимметричных моделей с целью выделения областей, в которых происходит усиление вкладов в редкие распады SM. Формулировка обобщённой группы перенормировок на примере  $N = 1$  суперсимметричной теории в  $D = 8$ .

Исследование шестимерных конформных суперсимметричных теорий и получение формулы факторизации для киральных амплитуд.

Построение минимальных самосогласованных моделей темной материи, характеризующихся спином частиц темной материи и спином переносчиков взаимодействий, включая всевозможные перенормируемые взаимодействия.

Исследование адронных вкладов в прецизионные наблюдаемые Стандартной Модели в рамках дисперсионного подхода в КХД.

Разработка подходов, повышающих эффективность расчетов одномерных и двумерных интегралов Меллина-Барнса с использованием приближений для точных контуров стационарной фазы.

Разработка метода решения многопетлевых уравнений Бакстера, возникающих в подходе квантовой спектральной кривой для различных суперсимметричных теорий поля без ограничения на квантовые числа состояний соответствующих спиновых цепочек, в частности для произвольных спинов операторов в  $sl(2)$  секторе. Использование последнего для вычисления аномальных размерностей операторов твиста 1 и 2 на уровне представляющем трудности для существующих методов.

Разработка методов вычисления мастер-интегралов с эллиптической структурой. Использование последних для вычисления мастер-интегралов, необходимых при расчете 2-х петлевого сечения рождения одиночного кваркония в условиях БАК, а также при вычислении 2-х петлевых амплитуд с внешними линиями как на массовой поверхности так и вне ее (реджеонные амплитуды) с произвольным числом внешних линий в случае  $N = 4$  суперсимметричной теории Янга-Миллса.

Исследование  $Q^2$ -эволюции средних множественностей в первых двух порядках теории возмущений с учетом пересуммирования двойных логарифмов.

Рассмотрение  $Q^2$ -эволюции структурной функции  $F_2$  и ее производных при малых  $x$  в первых трех порядках теории возмущений с учетом поправок БФКЛ.

Изучение высокоэнергетических космических нейтрино как уникального связующего звена с физикой за пределами Стандартной модели. Наблюдение нейтринных событий в диапазоне энергий TeV-PeV в обсерватории IceCube может указывать на их астрофизическое происхождение и механизмы их образования в сценариях за пределами Стандартной модели.

Компьютерные симуляции возможности детектирования резонансов частиц Хиггса  $\Delta^0$ ,  $\Delta^+$  и  $\Delta^{++}$ , возникающих в лево-право симметричных расширениях Стандартной модели в свете предложенной модернизации нейтринной обсерватории IceCube.

Изучение эффектов смешивания стерильных нейтрино с активными состояниями  $\nu_e$ ,  $\nu_\mu$  и  $\nu_\tau$  в свете ожидаемых результатов наблюдений на обновленной нейтринной обсерватории IceCube.

2. Унификация обобщенных партонных распределений нуклонов и мезонов. Исследование зависимости от переданного импульса ОПП нуклонов и мезонов с учетом двухфотонных поправок.

Исследование процессов  $e^+e^-$ -аннигиляции и распада тау-лептона с участием трёх мезонов в конечных состояниях.

Классическое и квантово-механическое описание взаимодействия закрученных (вихревых) частиц с внешними полями.

Изучение спиновых функций распределения и фрагментации с использованием подхода обобщенных усеченных моментов Меллина.

Вычисление коэффициентной функции для форм-фактора жесткого процесса  $\gamma^*\gamma^* \rightarrow \pi^0$  в NNLO КХД.

Развитие пакета программ HYPERDIRE для дифференциальной редукции гипергеометрических функций типа Хорна с произвольным количеством аргументов; изучение аналитических свойств функций, возникающих в рамках разложений гипергеометрических функций типа Хорна в ряд Лорана в окрестностях (или вокруг) рациональных значений параметров.

Теоретический расчет отклика сигнала и фонов в планируемом на основе N A64 новом эксперименте по поиску легкого векторного бозона со вторичным мюонным пучком.

Вычисление в рамках правил сумм на световом конусе, с точностью до поправок в КХД и с учетом вкладов всех твистов, переходных форм факторов, связанных с пион-нуклонным процессом, в результате которого рождаются виртуальный фотон и другой нуклон, а также нуклонных форм-факторов на основе аксиального интерполяционного тока.

Расчет сечений процесса эксклюзивного Дрелла-Яна при энергии NICA с учетом кварк-глюонных и кварк-кварковых вкладов.

Исследование компонент тензора энергии импульса адронов в различных непertурбативных функциях КХД и их связи с давлением в адронах.

3. Вычисление и анализ дилептонного спектра в редком распаде  $B_s$ -мезона:  $B_s \rightarrow \gamma l^+ l^-$ , индуцированного нейтральными токами с изменением флэйвора. Соответствующие переходные формфакторы вычисляются в ковариантной модели кварков.

Вычисление адронных вкладов в аномальный магнитный момент мюона за счет механизма рассеяния света на свете в лидирующем и следующем за лидирующем порядках по  $1/N_c$ . Вычисление вкладов легких мезонов в сверхтонкую структуру мюонного водорода.

Изучение свойств аксиально-векторных мезонов  $f_1$ ,  $a_1$  и  $K_1$  как в основном, так и в радиально-возбужденном состояниях, а также их сильных и электромагнитных распадов и их рождения на  $e^+e^-$  встречных пучках и распадах тау-лептона.

Вычисление масс и констант распада экзотических глюоболов методом правил сумм КХД. Изучение динамики глюоболов с помощью разложения по сильной константе связи  $SU(3)$  Гамильтониана в теории Янга-Миллса в калибровке вихревой трубки. Изучение спектра мультикварковых адронов и проявление возможных “экстра-ординарных” дибарионов.

Вычисление двухпетлевых вкладов в меллеровское рассеяние и в процесс Дрелла-Яна в рамках Стандартной модели. Оценка радиационных поправок к процессу антипротон-протонной аннигиляции в лептонную пару и в пару мезонов для установки PANDA.

Разработка модели для вычисления диаграммы Фейнмана однопетлевой собственной энергии связанного электрона в задаче двух кулоновских центров в представлении Фарри.

Систематическое исследование вкладов промежуточных возбужденных скалярных, векторных и аксиально-векторных мезонных состояний в низкоэнергетической аннигиляции электрон-позитронов и в распадах тау-лептонов. Разработка теоретических предсказаний для физической программы Super Charm-Tau фабрики в Новосибирске.

Расчет электрослабых радиационных поправок к процессам, которые будут изучаться на будущих электрон-позитронных коллайдерах сверх-высоких энергий с поляризованными пучками. Участие в теоретическом анализе данных LHC Run-II по прецизионной проверке стандартной модели.

КХД-анализ новых экспериментальных данных LHC и других установок по поляризованным и неполяризованным структурным и фрагментационным функциям нуклонов.

Расчет различных вкладов легких мезонов в сверхтонкую структуру мюонного водорода, аномальный магнитный момент мюона, и другие измеряемые с высокой точностью наблюдаемые.

Исследования КХД вакуума и фазовой диаграммы КХД (также в присутствии сильного магнитного поля): роль странности и многокварковых взаимодействий в характеристиках основных мезонных нонетов, в области “вымерзания” для релятивистских экспериментов с тяжелыми ионами, в положении критической конечной точки, и в режиме плотной материи, характерной для компактных звезд.

Изучение уравнений состояний с высокой плотностью и зависимости массы от радиуса для компактных звезд, а также многополитропного подхода к сильному фазовому переходу первого рода, приводящего к рождению звезд-близнецов с большой массой.

4. Исследование свойств сверхплотной барионной материи с помощью решеточного моделирования двухцветного КХД при ненулевом химическом потенциале. Вычисление плотности, дикваркового конденсата, кирального конденсата и их зависимости от химического потенциала.

Решеточное моделирование и изучение свойств КХД с ненулевой барионной плотностью и магнитным полем. Вычисление уравнения состояния плотной кварк-глюонной плазмы в магнитном поле.

Изучение транспортных коэффициентов кварк-глюонной плазмы в рамках решеточного моделирования. Вычисление электрической проводимости кварк-глюонной плазмы и ее зависимости от температуры с помощью решеточного моделирования КХД с 2+1 кварками.

Изучение деконфайнмента кварков и восстановления киральной симметрии при конечной температуре и в присутствии сильных электромагнитных полей методами решеточной КХД, в частности - катализирующем влиянии электромагнитных полей на деконфайнмент. Детальное изучение сильных электромагнитных полей на монополи и инстантоны в КХД на решетке.

Изучение в рамках коллаборации tmfT свойств кварк-глюонной плазмы (температурная зависимость топологической восприимчивости, глюонные пропагаторы и спектральные функции при ненулевой

температуре, локализация и мобильность фермионных мод и механизмы восстановления киральной симметрии).

Изучение флуктуаций числа частиц и изотопического состава горячего и плотного взаимодействующего пионного газа в большом каноническом и каноническом подходах с учетом конечности системы.

Бозе-эйнштейновская конденсация в пионном газе с динамически фиксированным числом частиц.

Исследование рождения частиц в столкновениях тяжелых ионов в смешанном гидродинамическом подходе и в транспортных моделях (HSD, PHSD) с акцентом на спин-зависимые наблюдаемые. Изучение поляризационных наблюдаемых для дважды странных частиц.

Вычисление скорости рождения нейтрино в нейтронных звездах с учетом средовых изменений свойств нуклонов и нуклон-нуклонного взаимодействия.

Изучение влияния вязкости на множественность рожденных адронов на гидродинамической стадии эволюции адронной системы в столкновениях тяжелых ионов. Исследование спектров и распределений по множественности идентифицированных адронов, включая странные частицы, в диапазоне энергий комплекса НИКА.

Аналитические вычисления ультрарелятивистских распределений по поперечному импульсу для статистики Тсаллиса-З и Ренни.

Исследование конфаймирующих свойств статистического ансамбля сетей доменных стенок, моделирующих пертурбативный вакуум КХД с использованием аналитических и численных методов многомерного интегрирования.

Исследование влияния коллективных хромомагнитных полей на рождение прямых фотонов и дилептонов в столкновениях релятивистских тяжелых ионов.

5. Исследование ионизации атомов в бета-распаде для энергий выбиваемого электрона, сравнимых с энергией ионизации атомов (порядка 10 эВ). Изучение распределения по конечному заряду атомов и детальным эффектам атомной оболочки для экспериментов MUNU и GEMMA.

Описание первого запрещенного бета-распада некоторых ядер, представляющих интерес для интерпретации данных детекторов SuperNEMO, CUORE и др. и пересмотр неопределенностей в спектре реакторных нейтрино, связанных с существованием первых запрещенных бета-распадов ядер.

Глобальный статистический анализ данных по эксклюзивным и инклюзивным взаимодействиям нейтрино и антинейтрино промежуточных и высоких энергий с ядрами, включая недавние результаты экспериментов MiniBooNE, MINERvA, T2K, MicroBooNE, NOvA и др.

Исследование процесса радиационного излучения пары нейтрино, позволяющего наблюдать нарушение сохранения L в электронных оболочках с использованием методов лазерной спектроскопии.

Изучение особенностей флэйворных переходов нейтрино на малых макроскопических расстояниях, обусловленные поведением нейтринного пропагатора вне массовой поверхности. Этот режим возникает в ковариантной квантовополевой теории нейтринных осцилляций и не имеет аналога в стандартном квантовомеханическом подходе. Исследование возможных экспериментальных проявления этого необычного режима нейтринных осцилляций.

Оптимизация универсального монте-карловского нейтринного генератора GENIE – наиболее популярного инструмента, используемого для моделирования и обработки данных всех современных ускорительных экспериментов по изучению взаимодействий нейтрино с веществом.

## Основные этапы темы:

| Этап темы   | Руководители                                   |
|---|--|
| Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ                         | Основные исполнители                           |
| 1. Квантовая теория поля и физика за пределами Стандартной модели | Казаков Д.И.<br>Гладышев А.В.<br>Бедняков А.В. |

|  |  |
|--|--|
| ЛТФ  | Баушев А.Н., Борлаков А.Т., Владимиров А.А., Гнатич М., Дас Ч.Р., Козлов Г.А., Котиков А.В., Мижишин Л., Нестеренко А.В., Онищенко А.И., Пикельнер А.Ф., Ремецки Р., Толкачев Д.М., Яхиббаев Р.М. + 5 студентов  |
| ЛИТ  | Гердт В.П., Тарасов О.В.   |
| ЛЯП  | Бедняков В.А., Будагов Ю.А., Калиновская Л.В., Ткачев Л.Г., Храмов Е.В., Якушев Е.В.   |
| <b>2. КХД и спиновая/3-мерная структура адронов</b>                  | <b>Аникин И.В.</b><br><b>Теряев О.В.</b>   |
| ЛТФ  | Ефремов А.В., Голоскоков С.В., Михайлов С.В., Струзик-Котлож Д.-Б., Селюгин О.В., Дека М., Клопот Я., Волчанский Н.И., Силенко А.Я., Бытьев В.В., Пивоваров А.А., Прохоров Г.Ю., Оганесян А.Г. + 6 студентов   |
| ЛФВЭ   | Иваньшин Ю.И., Савин И.А., Ценов Р., Нагайцев А.П.   |
| ЛЯП  | Гуськов А.В.   |
| <b>3. Феноменология сильных взаимодействий и прецизионная физика</b> | <b>Иванов М.А.</b><br><b>Коробов В.И.</b><br><b>Дорохов А.Е.</b>   |
| ЛТФ  | Арбузов А.Б., Волков М.К., Герасимов С.Б., Сидоров А.В., Осипов А.А., Быстрицкий Ю.М., Павел Х.-П., Альварес Д., Нурлан К., Ганболд Г., Мартинович Л., Суровцев Ю.С., Елисеев С.М., Жаугашева С.А., Бекбаев А.К., Исадыков А.Н., Тюлемисов Ж. + 5 студентов  |
| <b>4. Теория адронной материи при экстремальных условиях</b>         | <b>Блашке Д.</b><br><b>Брагута В.В.</b><br><b>Коломейцев Е.Е.</b><br><b>Неделько С.Н.</b>  |
| VLTP   | Альварес-Кастильо Д.Е., Астраханцев Н.Ю., Бхатгачарая Т., Воронин В.Е., Воскресенский Д., Голубцова А.А., Гнатич М., Дека М., Доркин С.М., Дорохов А.Е., Иванов Ю.Б., Илгенфриц Е.-М., Капгарь Л., Котов А.Ю., Маслов К., Никольский А.В., Пандиат С., Парван А., Снигирев А.М., Тайнов В.А., Теряев О.В., Тонеев В.Д., Фризен А.В., Хасегава М., Хворостухин А.С., Зиновьев Г.М. + 4 студента и аспиранта |
| ЛИТ  | Айриян А.С., Григорян Х., Калиновский Ю.Л., Никонов Э.   |
| VBLNER   | Воронюк В., Рогачевский О.В.   |
| <b>5. Теория электрослабых взаимодействий и физики нейтрино</b>      | <b>Наумов В.А.</b><br><b>Криворученко М.И.</b><br><b>Шимковиц Ф.</b>   |
| ЛТФ  | Дорохов А.Е., Быстрицкий Ю.М., Бытьев В.В., Бедняков А.В., Пикельнер А.Ф., Сейлханова Г. Бабич А., Кузьмин К.С., Криворученко М.И., Сокальский И.А., Шкирманов Д.С + 1 студент   |

ЛФВЭ

Зыкунов В.А., Какорин И.Д.

ЛЯП

Наумов Д.В., Петрова О.Н., Смирнов О.Ю., Третьяк В.И., Калиновская Л.В., Садыков Р.Р., Сапронов А.А., Дыдышко Е.В. + 2 студента

**Сотрудничество по теме:**

| <b>Страна или международная организация</b> | <b>Город</b> | <b>Институт или лаборатория</b> | <b>Участники</b>         | <b>Статус</b>     |
|---|--------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Азербайджан                                 | Баку         | ИФ НАНА                         | Рустамов А. + 3 чел.     | Обмен визитами    |
| Армения                                     | Ереван       | ННЛА                            | Мкртчян Р.Л. + 1 чел.    | Обмен визитами    |
|   |              | РАУ                             | Саркисян А.А.            | Совместные работы |
| Беларусь                                    | Минск        | ИФ НАНБ                         | Толкачев Д.М. + 4 чел.   | Обмен визитами    |
|   |              | НИИ ЯП БГУ                      | Тихомиров В.В.           | Совместные работы |
|   | Гомель       | ОИЭЯИ-Сосны                     | Кувшинов В.И. + 5 чел.   | Совместные работы |
|   |              | НАНБ                            | Галынский М.В.           | Обмен визитами    |
|   |              | ГГТУ                            | Тимошин С.И. + 2 чел.    | Совместные работы |
|   |              |                                 | Соловцова О.П. + 3 чел.  | Обмен визитами    |
|   |              | ГГУ                             | Авакян С.Л. + 1 чел.     |                   |
|   |              |                                 | Максименко Н.В. + 1 чел. | Совместные работы |
|   |              |                                 | Андреев В.В. + 2 чел.    | Обмен визитами    |
| Болгария                                    | София        | INRNE BAS                       | Стаменов Д.              | Обмен визитами    |
|   |              | SU                              | Христова К.              |                   |
|   |              |                                 | Чижов М.В.               | Обмен визитами    |
|   |              |                                 | Бояджиев Т.              |                   |
| Вьетнам                                     | Ханой        | IOР VAST                        | Нгуен Ван Хьеу + 2 чел.  | Обмен визитами    |
| Грузия                                      | Тбилиси      | RMI TSU                         | Герсеванишвили В.Р.      | Обмен визитами    |
|   |              | TSU                             | Гогилидзе С.А.           | Совместные работы |
| Казахстан                                   | Астана       | АФ РГП ИЯФ                      | Здоровец М.В.            | Совместные работы |
|   | Алматы       | АФИ                             | Мычелкин Э.Г.            | Совместные работы |
|   |              | РГП ИЯФ                         | Такибаев Н.Ж.            | Обмен визитами    |
|   |              |                                 | Пеньков Ф.М.             | Совместные работы |
| Монголия                                    | Улан-Батор   | IPТ MAS                         | Намсрай Х. + 3 чел.      | Обмен визитами    |
| Польша                                      | Краков       | NINP PAS                        | Щурек А.                 | Обмен визитами    |
|   | Кельце       | JKU                             | Хожеля А. + 2 чел.       | Обмен визитами    |
|   | Лодзь        | UL                              | Газдицки М. + 2 чел.     | Обмен визитами    |
|   | Отвоцк-Сверк | NCBJ                            | Маевски М.               | Обмен визитами    |
| Россия                                      | Москва       | ИММ РАН                         | Павловски М.             | Совместные работы |
|   |              | ИТЭФ                            | Ковалев В.Ф.             | Совместные работы |
|   |              |                                 | Высоцкий М.И.            | Обмен визитами    |
|   |              |                                 | Новиков В.А.             |                   |
|   |              |                                 | Захаров В.И. + 2 чел.    |                   |
|   |              |                                 | Борняков В.Г. + 2 чел.   |                   |
|   |              |                                 | Симонов Ю.А.             |                   |
|   |              |                                 | Кривенко С.В.            |                   |
|   |              |                                 | Борк Л.В.                |                   |
|   |              |                                 | Криворученко М.И.        |                   |
|   |              | МГУ                             | Белокуров В.В.           | Совместные работы |
|   |              |                                 | Грац Ю.В.                |                   |

|                |              |   |                                     |
|----------------|--------------|---|-------------------------------------|
|                | МИАН         | Славнов А.А. + 3 чел.<br>Арефьева И.Я. + 2 чел.   | Обмен визитами                      |
|                | НИИЯФ МГУ    | Арбузов Б.А.<br>Боос Э.Э. + 2 чел.<br>Саврин В.И. + 3 чел.<br>Беляев А.С.<br>Богословский Г.Ю.<br>Ильин В.А. + 3 чел. | Совместные работы                   |
|                | НСК РАН      | Фаустов Р.Н. + 2 чел.   | Обмен визитами                      |
|                | РУДН         | Севастьянов Л.А.  | Совместные работы                   |
|                | ФИАН         | Манько В.И. + 2 чел.  | Обмен визитами                      |
| Москва, Троицк | ИЯИ РАН      | Рубаков В.А. + 3 чел.<br>Красников Н.В.<br>Кузьмин В.А.<br>Курепин А.Б.<br>Катаев А.Л.<br>Чеканов Н.А.                | Обмен визитами                      |
| Белгород       | БелГУ        | Ким В.Т.  | Совместные работы                   |
| Гатчина        | НИЦ КИ ПИЯФ  | Бирбраир Б.Л. + 2 чел.<br>Куперин Ю.А. + 2 чел.<br>Докшицер Ю.Л.<br>Ким В.Т. + 3 чел.<br>фон Шлиппе В.                | Обмен визитами                      |
| Иваново        | ИвГУ         | Рутенберг М.Л. + 1 чел.   | Совместные работы                   |
|                | ИХР РАН      | Ноговицын Е.А.  | Совместные работы                   |
| Иркутск        | ИДСТУ СО РАН | Раджабов А.Е. + 1 чел.  | Обмен визитами                      |
| Йошкар-Ола     | ПГТУ         | Корюкин В.М. + 2 чел.   | Обмен визитами                      |
| Казань         | КФУ          | Кайгородов В.Р. + 2 чел.  | Обмен визитами                      |
| Новосибирск    | ИМ СО РАН    | Гинзбург И.Ф. + 1 чел.<br>Ачасов Н.Н. + 2 чел.  | Обмен визитами                      |
|                | ИЯФ СО РАН   | Грозин А.Г.<br>Ли Р.Н.  | Обмен визитами                      |
| Омск           | ОмГУ         | Косенко Г.И. + 2 чел.   | Совместные работы                   |
| Пермь          | ПГНИУ        | Хеннер В.К.   | Обмен визитами                      |
| Протвино       | ИФВЭ         | Герштейн С.С.<br>Соловьев В.О.<br>Тюрин Н.Е. + 2 чел.<br>Петров В.А.<br>Лиходед А.К. + 2 чел.                         | Обмен визитами                      |
| Ростов-на-Дону | ЮФУ          | Бейлин В.А. + 2 чел.  | Совместные работы<br>Обмен визитами |
| С.-Петербург   | СПбГУ        | Ляховский В.Д. + 3 чел.<br>Яппа Ю.А.<br>Тархов Д.А.   | Совместные работы                   |
|                | СПбГПУ       | Антонов В.И.<br>Тархов Д.А.   | Совместные работы                   |
| Самара         | СамГУ        | Велижанин В.Н. + 2 чел.<br>Бирюков А.А. + 3 чел.  | Обмен визитами                      |
|                | СУ           | Мартыненко А.П. + 3 чел.  | Совместные работы                   |
| Саратов        | СГУ          | Салеев В.А. + 2 чел.<br>Смолянский С.А. + 2 чел.<br>Тюхтяев Ю.Н. + 2 чел.<br>Сучков С.Г.                              | Совместные работы                   |

|             |                |                |                          |                     |            |
|-------------|----------------|----------------|--------------------------|---------------------|------------|
|             | Саров          | ВНИИЭФ         | Незнамов В.П.            | Совместные работы   |            |
|             | Тверь          | ТьГУ           | Косяков Б.П.             | Обмен визитами      |            |
|             | Томск          | ИСЭ СО РАН     | Шаров Г.Н.               | Обмен визитами      |            |
|             |                | ТГУ            | Багров В.Г. + 2 чел.     | Обмен визитами      |            |
|             | Черноголовка   | ИТФ РАН        | Обухов В.В.              | Обмен визитами      |            |
| Словакия    | Братислава     | CU             | Николаев Н.Н. + 3 чел.   | Обмен визитами      |            |
|             |                | IP SAS         | Белавин А.А. + 2 чел.    | Совместные работы   |            |
|             | Кошице         | IEP SAS        | Дубничкова А.З.          | Совместные работы   |            |
| Узбекистан  | Ташкент        | НИИПФ НУУз     | Дубничка С. + 5 чел.     | Совместные работы   |            |
|             |                | НУУз           | Гнатич М. + 3 чел.       | Совместные работы   |            |
| Украина     | Киев           | ИТФ НАНУ       | Муминов Т.М.             | Совместные работы   |            |
|             |                | Днепропетровск | Мусаханов М.М. + 3 чел.  | Обмен визитами      |            |
|             | Луцк           | ДНУ            | Горенштейн М.И. + 3 чел. | Совместные работы   |            |
|             | Львов          | ВНУ            | Скалозуб В.В. + 1 чел.   | Обмен визитами      |            |
|             |                | ИППИМ НАНУ     | Свидзинский А.В.         | Обмен визитами      |            |
|             |                | ЛНУ            | + 1 чел.                 | Обмен визитами      |            |
|             | Сумы           | СумГУ          | Скоробогатько В.Я.       | Обмен визитами      |            |
|             | Харьков        | ННЦ ХФТИ       | Пельх В.А. + 2 чел.      | Совместные работы   |            |
| Чехия       | Прага          | СТУ            | Швед Н.Р.                | Совместные работы   |            |
|             |                | CU             | Чикалов В.               | Совместные работы   |            |
|             |                | IP CAS         | Меренков Н.П. + 1 чел.   | Совместные работы   |            |
| Венгрия     | Ржеж           | NPI CAS        | Чеканов Н.А. + 2 чел.    | Обмен визитами      |            |
|             |                | Будапешт       | Главаты Л.               | Обмен визитами      |            |
|             |                | ELTE           | Горжейши И.              | Обмен визитами      |            |
|             |                | Wigner RCP     | Завада П.                | Обмен визитами      |            |
| Германия    | Берлин         | FU Berlin      | Труглик Э. + 2 чел.      | Обмен визитами      |            |
|             |                | HUB            | Почик Д. + 1 чел.        | Обмен визитами      |            |
|             |                |                | Френкель А.              | Обмен визитами      |            |
|             | Ахен           | RWTH           | Гогохия В.Ш. + 1 чел.    | Соглашение          |            |
|             | Билефельд      | Ун-т           | Кляйнерт Х. + 2 чел.     | Соглашение          |            |
|             | Бонн           | UniBonn        | Эберт Д.                 | Соглашение          |            |
|             |                |                | Штаудахер М.             | Совместные работы   |            |
|             | Бохум          | RUB            | Каструп Х.               | Соглашение          |            |
|             | Вуппергаль     | UW             | Лаерман Е. + 1 чел.      | Соглашение          |            |
|             | Гамбург        | DESY           | Гелен Г.                 | Соглашение          |            |
|             |                |                | Ун-т                     | Риттенберг В.       | Соглашение |
|             |                |                | Ун-т                     | Поляков М. + 2 чел. | Соглашение |
| Гейдельберг |                | Ун-т           | Стефанис Н.              | Соглашение          |            |
|             |                |                | Кролл П.                 | Соглашение          |            |
|             |                |                | Гроше К.                 | Соглашение          |            |
|             |                |                | Книль В.                 | Совместные работы   |            |
|             |                |                | Веретин О.Л.             | Соглашение          |            |
|             |                |                | Хюфнер И. + 3 чел.       | Соглашение          |            |
|             |                |                | Нахтман О. + 2 чел.      | Соглашение          |            |
|             |                |                | Верзе Р. + 1 чел.        | Соглашение          |            |
|             | Дортмунд       | TU Dortmund    | Глюк М. + 2 чел.         | Соглашение          |            |
|             | Йена           | Ун-т           | Баслер М. + 1 чел.       | Соглашение          |            |
|             | Карлсруэ       | KIT            | Де Боер В. + 2 чел.      | Соглашение          |            |
|             | Кайзерслаутерн | TU             | Рюль В. + 2 чел.         | Соглашение          |            |

|                  |                        |                        |  |                                     |
|------------------|------------------------|------------------------|--|-------------------------------------|
|                  | Майнц                  | HIM                    | Маас Ф. + 2 чел  | Обмен визитами<br>Совместные работы |
|                  |                        | JGU                    | Кернер Ю.<br>Вандерхаген М.                                | Соглашение                          |
|                  | Мюнхен                 | LMU                    | Фрич Г.<br>Дрекслер В. + 3 чел.                            | Соглашение                          |
|                  | Регенсбург             | UR                     | Шефер А.<br>Браун В. + 2 чел.                              | Соглашение                          |
|                  | Росток                 | Ун-т                   | Шрёдер Х. + 3 чел.   | Соглашение                          |
|                  | Тюбинген               | Ун-т                   | Фогельзанг В.<br>Фесслер А.<br>Любовицкий В.Е.<br>Гутше Т. | Соглашение                          |
|                  | Цойтен                 | DESY                   | Блюмляйн И.<br>Риманн Т. + 3 чел.<br>Новак В. + 2 чел.     | Соглашение                          |
|                  | Эрланген               | FAU                    | Лешке Х.   | Соглашение                          |
|                  | Юлих                   | FZJ                    | Кревальд С. + 1 чел.                                       | Соглашение                          |
| Италия           | Неаполь                | INFN                   | Санторелли Ф.  | Соглашение                          |
|                  | Павия                  | INFN                   | Боффи З. + 2 чел.  | Совместные работы                   |
|                  | Падуя                  | UniPd                  | Паскини Б.<br>Бассетто А.                                  | Соглашение                          |
|                  | Пиза                   | INFN                   | Ди Джакомо А. + 2 чел.<br>Менотти П.<br>Минчев М.          | Соглашение                          |
|                  | Триест                 | SISSA/ISAS             | Петков С.  | Обмен визитами                      |
|                  | Турин                  | UniTo                  | Альберико В.<br>Ансельмино М. + 2 чел.                     | Совместные работы                   |
| Сербия           | Белград                | Ун-т                   | Благовевич М.<br>Николич М.<br>Саздович Б.<br>Шлячки Д.    | Обмен визитами                      |
| Великобритания   | Лондон                 | Imperial College<br>QM | Лидер Э. + 1 чел.<br>Чарап Д.                              | Обмен визитами<br>Обмен визитами    |
|                  | Кентербери             | Ун-т                   | Райдер Л.  | Обмен визитами                      |
| Испания          | Валенсия               | UV                     | Венто В.   | Обмен визитами                      |
|                  | Сантьяго-де-Компостела | USC                    | Паренте Г.   | Обмен визитами                      |
| Канада           | Корнер-Брук            | MUN                    | Алексеевс А.<br>Барканова С.                               | Обмен визитами                      |
|                  | Монреаль               | UdeM                   | Винтерниц П.<br>Патера И.                                  | Совместные работы                   |
| Китай            | Пекин                  | PKU                    | Пинг Ванг  | Совместные работы                   |
|                  | Ланьчжоу               | IMP CAS                | Пенгминг Жанг<br>Баянг Жанг                                | Совместные работы                   |
|                  | Ухань                  | WIPM CAS               | Ян жонг-Чао  | Совместные работы                   |
| Мексика          | Куэрнавака             | UNAM                   | Вольф К.В.   | Совместные работы                   |
| Норвегия         | Тронхейм               | NTNU                   | Бревик И.  | Совместные работы                   |
| Португалия       | Коимбра                | UC                     | Хиллер Б. + 3 чел.   | Совместные работы                   |
| Республика Корея | Сеул                   | SNU                    | Донг-Пил Мин   | Совместные работы                   |

|           |                     |                        |                           |                   |
|-----------|---------------------|------------------------|---------------------------|-------------------|
| США       | Тэгу                | KNU                    | Янгсок Ох                 | Совместные работы |
|           | Чхонджу             | CBNU                   | Хи-Чанг Юнг               | Совместные работы |
|           | Нью-Йорк            | CUNY                   | Стерман Г. + 1 чел.       | Обмен визитами    |
|           |                     | RU                     | Эванс М.                  | Обмен визитами    |
|           | Колледж Парк        | UMD                    | Гэйтс Дж.                 | Обмен визитами    |
|           | Лемонт              | ANL                    | Робертс К. + 3 чел.       | Обмен визитами    |
|           | Миннеаполис         | U of M                 | Вайнштейн А. + 2 чел.     | Совместные работы |
| Финляндия | Норман              | OU                     | Милтон К.                 | Совместные работы |
|           | Ньюпорт-Ньюс        | JLab                   | Гросс Ф.                  | Обмен визитами    |
|           | Филадельфия         | Penn                   | Радюшкин А.В.             | Обмен визитами    |
|           | Юниверс. Парк       | Penn State             | Сарафян Г. + 1 чел.       | Обмен визитами    |
|           | Хельсинки           | UH                     | Коллинс Р.Д. + 2 чел.     | Обмен визитами    |
|           |                     |                        | Торнквист Н. + 1 чел.     | Совместные работы |
|           | Чаичиан М. + 1 чел. | Совместные работы      |                           |                   |
| Франция   | Париж               | UPMC                   | Тебер С.                  | Совместные работы |
|           | Лион                | UCBL                   | Киблер М.                 | Совместные работы |
|           | Мец                 | UPV-M                  | Артру К.                  | Совместные работы |
|           | Монпелье            | UM2                    | Джулакян Б.               | Совместные работы |
|           | Сакле               | IRFU                   | Мултака Ж. + 3 чел.       | Совместные работы |
|           |                     |                        | Пешански Р. + 1 чел.      | Совместные работы |
|           | СPhN CEA            | Корчемский Г. + 1 чел. | Совместные работы         |                   |
| DAPNIA    | Зинн-Жюстен Ж.      | Обмен визитами         |                           |                   |
| ЦЕРН      | Женева              | ЦЕРН                   | Томази-Густафсон Э.       |                   |
|           |                     |                        | + 2 чел.                  |                   |
|           |                     |                        | Де Рухула А.              | Соглашение        |
| Чили      | Вальпараисо         | UV                     | Альварец-Гоме Л. + 2 чел. |                   |
|           |                     |                        | Светич Горазд             | Совместные работы |
| Швейцария | Берн                | Uni Bern               | Аяла Цесар                |                   |
|           |                     |                        | Гассер Ю.                 | Совместные работы |
| Швеция    | Лунд                | LU                     | Андерсон Б.               | Обмен визитами    |
|           |                     |                        | Пасечник Р. + 2 чел.      |                   |
| Япония    | Токио               | Tokyo Tech             | Макото Ока                | Обмен визитами    |
|           |                     |                        | UT                        | Обмен визитами    |
|           | Киото               | Kyoto Univ.            | Ямазаки Т.                | Обмен визитами    |
|           | Нагоя               | Meiji Univ.            | Хацуда Т.                 | Обмен визитами    |
|           |                     |                        | Kyoto Univ.               | Обмен визитами    |
|           | Цукуба              | Nagoya Univ.           | Кунихиро Т.               | Обмен визитами    |
|           |                     |                        | Савада Ш. + 1 чел.        | Обмен визитами    |
| ИСТР      | Триест              | ИСТР                   | Фуджита Т. + 2 чел.       | Совместные работы |
|           |                     |                        | Шимицу И.                 | Обмен визитами    |
|           |                     |                        | Кумано Ш.                 |                   |
|           |                     |                        | Ранджбар-Даэми С.         | Соглашение        |

## Теория ядерных систем

### Руководители темы:

Антоненко Н.В.  
Ершов С.Н.  
Джиоев А.А.

### Участвующие страны и международные организации:

Армения, Австрия, Беларусь, Бельгия, Болгария, Бразилия, Великобритания, Венгрия, Германия, Греция, Египет, Испания, Индия, Иран, Италия, Казахстан, Канада, Китай, Литва, Молдова, Норвегия, Польша, Республика Корея, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, США, Тайвань, Узбекистан, Украина, Франция, Чехия, Швеция, Швейцария, ЮАР, Япония.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Создание новых теоретических подходов для описания и предсказания свойств нестабильных ядер и экзотических ядерных систем, расчет их характеристик; усовершенствование моделей для объяснения механизмов реакций ядер с частицами и ядрами при низких и промежуточных энергиях; установление универсальных закономерностей поведения низкоразмерных малочастичных систем и малочастичных систем при ультранизких энергиях; разработка двухстадийной гибридной модели ядро-ядерных столкновений при релятивистских энергиях; изучение нелинейных квантовых процессов при взаимодействии фотонов с ультракороткими высокочастотными лазерными импульсами.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы:

1. Создание новых теоретических подходов и моделей для описания и предсказания свойств нестабильных ядер и экзотических ядерных систем и их применение в астрофизических задачах.
2. Объяснение механизмов реакций ядер с частицами и ядрами в широком диапазоне энергий. Создание математически строгих и эффективных методов расчета свойств различных малочастичных систем.
3. Совершенствование моделей, описывающих взаимодействие ядер с частицами и ядрами релятивистских энергий, выявление роли ненуклонных степеней свободы в этих процессах; выяснение характера превращений в ядерной материи при экстремальных температурах и плотностях.

### Ожидаемые результаты по этапам темы в текущем году:

1. Изучение роли связи одно- и двухфононных состояний в описании скоростей бета-распада ядра  $^{130}\text{Cd}$  на траектории  $\gamma$ -процесса.

Развитие метода моментов функции Вигнера путем включения изовекторно-изоскалярной связи для изучения тонкой структуры ядерной ножничной моды.

Исследование индивидуальных 1 тороидальных состояний легких ядер в рамках квазичастичного приближения хаотических фаз с силами Скирма.

Анализ влияния тензорного взаимодействия на процессы, обусловленные слабым взаимодействием, на нагретых ядрах в веществе сверхновых звезд при помощи самосогласованного метода Скирма-ТКПСФ.

Изучение статистических свойств спектра  $1^-$  состояний в изотопах Рь с использованием теории случайных матриц.

Изучение изомерных состояний и их распадных характеристик в сверхтяжелых ядрах.

2. Изучение зависимости корреляций между угловыми и массовыми распределениями продуктов квазиделения и реакций многонуклонных передач от параметров входного канала в столкновениях тяжёлых ионов.

Оценка динамической деформации поверхности ядер в столкновениях тяжёлых ионов при энергиях близких к барьеру.

Установление энергетических ограничений на реализацию истинного тройного деления: последовательного и одновременного механизмов деления.

Изучение влияния динамики зарядовой и массовой асимметрии на ширину массовых распределений продуктов деления в модели двойной ядерной системы.

Исследование обмена парами нуклонов и альфа частицей между ядрами двойной ядерной системы и его влияния на вероятность слияния, с использованием мастер-уравнения с феноменологическими транспортными коэффициентами.

Изучение влияния диссипации на релаксацию коллективных состояний в конечных ядерных системах.

3. Теоретическое исследование ультрахолодного рассеяния на статических примесях в атомных ловушках.

Разработка низкоэнергетического приближения для амплитуды двумерного рассеяния на дальнедействующем потенциале.

Обоснование безусловной базисности спектральных подпространств при несамосопряженных возмущениях самосопряженных гамильтонианов.

Численные расчеты структуры гиперядер с двумя  $\Lambda$ -гиперонами и трехатомных кластеров  $He_2Be$  на основе уравнений Фаддеева.

Анализ метастабильных и связанных состояний тримера бериллия с парными реалистическими взаимодействиями в коллинеарной конфигурации.

Численные расчеты кластерных состояний и развала экзотических ядерных систем.

Получение нового аналитического выражения для вероятности возбуждения атома водорода полем лазера в адиабатическом приближении.

4. Исследование температурных свойств псевдо-скалярных мезонов в рамках решений комбинированных уравнений Дайсона-Швингера и Бете-Солпитера.

Исследование искаженной спиновой спектральной функции  ${}^3He$  для определения трёхмерной структуры нуклона из обобщённых партонных распределений в эксклюзивных глубоко-неупругих процессах.

Получение глюонных и духовых пропагаторов из решения систем уравнений Дайсона-Швингера для вершин и пропагаторов глюонов, духов и кварков с эффективными ядрами взаимодействия.

Разработка релятивистской статистической модели расширяющегося фаербола, заданного в виде различных топологических форм, на основе статистики Больцмана-Гиббса и принципа локального равновесия для описания экспериментальных данных о распределениях по поперечному импульсу адронов, образующихся в столкновениях протонов и тяжелых ионов при высоких энергиях.

Детальный анализ Брейт-Уилеровского процесса рождения электрон-позитронных пар в многократных коротких и ультракоротких (субциклических) лазерных импульсах с произвольными поляризацией и несущей фазой для апробирования нелинейной многофотонной динамики в КЭД.

Развитие теоретических моделей для процессов рождения адронов с тяжелыми кварками в адронных взаимодействиях с целью исследования механизма реакций и структуры экзотических адронов.

Расчёт амплитуды процесса  $gg \rightarrow \pi\pi$  и численные расчеты масс барионов в модели Намбу-Иона-Лазинио с петлей Полякова и тремя ароматами кварков.

Изучение электромагнитных форм-факторов ядра  ${}^3He$  в релятивистском формализме Бете-Солпитера-Фаддеева с учетом двухчастичных состояний с ненулевым орбитальным моментом.

## Основные этапы темы:

| Этап темы<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ              | Руководители<br>Основные исполнители  |
|--|---|
| 1. Микроскопические модели для экзотических ядер и ядерной астрофизики | <b>Воронов В.В.</b><br><b>Джиоев А.А.</b><br><b>Квасил Я.</b>   |
| ЛТФ  | Арсеньев Н.Н., Бальбуцев Е.Б., Вдовин А.И., Ганев Х., Кузьмин В.А., Малов Л.А., Молодцова И.В., Нестеренко В.О., Северюхин А.П., Сушков А.В., Шилов В.М. + 2 студента   |
| ЛИТ  | Ширикова Н.Ю.   |
| ЛНФ  | Суховой А.М.  |
| ЛЯП  | Бруданин В.Б.   |
| 2. Низкоэнергетическая ядерная динамика и свойства ядерных систем      | <b>Ершов С.Н.</b><br><b>Антоненко Н.В.</b><br><b>Джолос Р.В.</b>  |
| ЛТФ  | Адамян Г.Г., Андреев А.В., Безбах А.Н., Егорова И.А., Каландаров Ш., Картавенко В.Г., Назмитдинов Р.Г., Насиров А.К., Паска Х., Рогов И.С., Шнейдман Т.М. + 2 студента  |
| ЛЯР  | Григоренко Л.В., Пенионжкевич Ю.Э.  |
| 3. Квантовые системы нескольких частиц                                 | <b>Мотовилов А.К.</b><br><b>Мележик В.С.</b>  |
| ЛТФ  | Валиолда Д., Виноцкий С.И., Джансейтов Д., Ишмухамедов И. Камалов С.С., Коваль Е.А., Коробицин А.А., Колганова Е.А., Кондратьев В.Н., Клименко О.П., Малых А.В., Мележик В.С., Пупышев В.В., Соловьев Е.А. + 4 студента |
| ЛИТ  | Гердт В.П., Гусев А.А., Чулуунбаатар О.   |
| ЛЯП  | Картавец О.И.   |
| 4. Релятивистская ядерная динамика и нелинейные квантовые процессы     | <b>Буров В.В.</b><br><b>Гайдаров М.</b><br><b>Бондаренко С.Г.</b>   |
| ЛТФ  | Калтарь Л.П., Лукьянов В.К., Мырзабекова Э., Парван А.С., Сагимбаева Н., Титов А.И., Тонеев В.Д., Фризен А.В., Хворостухин А., Юрьев С.А. + 1 студент   |
| ЛИТ  | Земляная Е.В., Лукьянов К.В.  |
| ЛФВЭ   | Малахов А.И., Панебратцев Ю.А., Пискунов Н.М., Рогочая Е.П.   |

**Сотрудничество по теме:**

| <b>Страна или международная организация</b> | <b>Город</b>                  | <b>Институт или лаборатория</b> | <b>Участники</b>   | <b>Статус</b>                          |                   |
|---|-------------------------------|---------------------------------|--|--|-------------------|
| Армения                                     | Ереван                        | ЕГУ                             | Балбекян А. + 1 чел.   | Совместные работы                      |                   |
|   |                               | РАУ                             | Казарян Е.М.<br>Саркисян А.А. + 1 чел.   | Совместные работы                      |                   |
| Беларусь                                    | Минск                         | ИФ НАНБ                         | Левчук М.И. + 1 чел.   | Совместные работы                      |                   |
| Болгария                                    | София                         | INRNE BAS                       | Антонов А. + 5 чел.<br>Стоянов Ч. + 1 чел.   | Совместные работы                      |                   |
|   |                               | NBU                             | Мишев С.   | Совместные работы                      |                   |
| Казахстан                                   | Алматы                        | РГП ИЯФ                         | Пеньков Ф.М.<br>Красовицкий П.М.   | Совместные работы<br>Совместные работы |                   |
| Молдова                                     | Кишинев                       | ИПФ АНМ                         | Базнат М. + 1 чел.   | Совместные работы                      |                   |
| Польша                                      | Варшава                       | UW                              | Рогозинский С.Г.<br>Идзиашек Э.  | Совместные работы                      |                   |
|   |                               | WUT                             | Словински Б.   | Совместные работы                      |                   |
|   | Краков                        | NINP PAS                        | Адамчак А.<br>Беднарчик П.   | Совместные работы                      |                   |
|   | Люблин                        | UMCS                            | Гоздз А.   | Совместные работы                      |                   |
|   | Отвоцк-Сверк                  | NCBJ                            | Коваль М. + 2 чел.   | Совместные работы                      |                   |
| Россия                                      | Москва                        | МГУ                             | Шкаликос А.А.  | Совместные работы                      |                   |
|   |                               | НИЯУ "МИФИ"                     | Пятков Ю.В.  | Совместные работы                      |                   |
|   |                               | НИИЯФ МГУ                       | Тетерева Т.В.<br>Гончаров С.А.<br>Чувильский Ю.М.<br>Третьякова Т.Ю.   | Совместные работы                      |                   |
|   | Москва, Троицк<br>Владивосток | НИЦ КИ                          | Иванов Ю.Б.<br>Толоконников С.<br>Оглоблин А.А.<br>Пономарев Л.И.<br>Борзов И.Н.<br>Камерджиов С.П. + 2 чел. | Совместные работы                      |                   |
|   |                               | РУДН                            | Севастьянов Л.А.   | Совместные работы                      |                   |
|   |                               | ИЯИ РАН                         | Ваградов Г.М.  | Обмен визитами                         |                   |
|   |                               | ДВФУ                            | Резник Б.Л. + 3 чел.<br>Суськов С.Е.<br>Достовалов В.Н.<br>Казаков К.Ю.<br>Гой А.А. + 3 чел.                 | Совместные работы                      |                   |
|   |                               | НИЦ КИ ПИЯФ                     | Исаков В.И.  | Обмен визитами                         |                   |
|   |                               | Омск                            | ОмГУ   | Косенко Г.И. + 2 чел.                  | Совместные работы |
|   |                               | С.-Петербург                    | СПбГУ  | Яковлев С.Л. + 2 чел.                  | Совместные работы |
| Саратов                                     | СГУ                           | Смолянский С.А. + 2 чел.        | Совместные работы  |  |                   |
| Румыния                                     | Бухарест                      | IFIN-HH                         | Ангел Д.<br>Замфир В.<br>Стойка С.   | Совместные работы                      |                   |
| Словакия                                    | Братислава                    | UB                              | Немнес Г.А.  | Совместные работы                      |                   |
|   |                               | CU                              | Ружичка Я.   | Совместные работы                      |                   |
|   |                               | IP SAS                          | Бетак Е.   | Совместные работы                      |                   |

|            |             |                           |   |  |                                  |
|------------|-------------|---------------------------|---|--|----------------------------------|
| Узбекистан | Ташкент     | ИЯФ АН РУз                | Салихбаев У.С.<br>Муминов А.И.  | Совместные работы                      |                                  |
|            |             | НИИПФ НУУз                | Муминов Т.М.  | Совместные работы                      |                                  |
|            |             | ФТИ НПО "Ф.-С."<br>АН РУз | Ишмуратов А.Н.  | Совместные работы                      |                                  |
| Украина    | Киев        | ИТФ НАНУ                  | Филиппов Г.Ф. + 1 чел.  | Обмен визитами                         |                                  |
|            |             | ИЯИ НАНУ                  | Иванюк Ф.<br>Магнер А. + 2 чел.   | Обмен визитами                         |                                  |
|            |             | КНУ                       | Каденко И.М.<br>Крес И.В.   | Совместные работы                      |                                  |
| Чехия      | Прага       | СТУ<br>СУ                 | Бурдик Ч.<br>Квасил Я. + 1 чел.   | Совместные работы<br>Совместные работы |                                  |
|            | Ржеж        | NPI CAS                   | Труглик Э.<br>Шевченко Н.   | Совместные работы                      |                                  |
| Венгрия    | Будапешт    | Wigner RCP                | Зек Й.  | Совместные работы                      |                                  |
|            | Дебрецен    | Atomki                    | Краснахоркаи А.<br>Че Й.  | Совместные работы                      |                                  |
| Германия   | Бонн        | UniBonn                   | Зандхас В. + 2 чел.<br>Альбеверлио С. + 1 чел.                            | Соглашение                             |                                  |
|            | Гамбург     | Ун-т                      | Шмельхер П. + 1 чел.  | Соглашение                             |                                  |
|            | Гиссен      | JLU                       | Ленске Х. + 1 чел.<br>Шайд В.   | Соглашение                             |                                  |
|            | Дармштадт   | GSI                       | Ланганке К.-Х.<br>Штрот Й.<br>Хофман З.<br>Хайнц С.<br>Мартинес Пинедо Г. | Соглашение                             |                                  |
|            |             |                           | TU Darmstadt  | Нойман-Козел П.<br>Пиетралла Н.        | Соглашение                       |
|            |             |                           | Дрезден   | HZDR                                   | Кэмпфер Б. + 1 чел.<br>Мюллер Х. |
|            | Зиген       | Ун-т                      | Брандт С.<br>Дамен Х.<br>Штро Т.  | Соглашение                             |                                  |
|            | Кёльн       | Ун-т                      | Жоли Ж.<br>фон Брентано П.  | Совместные работы                      |                                  |
|            | Лейпциг     | UoC                       | Бордаг М.   | Соглашение                             |                                  |
|            | Майнц       | JGU                       | Тиатор Л.<br>Острик М.<br>Томас А.<br>Брак М.<br>Менникен Р.              | Соглашение                             |                                  |
|            | Регенсбург  | UR                        | Моравец К. + 1 чел.<br>Байер М.   | Соглашение                             |                                  |
|            | Росток      | Ун-т                      | Братковская Е.<br>Дернер Р.<br>Шефлер М.                                  | Соглашение                             |                                  |
|            | Франкфурт/М | Ун-т                      | Райнхард П.-Г.  | Соглашение                             |                                  |
|            | Египет      | Эрланген                  | FAU   | Ханна К.М.                             | Совместные работы                |
|            |             | Каир                      | EAEA  | Эллити А.<br>Абдулмагеад И.<br>Сейф В. | Совместные работы                |
| Гиза       |             | SU                        |   |  |                                  |

|                     |                      |                          |   |                          |
|---------------------|----------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| Италия              | Болонья              | Centro, ENEA             | Вентура А.  | Совместные работы        |
|                     | Катания              | INFN LNS                 | Спиталери С.<br>Черубини С.                                   | Совместные работы        |
|                     | Мессина              | UniMe                    | Джиордина Дж.   | Совместные работы        |
|                     | Неаполь              | INFN                     | Гаргано А.  | Совместные работы        |
|                     | Перуджа              | INFN                     | Чофи дельи Атти С.<br>+ 2 чел.                                | Совместные работы        |
| Сербия<br>ЮАР       | Турин                | UniTo                    | Де Паче А.  | Совместные работы        |
|                     | Белград              | IPB                      | Грозданов Т.  | Совместные работы        |
|                     | Кейптаун<br>Претория | iThemba LABS<br>UNISA    | Смит Ф.Д.<br>Лекала Л. + 1 чел.<br>Ракитянский С.<br>Рамфо Г. | Соглашение<br>Соглашение |
| Австрия             | Стелленбос           | SU                       | Хайс В.Д.   | Соглашение               |
|                     | Инсбрук              | Ун-т                     | Халлер Е.   | Совместные работы        |
| Бельгия             | Брюссель             | VUB                      | Байе Д.<br>Леклерк-Виллен К.                                  | Совместные работы        |
| Бразилия            | Лувен-ля-Нев         | UCL                      | Пиро Б.   | Совместные работы        |
|                     | Нитерой              | UFF                      | Любян Е.  | Совместные работы        |
|                     | Сан-Паулу            | UEP                      | Томио Л.  | Совместные работы        |
|                     | Сан-Жозе-дус-Кампус  | ITA                      | Фредерико Т.  | Совместные работы        |
| Флорианополис       | UFSC                 | Соуза Круз Ф.            | Совместные работы   |                          |
| Великобритания      | Суррей               | Ун-т                     | Диаз-Торрес А. + 1 чел.                                       | Совместные работы        |
| Греция              | Афины                | INP NCSR<br>“Demokritos” | Бонатсос Д. + 2 чел.  | Совместные работы        |
| Индия               | Салоники             | AUTH                     | Грейпеос М. + 1 чел.  | Совместные работы        |
|                     | Касарагод            | CUK                      | Прасад Е., Шамлат А.  | Совместные работы        |
|                     | Чандигарх            | PU                       | Мену Такур  | Совместные работы        |
| Иран                | Зенджан              | IASBS                    | Саедиан Ш.  | Совместные работы        |
| Испания             | Пальма               | UIB                      | Серра Л.  | Совместные работы        |
| Канада              | Гамильтон            | McMaster                 | Берк Д.   | Совместные работы        |
|                     | Саскатун             | U of S                   | Рангачарюлу С.  | Совместные работы        |
| Китай               | Пекин                | CIAE                     | Чжанг Х.К.  | Совместные работы        |
|                     |                      | ITP CAS                  | Энгуанг Чжао<br>Шангуй Чжоу                                   | Совместные работы        |
|                     |                      | PKU                      | Жи Менг + 1 чел.  | Совместные работы        |
| Литва               | Каунас               | VMU                      | Девейкис А.   | Совместные работы        |
| Норвегия            | Берген               | UiB                      | Вааген Я.   | Совместные работы        |
|                     | Осло                 | UiO                      | Рекстад Дж.<br>Бергхольт А.                                   | Обмен визитами           |
| Республика<br>Корея | Сеул                 | SNU                      | О И.С.  | Совместные работы        |
| США                 | Тэджон               | IBS                      | Ким Я., Ким К.  | Совместные работы        |
|                     | Лемонт               | ANL                      | Ли Т.-С.Х.  | Совместные работы        |
|                     | Лос-Аламос           | LANL                     | Джонсон М.Б.  | Совместные работы        |
|                     | Нотр-Дам             | ND                       | Гарг У.<br>Апрахамян А.                                       | Совместные работы        |

|           |               |              |  |  |
|-----------|---------------|--------------|--|--|
|           | Дарем         | NCCU         | Филихин И.<br>Суслов В.                            | Совместные работы                      |
| Тайвань   | Юниверс. Парк | Penn State   | Алвиоли М.   | Совместные работы                      |
|           | Тайбэй        | IP AS<br>NTU | Хо Ю.-К.<br>Шин Нан Янг                            | Совместные работы<br>Совместные работы |
| Франция   | Бордо         | UB           | Хванг Почи В.И.<br>Контен Ф. + 1 чел.              | Соглашение                             |
|           | Кан           | GANIL        | Плошайчак М.                                       | Соглашение                             |
|           | Орсе          | CSNSM        | Бриансон Ш.  | Соглашение                             |
|           |               | IPN Orsay    | Грассо М.<br>Нгуен Ван Джай<br>Шук П.<br>Лакруа Д. | Соглашение                             |
| Швеция    | Гётеборг      | Chalmers     | Жуков М.В.   | Совместные работы                      |
|           | Лунд          | LU           | Оберг С.   | Совместные работы                      |
| Швейцария | Берн          | Uni Bern     | Треттер К.   | Совместные работы                      |
| Япония    | Кобе          | Kobe Univ.   | Мории Т.   | Совместные работы                      |
|           | Мориока       | Iwate Univ.  | Нишизаки С.  | Совместные работы                      |
|           | Осака         | Osaka Univ.  | Такабе Н.  | Совместные работы                      |
|           |               | RCNP         | Ейджири Х.<br>Мицуи Х.<br>Токи Х. + 1 чел.         | Совместные работы                      |

## Теория сложных систем и перспективных материалов

Руководители темы:

Осипов В.А.  
Поволоцкий А.М.

### Участвующие страны и международные организации:

Австралия, Австрия, Азербайджан, Армения, Беларусь, Бельгия, Болгария, Бразилия, Венгрия, Вьетнам, Германия, Дания, Египет, Индия, Иран, Ирландия, Испания, Италия, Канада, Монголия, Новая Зеландия, Польша, Республика Корея, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, Словения, США, Тайвань, Узбекистан, Украина, Франция, Чехия, Швейцария, Южная Африка, Япония.

### Исзуемая проблема и основная цель исследований:

Развитие аналитических и численных методов изучения сложных многочастичных систем, которые представляют актуальный интерес в современной физике конденсированных сред, разработка математических моделей таких систем и выявление универсальных закономерностей на примере изучаемых моделей. Анализ как решетчатых, так и полевых моделей равновесных и неравновесных систем статистической механики и моделирование широкого класса новых материалов, включая наноструктурированные материалы, которые имеют важное прикладное значение. Концепции скейлинга и универсальности позволяют выйти за рамки чисто модельного подхода и применить полученные результаты к широким классам явлений, изучаемым в физике конденсированных сред. Полученные результаты будут использованы при проведении экспериментальных исследований конденсированных сред в ОИЯИ. Важно отметить заметно усиливающийся в последнее время междисциплинарный характер исследований, где физика конденсированного состояния и статистическая физика тесно пересекаются с атомной и ядерной физикой, физикой частиц, астрофизикой, математической физикой и биологией.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы:

1. Развитие имеющихся и создание новых теоретических методов и подходов для описания и предсказания свойств новых материалов, расчет их характеристик и выяснение механизмов, определяющих поведение таких материалов при их функционализации, структурных изменениях, воздействии внешних факторов; выявление универсальных закономерностей поведения равновесных и неравновесных систем статистической механики; компьютерное моделирование широкого класса двумерных материалов и изучение возможности создания различных устройств на их основе; развитие методов исследования сильно коррелированных систем; выяснение корреляции между структурными характеристиками широкого класса материалов и их физическими свойствами.
2. Разработка численно-аналитических пакетов программ.

### Ожидаемые результаты по этапам темы в текущем году:

1. Исследование сверхпроводимости электронов с сильной корреляцией в рамках  $t$ - $J$  модели на двумерной гексагональной решетке: определение симметрии сверхпроводящего параметра порядка и вычисление температуры сверхпроводимости.

Проведение модельных и *ab initio* вычислений магнитной и электронной зонной структур редкоземельных металлов при высоких внешних давлениях.

Исследование структуры массовых и поверхностных фракталов в нано и микро масштабе с использованием метода малоуглового рассеяния.

Исследование модели Бозе-Хаббарда с отталкиванием и ее классического предела, дискретного нелинейного уравнения Шредингера, при отрицательных температурах.

Исследование возможности регулирования спиновой динамики в дипольных и спинорных системах с использованием квадратичного эффекта Зеемана. Построение теории быстрого магнитного переворота за счет влияния внешних переменных полей на эффективную магнитную анизотропию.

2. Исследование влияния сильного магнитного поля на свойства электронного спектра купратов, допированных дырками; оценка влияния флуктуаций сверхпроводимости на возникновение в фазе псевдощели Ферми поверхности, состоящей из нодальных электронных карманов.

Исследование транспортных характеристик контактов вейлевский полуметалл-сверхпроводник в присутствии внешнего магнитного поля.

Исследование динамики и вольт-амперных характеристик джозефсоновских наноструктур сверхпроводник - ферромагнетик - сверхпроводник для целей сверхпроводящей спинтроники. Анализ проявления свойств маятника Капицы в таких структурах. Моделирование системы: «наномагнит + стек внутренних джозефсоновских переходов». Исследование возможности синхронизации системы связанных джозефсоновских переходов под воздействием одного наномагнита и цепочки связанных наномагнитов.

Расчет плотности состояний, проводимости и подвижности в флюорографене и фосфорене с учетом вклада дефектов различных типов и электрон-фононного взаимодействия. Расчет вклада, обусловленного границами зёрен поликристаллического графена, в подвижность электронов. Анализ термоэлектрических транспортных коэффициентов поликристаллического графена.

Расчет проводимости для полевых транзисторов с жидким затвором, где канал представлен одним из типов низкоразмерных структур: углеродные нанотрубки, графеновые наноленты, фосфорен, нитрид бора и их гетероструктур с прикрепленными биомолекулами-детекторами, такими как ДНКзимы, антитела и др. Исследование влияния на проводимость различных концентраций детектируемого материала.

Исследование поведения во времени квантовых корреляций между различными структурными элементами в квазиодномерной макромолекулярной структуре, включая их квантовое перепутывание, в зависимости от начального вибронного возбуждения макромолекулы.

3. Получение точных выражений кумулянтов лавинного потока в модели Raise and Peel. Вычисление второго кумулянта потока частиц в  $q$ -бозонной модели процесса с нулевым радиусом взаимодействия. Анализ его асимптотики и получение функции, описывающей кроссовер между классами универсальности Кардара-Паризи-Жанга и Эдвардса-Уилкинсона.

Изучение роста кластера посещенных узлов в модели Эйлеровых блужданий. Исследование скейлинговых свойств границы растущего кластера.

Получение вероятности образования конфигураций из  $n$  мостов вблизи границы в модели ветвящихся полимеров или остовных деревьев на решетке в случае изотропной и анизотропной решетки. Изучение асимптотической формы таких конфигураций мостов и ее универсальных флуктуаций.

Обнаружение симметрий эллиптических гипергеометрических интегралов, порождаемых леммами Бейли, смешивающими корневые системы  $A_n$  и  $C_n$ , а также изучение их следствия для суперконформных индексов четырехмерных суперсимметричных теорий поля.

Обобщение и доказательство структурных теорем Кэли-Гамильтона для классических бесконечных серий квантовых матричных (супер)алгебр, детальное исследование структуры картановского исчисления для линейных квантовых групп: исследование центра и коммутативных подалгебр, рассмотрение возможности SL-редукции.

Изучение низкоэнергетического предела теорий (супер-) Янг-Миллса в 4, 5 и 6 измерениях, компактифицированных на окружность малого радиуса или на Риманову поверхность. Исследование редукции теории Янга-Миллса к сигма-моделям с пространствами мишеней, зависящими от геометрических условий, наложенных на калибровочные поля.

## Основные этапы темы:

| Этап темы                                 | Руководители                |
|---|-----------------------------|
| Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ | Основные исполнители        |
| 1. Комплексные материалы                  | Анитас Е.М.<br>Плакида Н.М. |

|  |   |
|--|---|
| ЛТФ  | Владимиров А.А., Куземский А.Л., Нгуен Дань Тунг, Черный А.Ю., Юкалов В.И., Юшанхай В.Ю.  |
| ЛНФ  | Аксенов В.Л., Балагуров А.М., Козленко Д.П., Куклин А.И.  |
| ЛИТ  | Сюракшина Л.А., Юкалова Е.П.  |
| <b>2. Наноструктуры и наноматериалы</b>                              | <b>Осипов В.А.</b><br><b>Кочетов Е.А.</b>   |
| ЛТФ  | Глебов А.А., Иванцов И.Д., Катков В.Л., Колесников Д.В., Красавин С.Е., Куликов К.В., Майти М., Медведева С.Ю., Плечко В.Н., Рахмонов И.Р., Садыкова О.Г., Смотлаха Я., Чижов А.В., Шукринов Ю.М. |
| ЛИТ  | Земляная Е.В., Сархадов И., Сердюкова С.И.  |
| ЛЯР  | Олейничак А.  |
| <b>3. Математические модели статистической физики сложных систем</b> | <b>Поволоцкий А.М.</b><br><b>Бранков Й.</b>   |
| ЛТФ  | Бънзарова Н.Ж., Дербышев А.Е., Дубовик В.М., Жидков П.Е., Иванова Т.А., Иноземцев В.И., Папоян В.В., Пятов П.Н., Спиридонов В.П.  |

### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город      | Институт или лаборатория     | Участники                         | Статус            |
|--------------------------------------|------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Азербайджан                          | Баку       | Филиал МГУ                   | Нахмедов Э. + 2 чел.              | Совместные работы |
| Армения                              | Ереван     | ЕГУ                          | Марджян Л.Г.<br>Морозов В.Ф.      | Совместные работы |
|                                      |            | ИПИА НАН РА                  | Погосян В.С.                      | Совместные работы |
|                                      |            | ННЛА                         | Измаилян Н.Ш.                     | Совместные работы |
| Беларусь                             | Минск      | БГТУ                         | Грода Я.Г. + 3 чел.               | Обмен визитами    |
|                                      |            | ИФ НАНБ                      | Килин С.Я. + 4 чел.               | Обмен визитами    |
|                                      |            | МГЭИ БГУ                     | Бояркин О.М. + 4 чел.             | Обмен визитами    |
|                                      |            | НПЦ НАНБ по материаловедению | Сайко А.П. + 3 чел.               | Обмен визитами    |
|                                      |            | ОИЭЯИ-Сосны                  | Кувшинов В.И. + 2 чел.            | Обмен визитами    |
|                                      |            | НАНБ                         |                                   |                   |
| Болгария                             | София      | IMech BAS                    | Бънзарова Н.                      | Совместные работы |
|                                      |            | INRNE BAS                    | Бананаева Б.                      | Совместные работы |
|                                      |            | ISSP BAS                     | Тончев Н.                         | Совместные работы |
|                                      |            | SU                           | Шамати Х. + 3 чел.<br>Марваков Д. | Совместные работы |
|                                      |            | PU                           | Мишонов Т.<br>Атанасова П.        | Совместные работы |
| Вьетнам                              | Пловдив    |                              |                                   |                   |
|                                      | Ханой      | IMS VAST                     | Нгуен Ван Хъеу + 5 чел.           | Обмен визитами    |
| Монголия                             | Улан-Батор | NUM                          | Цогбадрах Н. + 2 чел.             | Совместные работы |
| Польша                               | Варшава    | IPC PAS                      | Холас А.<br>Ольшевский Я.         | Обмен визитами    |

|              |             |   |  |                                       |                   |
|--------------|-------------|---|--|---------------------------------------|-------------------|
|              | Вроцлав     | WUT                                       | Миржеевски М.                                    | Совместные работы                     |                   |
|              | Катовице    | US  | Маська М.  | Совместные работы                     |                   |
|              | Краков      | JU  | Капусцик Э. + 2 чел.<br>Олесь Л.                 | Обмен визитами                        |                   |
|              | Познань     | AMU                                       | Навроцик В. + 1 чел.<br>Танась Р. + 3 чел.       | Совместные работы                     |                   |
| Россия       | Москва      | IMP PAS                                   | Морковский Я.                                    | Обмен визитами                        |                   |
|              |             | ИТЭФ                                      | Хорошкин С.М.                                    | Обмен визитами                        |                   |
|              |             | МИАН                                      | Боголюбов Н.Н. (мл.)                             | Обмен визитами                        |                   |
|              |             | МИРЭА                                     | Морозов В.Г.                                     | Совместные работы                     |                   |
|              |             | НИИЯФ МГУ                                 | Толстой В.Н.                                     | Обмен визитами                        |                   |
|              |             | НИЯУ "МИФИ"                               | Евсеев И.В. + 3 чел.                             | Обмен визитами                        |                   |
|              |             | НИУ ВШЭ                                   | Гриценко В.А.                                    | Обмен визитами                        |                   |
|              |             | НИЦ КИ                                    | Каган Ю.М. + 3 чел.                              | Обмен визитами                        |                   |
|              |             | РУДН                                      | Рыбаков Ю.П. + 2 чел.                            | Совместные работы                     |                   |
|              |             | Москва, Троицк                            | ИФВД РАН   | Тареева Е.Е. + 2 чел.                 | Обмен визитами    |
|              |             | Белгород                                  | БелГУ  | Чеканов Н.А.                          | Совместные работы |
|              |             | Воронеж                                   | ВГУ  | Засорин Ю.В.                          | Совместные работы |
|              |             | Гатчина                                   | НИЦ КИ ПИЯФ                                      | Гинзбург С.Л.<br>Малеев С.В. + 3 чел. | Обмен визитами    |
|              |             | Казань                                    | КФУ  | Игнатъев Ю.Г.                         | Совместные работы |
|              |             | Протвино                                  | ИФВЭ   | Сапонов П.А.<br>Разумов А.В.          | Обмен визитами    |
|              |             | Самара                                    | СУ   | Салеев В.А.<br>Шипилова А.В.          | Совместные работы |
| Саратов      | СГУ         | Глухова О.Е. + 3 чел.<br>Колесникова А.С. | Совместные работы                                |                                       |                   |
| Пермь        | ПГНИУ       | Хеннер В.К.                               | Совместные работы                                |                                       |                   |
| С.-Петербург |             | ПОМИ РАН                                  | Деркачев С.Э.                                    | Совместные работы                     |                   |
|              |             | СПбГПУ                                    | Антонов А.И.                                     | Совместные работы                     |                   |
|              |             | СПбГЭТУ                                   | Соколов А.И.<br>Антонов А.И.                     | Совместные работы                     |                   |
|              |             | ФТИ им.<br>А.Ф.Иоффе                      | Шалаев Б.Н. + 1 чел.                             | Обмен визитами                        |                   |
|              |             | IFIN-НН                                   | Барсан В.<br>Ангел Д.<br>Мишику С.<br>Арангел Д. | Совместные работы                     |                   |
| Румыния      | Бухарест    |   | Сакаж З.<br>Тодоран Р.                           | Совместные работы                     |                   |
|              | Клуж-Напока | UTC-N                                     | Бика И.  | Совместные работы                     |                   |
| Словакия     | Тимишоара   | UVT                                       | Плещеник А.                                      | Совместные работы                     |                   |
|              | Братислава  | SU  | Илкович В.<br>Калагов Г.                         | Обмен визитами                        |                   |
|              | Кошице      | RJSU                                      | Пудлак М.<br>Пинчак Р.                           | Совместные работы                     |                   |
| Узбекистан   | Ташкент     | IEP SAS                                   | Абдуллаев Ф.Х. + 2 чел.<br>Гулямов К.Г.          | Обмен визитами                        |                   |
|              |             | ФТИ НПО<br>"Ф.-С." АН РУз                 | Барьяхтар В.Г. + 3 чел.                          | Обмен визитами                        |                   |
| Украина      | Киев        | ИМФ НАНУ<br>КНУ                           | Каденко И.Н.                                     | Совместные работы                     |                   |

|           |              |             |  |                                     |
|-----------|--------------|-------------|--|-------------------------------------|
|           | Львов        | ИФКС НАНУ   | Стасюк И.В. + 3 чел.                           | Обмен визитами                      |
|           | Харьков      | ННЦ ХФТИ    | Пелетминский С.В.<br>+ 3 чел.                  | Обмен визитами                      |
| Чехия     | Ржеж         | NPI CAS     | Слезов В.В. + 2 чел.<br>Экснер П.<br>Дитрих Я. | Обмен визитами                      |
| Венгрия   | Будапешт     | Wigner RCP  | Зимани Й. + 2 чел.                             | Обмен визитами                      |
| Германия  | Брауншвейг   | TU          | Шерм Р.  | Совместные работы                   |
|           | Бонн         | UniBonn     | Риттенберг В.                                  | Совместные работы                   |
|           | Бремен       | Ун-т        | Чихолл Г.                                      | Обмен визитами                      |
|           | Вупперталь   | UW          | Боос Г.<br>Геман Ф.<br>Клюмпер А.              | Совместные работы                   |
|           | Дармштадт    | GSI         | Неренберг В. + 1 чел.                          | Совместные работы                   |
|           | Дортмунд     | TU Dortmund | Герлах Б. + 1 чел.                             | Совместные работы                   |
|           | Дрезден      | IFW         | Дрекслер Ш. + 3 чел.                           | Соглашение                          |
|           |              | MPI PkS     | Хозой Л.<br>Фюльде П.<br>Месснер Р.            | Обмен визитами                      |
|           |              | TU Dresden  | Салинг С.                                      | Совместные работы                   |
|           | Йена         | Ун-т        | Зайдель П.<br>Шмидл Ф.                         | Совместные работы                   |
|           | Лейпциг      | UoC         | Бен У.<br>Иле Д.                               | Совместные работы                   |
|           | Магдебург    | OVGU        | Рихтер И.                                      | Совместные работы                   |
|           | Росток       | Ун-т        | Репке Г. + 2 чел.                              | Совместные работы                   |
| Египет    | Гиза         | CU          | Ел Шербини Т.М.                                | Совместные работы                   |
| Италия    | Катания      | UniCT       | Пучи Р. + 2 чел.                               | Совместные работы                   |
|           | Салерно      | UNISA       | Манчини Ф. + 3 чел.                            | Совместные работы                   |
| ЮАР       | Претория     | UNISA       | Бота А.Е.                                      | Совместные работы                   |
| Австралия | Мельбурн     | Ун-т        | Де Гир Я.                                      | Совместные работы                   |
|           | Сидней       | Ун-т        | Молев А.                                       | Совместные работы                   |
| Австрия   | Вена         | TU Wien     | Брюннер Ф.                                     | Совместные работы                   |
|           | Линц         | JKU         | Ернст А.                                       | Совместные работы                   |
| Бельгия   | Лувен-ля-Нев | UCL         | Рюэль Ф. + 2 чел.                              | Совместные работы                   |
| Бразилия  | Бразилиа     | UnB         | Оливейра Ф.А.                                  | Обмен визитами                      |
|           | Натал        | IP UFRN     | Ферраз А.                                      | Совместные работы                   |
|           | Сан-Паулу    | USP         | Банято В.С.<br>Алькарац Ф.С.                   | Обмен визитами<br>Совместные работы |
| Дания     | Копенгаген   | DTU         | Слямов А.                                      | Совместные работы                   |
| Индия     | Мумбаи       | TIFR        | Дхар Д.  | Совместные работы                   |
|           | Калькутта    | IACS        | Сенгупта К.                                    | Совместные работы                   |
| Иран      | Зенджан      | IASBS       | Колахчи М.                                     | Совместные работы                   |
| Ирландия  | Дублин       | DIAS        | Дорлас Т. + 2 чел.                             | Обмен визитами                      |
| Испания   | Мадрид       | ICMM-CSIC   | Смирнов-Руэда Р. + 1 чел.                      | Совместные работы                   |
| Канада    | Квебек       | UL          | Крегер Х. + 3 чел.                             | Совместные работы                   |
|           | Кингстон     | Queen's     | Коулман А.                                     | Совместные работы                   |

|                  |               |             |  |                           |
|------------------|---------------|-------------|--|---------------------------|
|                  | Лондон        | Western     | Коттэм М.<br>Синг М.<br>Холл Р.Л.      | Совместные работы         |
|                  | Монреаль      | Concordia   | Холл Р.Л.                              | Совместные работы         |
| Новая Зеландия   | Окленд        | Ун-т        | Бранд Й.                               | Совместные работы         |
| Республика Корея | Тэджон        | IBS         | Флах С.                                | Совместные работы         |
| Сербия           | Белград       | INS "VINČA" | Галович С.<br>Чевизович Д.<br>Текич Д. | Совместные работы         |
| Словения         | Любляна       | UL          | Преловчек П. + 3 чел.<br>Кабанов В.    | Совместные работы         |
| США              | Луисвилл      | UofL        | Хеннер В.К.                            | Обмен визитами            |
|                  | Нью-Йорк      | CUNY        | Манассах Д.Т.                          | Обмен визитами            |
|                  | Рочестер      | UR          | Бигелоу Н.                             | Обмен визитами            |
|                  | Таллахасси    | FSU         | Дзеро М.О.                             | Совместные работы         |
| Тайвань          | Тайбэй        | IP AS       | Чин-Кун Ху                             | Обмен визитами            |
| Франция          | Париж         | UPMC        | Зинн-Жюстен П.                         | Обмен визитами            |
|                  | Аннеси-ле-Вье | LAPTh       | Чичерин Д.                             | Совместные работы         |
|                  | Валансьен     | UVHC        | Гуревич Д.                             | Обмен визитами            |
|                  | Марсель       | CPT         | Огиевецкий О.                          | Совместные работы         |
|                  |               |             | UPC                                    | Загребнов В.А.<br>Хайн Р. |
| Швейцария        | Ницца         | UN          | Сорнетте Д.                            | Обмен визитами            |
|                  | Виллиген      | PSI         | Розенфельдер Р.                        | Обмен визитами            |
|                  | Цюрих         | ETH         | Сорнетт Д.                             | Совместные работы         |
| Япония           | Уцуномия      | UU          | Ирие А.                                | Совместные работы         |

## Современная математическая физика: гравитация, суперсимметрия и струны

**Руководители темы:** Исаев А.П.  
Кривонос С.О.  
Сорин А.С.

**Научный руководитель темы:** Филиппов А.Т.

### Участвующие страны и международные организации:

Австралия, Армения, Болгария, Бразилия, Великобритания, Германия, Греция, Израиль, Иран, Ирландия, Индия, Испания, Италия, Канада, Литва, Люксембург, Норвегия, Польша, Португалия, Россия, Республика Корея, США, Украина, Франция, ЦЕРН, Чехия, Эстония, Япония, ИСТР.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Разработка математических методов решения важнейших проблем современной теоретической физики, а именно - развитие новых математических методов исследования и описания широкого класса классических и квантовых интегрируемых систем и их точных решений, анализ и поиски решения широкого круга проблем суперсимметричных теорий, включая модели струн и других протяженных объектов; изучение непертурбативных режимов в суперсимметричных калибровочных теориях, развитие космологических моделей ранней Вселенной, гравитационных волн и черных дыр. Математическая физика в последние годы характеризовалась возрастающим интересом к выявлению и эффективному использованию свойств интегрируемости в различных ее областях, применению мощных математических методов квантовых групп, суперсимметрии и некоммутативной геометрии как в квантовых теориях фундаментальных взаимодействий, так и в классических моделях. При решении задач темы решающим фактором будет использование этих методов.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы:

1. Развитие новых математических методов для описания разнообразных интегрируемых моделей и их точных классических и квантовых решений.
2. Анализ широкого круга задач теории суперструн и супербран, включая исследование непертурбативных режимов суперсимметричных калибровочных теорий.
3. Построение микроскопического описания черных дыр и развитие космологических моделей ранней Вселенной.

### Ожидаемые результаты по этапам темы в текущем году:

1. Расширение на тороидальные алгебры метода проекций, позволяющего получать комбинаторные формулы для векторов Бете в квантовых интегрируемых системах, ассоциированных с рациональными и тригонометрическими деформациями алгебры петель. Изучение пространства состояний соответствующих квантовых интегрируемых систем и вычисление скалярных произведений векторов состояний в таких моделях.

Исследование симметрий пространств состояний или пространств векторов Бете для различных квантовых интегрируемых систем. Использование этих симметрий для нахождения эффективных формул для скалярных произведений векторов в этих пространствах. Наличие эффективных формул для скалярных произведений позволяет исследовать нетривиальные физические модели, решаемые в рамках иерархического анзаца Бете.

Построение и исследование обобщённых (деформированных) систем Калоджеро—Мозера. Установление связи обобщённых иерархий КП с системами Калоджеро—Мозера и их спиновыми версиями.

ми. Построение классических интегрируемых систем на колчаных многообразиях и проведение их квантования.

Развитие специальной бор-зоммерфельдовой геометрии алгебраических многообразий. Главная задача — построение конечномерных многообразий модулей стабильных специальных бор-зоммерфельдовых циклов. Главная гипотеза — алгебраичность таких многообразий модулей. Построение моделей Ландау-Гинзбурга на многообразиях модулей специальных бор-зоммерфельдовых циклов над многообразиями Фано.

Исследование перехода конфайнмент-деконфайнмент с использованием точных решений для голографического потока ренормгруппы с  $SL(2, \mathbb{C})$ -симметрией и AdS-fixed point.

Построение голографических РГ потоков с несколькими эффективными зарядами. Интерпретация этих РГ потоков как нескольких бран в соответствующей супергравитационной теории.

Исследование транспортных коэффициентов кварк-глюонной плазмы с помощью голографического подхода в пятимерном Kerr-AdS решении.

Исследование обобщенных уравнений ВДВВ, в которых третья производная препотенциала заменена тензором Кодацци третьего ранга, а само уравнение ВДВВ имеет нетривиальную правую часть, совпадающую с тензором Римана. Построение соответствующих  $N=4$  суперсимметричных механик с нетривиальными потенциалами.

2. Изучение структуры суперполевых контрчленов и других инвариантов  $N=(1,0)$ ,  $N=(1,1)$  и  $N=(2,0)$  суперсимметричных калибровочных теорий в шести измерениях на основе методов гармонического суперпространства. Анализ таких моделей в рамках AdS/CFT соответствия, квантование этих моделей, вычисление их квантового эффективного действия и нахождение допустимой структуры контрчленов. Для такого анализа будет использован формализм гармонических суперпространств с максимальным числом явных суперсимметрий.

Исследование многочастичных систем с расширенной  $d=1$  Пуанкаре и суперконформной суперсимметриями и разнообразными  $SU(m|n)$  деформированными суперсимметриями. Эти исследования будут базироваться на построении новых моделей суперсимметричной механики с использованием калибрования изометрий матричных суперполевых систем.

Построение новых моделей многочастичных механик с расширенной суперсимметрией на искривленных пространствах, исследование квантовых свойства построенных моделей, их интегрируемости и связи с матричными моделями теории струн, а также применение их в моделях ядерной физики, физики элементарных частиц и высоких энергий.

Построение на комплексных / кватернионных евклидовых и проективных пространствах суперинтегрируемых аналогов известных осцилляторно-подобных систем, допускающих включение постоянного магнитного / инстантонного полей, и нахождение их дальнейшей суперсимметризации. Построение и изучение суперинтегрируемых обобщений обобщенных осцилляторных моделей (с дополнительными Калоджеро-подобными потенциалами) на комплексных / кватернионных проективных пространствах, которые взаимодействуют с внешними постоянными магнитными / инстантонными полями, а затем их "слабая  $N=4$  суперсимметризация". Построение аналогов систем Смородинского-Винтерница и Росохатиуса и их "слабых"  $N=4$  суперсимметричных расширений, исследование их алгебры симметрии и классических и квантово-механических решений. Этот анализ будет обобщен на системы типа Калоджеро.

Построение твисторных формулировок частиц и суперчастиц фиксированного спина (спиральности), а также частиц высших спинов.

Исследование свойств топологических солитонов в классической и квантовой теории поля в плоском и искривленном пространстве, а также исследование черных дыр и регулярных локализованных полевых конфигураций в модифицированных теориях гравитации с полями материи, в том числе неабелевыми.

Изучение граничной трех-точечной функции в двумерной конформной теории Лиувилля в квазиклассических пределах. В частности, изучение легкого и тяжелого асимптотических пределов. Поскольку граничная трех-точечная функция связана с матрицей слияния, полное понимание этих пределов даст информацию о соответствующем поведении матрицы слияния. Анализ граничной трех-точечной функции в тяжелом асимптотическом пределе. В этом пределе она может быть получена,

вычислением действия граничной теории Лиувилля на решениях с тремя граничными сингулярностями. Поскольку в тяжелом асимптотическом пределе конформные блоки связаны с решениями уравнений Гойна и Пенлеве VI, предполагается этим способом получить информацию о свойствах монодромии решений этих уравнений.

3. Благодаря рождению гравитационно-волновой астрономии и получению новых наблюдательных данных (LIGO, VIRGO и др.) стала возможной экспериментальная проверка как различных теорий модифицированной гравитации, так и эффективных моделей черных дыр и других компактных сильно гравитирующих объектов. В этой связи будут изучены космологические следствия различных теорий модифицированной гравитации; построены эффективные модели типа вращающихся отдельных и двойных черных дыр и других компактных объектов (типа NUT-решений) в различных теориях гравитации; развиты новые подходы и методы математической физики для изучения эффективных моделей компактных объектов в различных теориях модифицированной гравитации; будут изучены граничные эффекты в конформных теориях, таких, например, как силы Казимира, и их возможные голографические представления в дуальных теориях гравитации с целью понять особенности данных эффектов в режиме сильной связи; будут вычислены энергии Казимира квантовых полей, обусловленные взаимодействием с другим полем, запертым в компактных несвязанных областях пространства, и развиты методы, позволяющие явно учесть это взаимодействие, не заменяя его эффективными граничными условиями; будут развиты методы в спектральной геометрии для дифференциальных операторов на сингулярном фоне или с сингулярными потенциалами, а также для краевых задач, содержащих неоднородные условия согласования на границах раздела материальных сред.

#### Основные этапы темы:

| <b>Этап темы</b>                                    | <b>Руководители</b>   |
|---|---|
| <b>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ</b>    | <b>Основные исполнители</b>   |
| <b>1. Квантовые группы и интегрируемые системы</b>  | <b>Исаев А.П.</b><br><b>Тюрин Н.А.</b>  |
| ЛТФ   | Буреш М., Голубцова А.А., Козырев Н.Ю., Петросян Д.Р., Погосян Г.С., Подойницын М.А., Силантьев А.В., Физиев П., Фукса Я.                                     |
| УНЦ   | Пакуляк С.З.  |
| <b>2. Суперсимметрия</b>                            | <b>Иванов Е.А.</b>  |
| ЛТФ   | Пентек М.Р., Нерсесян А., Петрыковски А., Самсонов И.Б., Саркисян Г., Сидоров С.С., Сутулин А.О., Федорук С.А., Шнир Я.М.                                     |
| <b>3. Квантовая гравитация, космология и струны</b> | <b>Филиппов А.Т.</b><br><b>Нестеренко В.В.</b><br><b>Пироженко И.Г.</b>   |
| ЛТФ   | Барбашов Б.М., Бормотова И., Давыдов Е.А., Захаров А.Ф., Нестеренко В.В., Пестов А.Б., Проворов А.А., Третьяков П.В., Тагиров Э.А., Шарыгин Г.И., Ялуковца П. |
| ЛИТ   | Боголюбский И.Л., Червяков А.М.   |
| ЛФВЭ  | Донец Е.Е.  |

**Сотрудничество по теме:**

| <b>Страна или международная организация</b> | <b>Город</b> | <b>Институт или лаборатория</b> | <b>Участники</b>  | <b>Статус</b>                       |                   |
|---|--------------|---------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------|
| Армения                                     | Ереван       | ЕГУ                             | Демирчян Н.<br>Хакобян Т.   | Совместные работы                   |                   |
|   |              | ННЛА                            | Шмавонян Х., Караханян Д.   | Соглашение                          |                   |
| Болгария                                    | София        | INRNE BAS                       | Тодоров И.Т. + 2 чел.<br>Илиев Б.<br>Молотков В.<br>Добрев В.   | Обмен визитами                      |                   |
| Польша                                      | Лодзь        | UL                              | Косински П., Маслянка П.  | Обмен визитами                      |                   |
|   | Вроцлав      | UW                              | Лукерски И.<br>Попович Э.<br>Фридришак А.<br>Боровец А.   | Соглашение<br>Обмен визитами        |                   |
| Россия                                      | Москва       | ИТЭФ                            | Морозов А.Ю. + 4 чел.<br>Ольшанецкий М.А.<br>Черняков Ю.Б.<br>Рослый А.   | Обмен визитами                      |                   |
|   |              | ГАИШ МГУ                        | Топоренский А.В.  | Обмен визитами                      |                   |
|   |              | МГУ                             | Алексеев С.О.<br>Гальцов Д. + 2 чел.<br>Шафаревич А.<br>Жеглов А.<br>Свешников К.А. + 2 чел.<br>Панов Т.<br>Талалаев Д.В.   | Обмен визитами<br>Совместные работы |                   |
|   |              | МИАН                            | Славнов А.А. + 3 чел.<br>Орлов Д.<br>Арефьева И.Я. + 2 чел.<br>Волович И.В.<br>Катанаев М.<br>Кузнецов А.Г.<br>Славнов Н.А. | Обмен визитами<br>Совместные работы |                   |
|   |              | ФИАН                            | Барвинский А. + 1 чел.  | Обмен визитами                      |                   |
|   |              | ИЯИ РАН                         | Березин В.<br>Рубаков В.А. + 2 чел.<br>Горбунов Д.С.  | Обмен визитами                      |                   |
|   | Казань       | Новосибирск                     | КФУ   | Сушков С.В.                         | Обмен визитами    |
|   |              |                                 | НГУ   | Миронов А.                          | Обмен визитами    |
|   | Протвино     | ИФВЭ                            | Пронько Г.П.<br>Разумов А.  | Обмен визитами                      |                   |
|   | С.-Петербург | Томск                           | ПОМИ РАН  | Деркачев С.Э. + 2 чел.              | Совместные работы |
|   |              |                                 | ТПУ   | Галажинский А.В.<br>+ 3 чел.        | Совместные работы |
|   | Черноголовка | Черноголовка                    | ТГПУ  | Бухбиндер И.Л. + 4 чел.             | Совместные работы |
| ИТФ РАН                                     |              |                                 | Белавин А.<br>Соколов В.В.<br>Шабат А.Б.<br>Старобинский А.А.   | Обмен визитами                      |                   |

|                |              |                  |  |   |                                 |
|----------------|--------------|------------------|--|---|---------------------------------|
| Украина        | Киев         | ИТФ НАНУ         | Шадуро В.Н.<br>Йоргов Н.З.<br>Ляшик А.В.                 | Обмен визитами                                |                                 |
|                | Харьков      | ННЦ ХФТИ         | Желтухин А.А.<br>Гершун В.<br>Нурмагомбетов А.           | Совместные работы                             |                                 |
| Чехия          | Прага        | ХНУ              | Руснак А.  | Совместные работы                             |                                 |
|                |              | СТУ              | Главаты Л.<br>Бурдик Ч. + 3 чел.                         | Обмен визитами<br>Совместные работы           |                                 |
|                | Опава        | SIU              | Стухлик З.   | Обмен визитами                                |                                 |
| Германия       | Ржеж         | NPI CAS          | Диттрих Я.   | Обмен визитами                                |                                 |
|                | Бонн         | UniBonn          | Гелен Г.<br>Риттенберг В.<br>Манин Ю.И. + 1 чел.         | Соглашение<br>Совместные работы               |                                 |
|                |              | Ганновер         | LUN  | Лехтенфельд О. + 2 чел.<br>Драгон Н. + 2 чел. | Соглашение<br>Совместные работы |
|                |              | Лейпциг          | UoC  | Бордаг М.                                     | Соглашение                      |
| Италия         | Ольденбург   | IPO              | Грунау С.<br>Кунц Й.<br>Кляйхаус Б.                      | Совместные работы                             |                                 |
|                | Потсдам      | AEI              | Тейзен С.<br>Николаи Х.                                  | Обмен визитами                                |                                 |
|                |              |                  | Резолла Л.<br>Бонора Л. + 1 чел.<br>Дубровин Б. + 1 чел. |   |                                 |
|                | Триест       | SISSA/ISAS       | Бонора Л. + 1 чел.<br>Дубровин Б. + 1 чел.               | Соглашение                                    |                                 |
|                | Падуя        | UniPd            | Бассетто А.<br>Пасти П.<br>Сорокин Д.                    | Соглашение                                    |                                 |
| Пиза           | INFN         | Болонези С.      | Совместные работы  |   |                                 |
| Австралия      | Турин        | UniTo            | Фре П. + 2 чел.<br>Кастеллани Л.<br>Д'Адда + 1 чел.      | Обмен визитами<br>Совместные работы           |                                 |
|                | Фраскати     | INFN LNF         | Беллуччи С. + 2 чел.                                     | Соглашение                                    |                                 |
|                | Перт         | UWA              | Кузенко С. + 2 чел.                                      | Совместные работы                             |                                 |
| Бразилия       | Сидней       | Ун-т             | Молев А. + 1 чел.  | Совместные работы                             |                                 |
|                | Жуис-ди-Фора | UFJF             | Шапиро И.Л.  | Совместные работы                             |                                 |
| Великобритания | Сан-Паулу    | USP              | Ферейра Л.<br>Хартман Б.                                 | Совместные работы                             |                                 |
|                | Витория      | UFES             | Фабрис Х.-С.   | Совместные работы                             |                                 |
|                | Лондон       | Imperial College | Стелл К. + 2 чел.  | Обмен визитами                                |                                 |
|                | Глазго       | U of G           | Фейгин М.В.  | Совместные работы                             |                                 |
|                | Дарем        | Ун-т             | Дорей П., Сатклифф П.                                    | Обмен визитами<br>Совместные работы           |                                 |
|                | Кембридж     | Ун-т             | Ментон Н.  | Обмен визитами                                |                                 |
|                | Кент         | Ун-т             | Крач С.  | Совместные работы                             |                                 |
| Греция         | Лидс         | UL               | Чалых О.А., Спейт М.,<br>Харланд Д.                      | Обмен визитами<br>Совместные работы           |                                 |
|                | Ноттингем    | Ун-т             | Вишлик А.  | Обмен визитами                                |                                 |
|                | Афины        | UoA              | Зупанос Дж. + 1 чел.                                     | Совместные работы                             |                                 |
|                | Салоники     | AUTH             | Иониду Т., Ойкониму В.                                   | Совместные работы                             |                                 |

|                  |                        |           |                                   |                                     |
|------------------|------------------------|-----------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Израиль          | Тель-Авив              | TAU       | Маломед Б., Карлинер М.           | Совместные работы                   |
| Индия            | Калькутта              | BNC       | Гангопадхья Д. + 2 чел.           | Совместные работы                   |
|                  | Ченнай                 | IACS      | Кушик Р.                          | Соглашение                          |
|                  |                        | IMSC      | Мухопадхья П.                     | Соглашение                          |
| Иран             | Тегеран                | IPM       | Шейх-Джаббари М.М.<br>Сабеждан С. | Соглашение                          |
| Ирландия         | Дублин                 | DIAS      | Чракян Д.                         | Совместные работы                   |
| Испания          | Мадрид                 | ETSIAE    | Кастаньеда Х.М.М.                 | Обмен визитами<br>Совместные работы |
|                  |                        | UPV/EHU   | Бандос И.                         | Обмен визитами<br>Совместные работы |
|                  | Барселона              | IEEC-CSIC | Одинцов С.Д.                      | Обмен визитами<br>Совместные работы |
|                  | Валенсия               | IFIC      | Де Азкаррага Х.А.                 | Обмен визитами<br>Совместные работы |
|                  | Сантьяго-де-Компостела | USC       | Адам С.                           | Совместные работы                   |
| Канада           | Эдмонтон               | U of A    | Фролов В.<br>Пейдж Д.             | Совместные работы                   |
| Республика Корея | Сеул                   | SKKU      | Санаинг Ш.                        | Обмен визитами                      |
| Литва            | Вильнюс                | VU        | Акус А., Норваисас Е.             | Совместные работы                   |
| Люксембург       | Люксембург             | Ун-т      | Шлихенмайер М.                    | Обмен визитами                      |
| Норвегия         | Тронхейм               | NTNU      | Бревик И.                         | Совместные работы                   |
| Португалия       | Авейру                 | UA        | Эрдейру С + 1 чел.                | Совместные работы                   |
| США              | Нью-Йорк               | CUNY      | Акулов В.<br>Корепин В.           | Обмен визитами                      |
|                  |                        | SUNY      | Шуряк Е.                          | Обмен визитами                      |
|                  | Амхерст                | UMass     | Кевкеридис + 2 чел.               | Обмен визитами                      |
|                  | Колледж Парк           | UMD       | Гэйтс Дж.                         | Обмен визитами                      |
|                  | Корал Габлс            | UM        | Мезинческу Л. + 2 чел.            | Совместные работы                   |
|                  | Норман                 | OU        | Милтон К.                         | Совместные работы                   |
|                  | Пискатавей             | Rutgers   | Замолодчиков А.Б.<br>+ 1 чел.     | Обмен визитами                      |
|                  | Рочестер               | UR        | Дас А.                            | Обмен визитами                      |
|                  | Темпе                  | ASU       | Вачаспати Т.                      | Совместные работы                   |
|                  | Тайвань                | Таюань    | NCU                               | Чанг-Мей Чен                        |
| Франция          | Париж                  | ENS       | Казаков В.А.<br>Поликастро Дж.    | Обмен визитами<br>Совместные работы |
|                  |                        | LUTH      | Гургуйон Э.                       | Совместные работы                   |
|                  | Аннеси-ле-Вье          | LAPP      | Сокачев Э.<br>Сорба П.            | Обмен визитами<br>Совместные работы |
|                  | Лион                   | ENS Lyon  | Рагоси Э.<br>Дельдук Ф.           | Совместные работы                   |
|                  | Марсель                | CPT       | Майе Ж.М.<br>Соффер Ж. + 2 чел.   | Совместные работы                   |
|                  | Нант                   | SUBATECH  | Кокоро Р.<br>Огиевецкий О.В.      | Соглашение<br>Обмен визитами        |
|                  | Тур                    | Ун-т      | Смилга А.<br>Волков М.            | Совместные работы                   |

|         |        |                  |  |                                     |
|---------|--------|------------------|--|-------------------------------------|
| ЦЕРН    | Женева | ЦЕРН             | Венециано Г.<br>Альварец-Гоме Л. + 2 чел.<br>Антониадис И. + 1 чел.<br>Феррара С. + 2 чел. | Соглашение                          |
| Эстония | Тарту  | UT               | Крссак М.  | Совместные работы                   |
| Япония  | Токио  | UT<br>Keio Univ. | Савадо Н.<br>Нитта М. + 1 чел.   | Обмен визитами<br>Совместные работы |
| ICTP    | Триест | ICTP             | Ранджбар-Даэми С.  | Соглашение                          |

## Дубненская международная школа современной теоретической физики (DIAS-ТН)

**Руководители темы:** Воронов В.В.  
Сорин А.С.

**Ректор DIAS-ТН:** Филиппов А.Т.

### Участвующие страны и международные организации:

Австрия, Армения, Беларусь, Болгария, Бразилия, Вьетнам, Великобритания, Венгрия, Германия, Греция, Израиль, Индия, Испания, Италия, Канада, Китай, Норвегия, Польша, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, США, Турция, Украина, Франция, ЦЕРН, Чехия, ЮАР, Япония.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Развитие научно-образовательного обеспечения ОИЯИ, участие в международных научно-образовательных проектах по созданию курсов лекций и подготовке молодых ученых, публикация лекций, в том числе на основе современных компьютерных технологий, а также организация регулярных школ и рабочих совещаний по приоритетной тематике ОИЯИ по современным научным направлениям для школьников, студентов, аспирантов и молодых ученых из стран-членов ОИЯИ и других стран. Подготовка обзорных лекций по проблемам современной физики, направленных на поддержку и формирование экспериментальных программ ОИЯИ. Координация научно-образовательных программ ЛТФ с конференциями и рабочими совещаниями ОИЯИ. Участие в организации учебного процесса на кафедрах теоретической и ядерной физики, нанотехнологий и новых материалов Международного университета "Дубна".

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы:

1. Поддержка и сопровождение базы данных с обучающими программами и лекциями по актуальным проблемам современной физики.
2. Сотрудничество с международными фондами ( DAAD, DFG, Helmholtz Association и др.) и государственными учреждениями (BMBF, INFN, CNRS), а также Российскими фондами (РФФИ, федеральные целевые программы) при организации и проведении международных школ для студентов, аспирантов и молодых ученых.
3. Дополнительная компьютеризация и оборудование учебного класса и лекционного зала.

### Ожидаемые результаты по этапам темы в текущем году:

1. Организация и проведение в ЛТФ четырех международных школ.
2. Проведение цикла лекций и регулярных семинаров по теоретической и математической физике для студентов и аспирантов.
3. Компьютерная обработка видеозаписей лекций, поддержка цифрового архива видеозаписей.
4. Поддержка Web-сайта DIAS-ТН.

### Основные этапы темы:

| Этап темы                                 | Руководители               |
|---|----------------------------|
| Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ | Основные исполнители       |
| 1. DIAS-ТН                                | Сорин А.С.<br>Воронов В.В. |

|      |   |
|------|---|
| ЛТФ  | Блашке Д., Джолос Р.В.,<br>Журавлев В.И., Исаев А.П., Иванов М.А., Казаков Д.И.,<br>Колганова Е.А., Осипов В.А. Пироженко И.Г., Спири-<br>донов В.П., Старобинский А.А., Теряев О.В., Третья-<br>ков П.В., Фризен А.В. + 4 студента |
| ЛИТ  | Кореньков В.В., Калиновский Ю.Л.  |
| УНЦ  | Пакуляк С.З.  |
| ЛНФ  | Аксенов В.Л.  |
| ЛФВЭ | Кекелидзе В.Д., Савина М.В.   |
| ЛЯП  | Бедняков В.А.   |
| ЛЯР  | Оганесян Ю.Ц.   |

### Сотрудничество по теме:

| Страна или<br>международная<br>организация | Город          | Институт или<br>лаборатория | Участники                    | Статус            |
|--|----------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------|
| Армения                                    | Ереван         | ЕГУ                         | Погосян Г.С. + 2 чел.        | Обмен визитами    |
| Беларусь                                   | Гомель         | ГГТУ                        | Соловцова О.П. + 1 чел.      | Совместные работы |
| Болгария                                   | София          | INRNE BAS                   | Тодоров И.Т.                 | Обмен визитами    |
|  |                | SU                          | Стоянов Ч. + 2 чел.          | Обмен визитами    |
| Вьетнам                                    | Ханой          | IOF VAST                    | Чижов М.А. + 2 чел.          | Обмен визитами    |
|  |                |                             | Нгуен Хонг Куанг<br>+ 5 чел. | Обмен визитами    |
| Польша                                     | Варшава        | UW                          | Воронович С.                 | Обмен визитами    |
|  | Вроцлав        | UW                          | Рогозинский С.Г.             | Совместные работы |
|  |                |                             | Лукерски И. + 3 чел.         |                   |
|  | Отвоцк-Сверк   | NCBJ                        | Попович Э.                   | Обмен визитами    |
| Россия                                     | Москва         | ВНИИМС                      | Собичевски А. + 1 чел.       | Обмен визитами    |
|  |                | ИТЭФ                        | Ивашук В.                    | Обмен визитами    |
|  |                |                             | Морозов А.Ю. + 5 чел.        | Обмен визитами    |
|  |                | МГУ                         | Новиков В.А.                 | Обмен визитами    |
|  |                | МИАН                        | Гальцов Д. + 2 чел.          | Обмен визитами    |
|  |                |                             | Славнов А.А. + 3 чел.        | Обмен визитами    |
|  |                |                             | Арефьева И.Я. + 2 чел.       |                   |
|  |                | НИИЯФ МГУ                   | Волович И.В.                 | Обмен визитами    |
|  |                |                             | Блохинцев Л.Д.               |                   |
|  |                |                             | Боос Э.                      |                   |
|  |                |                             | Тетерева Т.В.                |                   |
|  |                | НСК РАН                     | Фаустов Р.Н.                 | Обмен визитами    |
|  |                | НИУ ВШЭ                     | Гриценко В.                  | Обмен визитами    |
|  |                | ФИАН                        | Васильев М.А. + 2 чел.       | Обмен визитами    |
|  |                |                             | Дремин И.М.                  |                   |
|  |                |                             | Манько В.И. + 1 чел.         |                   |
|  | Москва, Троицк | ИЯИ РАН                     | Горбунов Д.С.                | Обмен визитами    |
|  |                |                             | Рубаков В.А. + 2 чел.        |                   |
|  | Протвино       | ИФВЭ                        | Герштейн С.С.                | Обмен визитами    |
|  |                |                             | Пронько Г.П.                 |                   |
|  |                |                             | Разумов А.В.                 |                   |
|  |                |                             | Борняков В.                  |                   |

|          |                 |             |   |                                     |
|----------|-----------------|-------------|---|-------------------------------------|
|          | Томск           | ТПУ         | Бухбиндер И.Л. + 2 чел.   | Совместные работы                   |
|          | Черноголовка    | ИТФ РАН     | Белавин А. + 2 чел.<br>Каменщик А.  | Обмен визитами                      |
|          | Новосибирск     | ИЯФ СО РАН  | Грозин А.Г.   | Обмен визитами                      |
|          | Саратов         | СГУ         | Смолянский С.А.   | Обмен визитами                      |
| Румыния  | Бухарест        | IFIN-HH     | Вишинеску М.<br>Стратан Г.  | Обмен визитами                      |
| Словакия | Банска Бистрица | UMB         | Коломейцев Е.   | Обмен визитами                      |
| Украина  | Киев            | ИТФ НАНУ    | Енковский Л.Л.<br>Зиновьев Г.М.<br>Шадур В.Н.                               | Обмен визитами                      |
| Чехия    | Прага           | СТУ         | Бурдик Ч. + 3 чел.  | Обмен визитами                      |
|          | Ржеж            | NPI CAS     | Экснер П.   | Обмен визитами                      |
| Венгрия  | Будапешт        | Wigner RCP  | Нири Ю.<br>Френкель А.<br>Гогохия В.Ш.<br>Хорват Э.                         | Обмен визитами                      |
| Германия | Бонн            | UniBonn     | Гелен Г.<br>Риттенберг В.   | Соглашение                          |
|          | Гамбург         | DESY        | Али А.<br>Бухмюллер В.  | Соглашение                          |
|          | Цойтен          | DESY        | Риманн Т.   | Соглашение                          |
|          | Ганновер        | LUH         | Лехтенфельд О. + 2 чел.<br>Драгон Н. + 2 чел.                               | Соглашение                          |
|          | Йена            | Ун-т        | Мохаупт Т.  | Соглашение                          |
|          | Лейпциг         | UoC         | Бордаг М.<br>Василевич Д.   | Совместные работы                   |
|          | Мюнхен          | MPI-P       | Муханов В.<br>Мэйсон Д.   | Соглашение                          |
|          | Росток          | Ун-т        | Холлик В. + 2 чел.  | Совместные работы                   |
|          | Потсдам         | AEI         | Репке Г.<br>Тейзен С.<br>Николаи Х.   | Соглашение                          |
| Италия   | Павия           | INFN        | Резолла Л.<br>Швацер П.   | Обмен визитами                      |
|          | Падуа           | UniPd       | Бассетто А.<br>Тонин М.<br>Сорокин Д.                                       | Соглашение                          |
|          | Пиза            | INFN        | Ди Джакомо А. + 2 чел.<br>Менотти П.<br>Минчев М.                           | Соглашение                          |
|          | Салерно         | UNISA       | Скарпетта Г.  | Соглашение                          |
|          | Триест          | SISSA/ISAS  | Бонора Л. + 1 чел.<br>Дубровин Б.А. + 1 чел.<br>Петков С.                   | Обмен визитами                      |
|          | Турин           | UniTo       | Де Альфаро В. + 1 чел.<br>Ансельмино М.<br>Фре П. + 2 чел.<br>Кастеллани Л. | Совместные работы                   |
| Сербия   | Фраскати        | INFN LNF    | Беллуччи С. + 2 чел.  | Соглашение                          |
|          | Белград         | IPB<br>Ун-т | Драгович Б. + 2 чел.<br>Саздович Б.   | Совместные работы<br>Обмен визитами |

|                |                |                  |   |  |                                  |
|----------------|----------------|------------------|---|--|----------------------------------|
| ЮАР            | Кейптаун       | UCT              | Клейманс Я.   | Обмен визитами                                       |                                  |
| Австрия        | Вена           | ITP TU Wien      | Бразе Т.  | Обмен визитами                                       |                                  |
| Бразилия       | Сан-Паулу      | USP              | Гитман Д.   | Обмен визитами                                       |                                  |
| Великобритания | Лондон         | Imperial College | Стелл К. + 2 чел.   | Обмен визитами                                       |                                  |
|                | Дарем          | Ун-т             | Закревски В. + 2 чел.   | Обмен визитами                                       |                                  |
|                | Йорк           | Ун-т             | Корриган Э. + 1 чел.  | Обмен визитами                                       |                                  |
|                | Кембридж       | Ун-т             | Гиббонс Г. + 1 чел.<br>Вильямс Р.<br>Хмельницкий Д.             | Обмен визитами                                       |                                  |
| Греция         | Саутгемптон    | Ун-т             | Росс Д.   | Обмен визитами                                       |                                  |
|                | Афины          | UoA              | Зупанос Дж. + 1 чел.<br>Саввиди Г.                              | Обмен визитами                                       |                                  |
| Израиль        | Реховот        | WIS              | Церруя И.   | Обмен визитами                                       |                                  |
| Индия          | Калькутта      | BNC              | Гангопадхья Д. + 2 чел.   | Обмен визитами                                       |                                  |
| Испания        | Мадрид         | UAM              | Ландстейнер К.  | Обмен визитами                                       |                                  |
| Канада         | Монреаль       | UdeM             | Винтерниц П. + 2 чел.   | Совместные работы                                    |                                  |
|                | Эдмонтон       | U of A           | Фролов В.<br>Пейдж Д.   | Совместные работы                                    |                                  |
| Китай          | Ухань          | WHU              | Динг Хенг Тонг  | Обмен визитами                                       |                                  |
| Норвегия       | Осло           | UiO              | Бравина Л.  | Обмен визитами                                       |                                  |
| США            | Нью-Йорк       | CUNY             | Акулов В.<br>Корепин В.   | Обмен визитами                                       |                                  |
|                |                | SUNY             | Ван Ньевенхойзен П.   | Обмен визитами                                       |                                  |
|                | Колледж Парк   | UMD              | Гэйтс Дж.   | Обмен визитами                                       |                                  |
|                | Корал Габлс    | UM               | Мезинческу Л. + 2 чел.  | Совместные работы                                    |                                  |
|                | Миннеаполис    | U of M           | Вайнштейн А. + 2 чел.   | Обмен визитами                                       |                                  |
|                | Ньюпорт-Ньюс   | JLab             | Шкловский Б.<br>Радюшкин А.В.                                   | Совместные работы                                    |                                  |
|                | Пискатавей     | Rutgers          | Замолодчиков А.Б.<br>+ 1 чел.                                   | Обмен визитами                                       |                                  |
|                | Рочестер       | UR               | Дас А.  | Обмен визитами                                       |                                  |
|                | Солт-Лейк-Сити | U of U           | Эфрос А.  | Обмен визитами                                       |                                  |
|                | Филадельфия    | Penn             | Сарафян Г. + 1 чел.   | Обмен визитами                                       |                                  |
|                | Цинциннати     | UC               | Шураньи П. + 1 чел.   | Обмен визитами                                       |                                  |
|                | Турция         | Стамбул          | BU  | Арик М.<br>Огаз О.                                   | Совместные работы                |
|                | Франция        | Париж            | ENS<br>LPTHE  | Казаков В.А.<br>Дюбуа-Виолетт М.<br>Шифф Д. + 2 чел. | Обмен визитами<br>Обмен визитами |
| Аннеси-ле-Вье  |                | LAPP             | Сорба П.  | Обмен визитами                                       |                                  |
| Валансьен      |                | UVHC             | Оранш П.  | Обмен визитами                                       |                                  |
| Дижон          |                | UB               | Гуревич Д.<br>Матвеев В.  | Обмен визитами<br>Обмен визитами                     |                                  |
| Лион           |                | ENS Lyon         | Штернхаймер Д.<br>Дельдук Ф.                                    | Совместные работы                                    |                                  |
| Марсель        |                | CPT              | Майе Ж.М.<br>Соффер Ж. + 2 чел.<br>Кокоро Р.<br>Огиевецкий О.В. | Совместные работы                                    |                                  |

|        |        |          |  |                   |
|--------|--------|----------|--|-------------------|
| ЦЕРН   | Нант   | SUBATECH | Смилга А.  | Обмен визитами    |
|        | Женева | ЦЕРН     | Алтарелли Г.<br>Венециано Г.<br>Антониадис И. + 1 чел. | Соглашение        |
| Япония | Киото  | KSU      | Согами И. + 1 чел.                                     | Обмен визитами    |
|        |        | RIMS     | Мива Т.  | Обмен визитами    |
|        | Цукуба | КЕК      | Оджима И.<br>Кобаяши М.                                | Обмен визитами    |
|        | Тиба   | СИТ      | Ясутаки Н.   | Совместные работы |

Физика  
элементарных  
частиц  
и  
релятивистская  
ядерная  
физика  
(02)

## Участие ОИЯИ в программе физических исследований на установке BES-III

**Руководитель темы:** Жемчугов А.С.

### Участвующие страны и международные организации:

Германия, Китай, Польша, Россия, Швеция, ЦЕРН.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Основной целью эксперимента BES-III на электрон-позитронном коллайдере BEPC-II (ИФВЭ АН КНР, г. Пекин) является проведение точных измерений в области рождения пар тау-лептонов и резонансов чармония. Задачи эксперимента включают спектроскопию легких адронов, изучение спектра и переходов в системе чармония, измерение свойств D и Ds мезонов, тау-лептонов и поиск новых состояний выше порога рождения частиц с открытым чармом. Набор данных ведется с 2009 года. Получена наибольшая в мире статистика событий с образованием резонансов  $J/\psi$ ,  $\psi(3686)$ ,  $\psi(3770)$ ,  $\psi(4040)$ , проведено сканирование в диапазоне энергий 2,0–4,6 ГэВ, накоплен набор уникальных данных в области 4,2–4,6 ГэВ для исследований состояний XYZ.

Целью исследования проекта ARIEL является подготовка физической программы будущего электрон-позитронного коллайдера. Ожидается, что точность измерений на будущем коллайдере на 1-2 порядка превысит точность LHC. Для достижения такой точности должны быть заранее подготовлены как экспериментальные так и теоретические инструменты исследований. Развитие таких инструментов является основной задачей проекта ARIEL.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Прецизионная проверка предсказаний КХД и Стандартной модели в лептонных распадах очарованных мезонов.
2. Уточнение свойств малоизученных состояний чармония и поиск новых переходов между ними.
3. Поиск экзотических (XYZ) состояний, изучение их свойств и установление их природы.
4. Изучение спектра легких адронов. Поиск экзотических состояний (глюболы, гибриды, мультикварки). Решение проблемы "лишних" мезонных и "недостающих" барионных состояний.
5. Измерение R-отношения в интервале 2,0–4,6 ГэВ.
6. Измерение массы тау-лептона с высокой точностью.
7. Создание универсального генератора Монте-Карло, описывающего основные процессы в  $e^+e^-$  аннигиляции с радиационными поправками на уровне более одной петли, учитывающего поляризацию частиц начального и конечного состояний.
8. Создание структурных программных модулей для вычисления радиационных поправок на уровне 2 и 3 петли для электрослабых и сильных петель соответственно.
9. Оценка потенциала коллайдера CLIC в области прецизионных измерений и поиска новой физики на основе полного моделирования и реконструкции отклика экспериментальной установки.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Анализ данных эксперимента BES-III.
2. Разработка программного обеспечения эксперимента.
3. Интеграция облачных ресурсов в систему распределенных вычислений эксперимента BES-III.
4. Создание программного обеспечения для парциально-волнового анализа с использованием кластера HybriLIT.

5. Создание генератора Монте-Карло для процессов упругого рассеяния, рождения пары фотонов, рождения пары топ кварков в  $e^+e^-$  столкновениях.
6. Определение ожидаемой точности измерения  $e^+e^-$  аннигиляции в пару фотонов на коллайдере CLIC.
7. Оценка потенциала коллайдера CLIC по поиску новых физических явлений, в том числе по поискам ненулевого размера электрона, дополнительных пространственных измерений, возбужденных электронов.

### Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 1. BES-III       | Жемчугов А.С.        | 1 (2007 – 2019)                      |
| 2. ARIeL         | Калиновская Л.В.     | 3 (2018 – 2021)                      |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|--|--|---------------------------------|
| 1. Проект BES-III  | Жемчугов А.С.  | Реализация                      |
| ЛЯП  | Бакина О.В., Бойко И.Р., Гуськов А.В., Дедович Д.В., Денисенко И.И., Нефедов Ю.А., Котов С.А., Шелков Г.А.   |                                 |
| ЛТФ  | Бытьев В.В., Теряев О.В.   |                                 |
| ЛИТ  | Белов С.Д., Кореньков В.В., Ососков Г.А., Пелеванюк И.С., Подгайный Д.В., Стрельцова О.И., Трофимов В.В., Ужинский А.В.  |                                 |
| 2. Проект ARIeL  | Калиновская Л.В.   | Реализация                      |
| ЛЯП  | Бойко И.Р., Дыдышко Е.В., Луценко Е.О., Жемчугов А.С., Новиков И.И., Нередов Ю.А., Пухаева Н.Е., Рзаева С., Румянцев Л.А., Садыков Р.Р., Сапронов А.А., Швидкин П.В. |                                 |
| ЛТФ  | Арбузов А.В., Бондаренко С.Б.  |                                 |
| ЛИТ  | Пелеванюк И.С.   |                                 |

### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город    | Институт или лаборатория | Участники   | Статус            |
|--------------------------------------|----------|--------------------------|---|-------------------|
| Германия                             | Гамбург  | DESY                     | Риманн С.<br>Риманн Т.<br>Аморосо С.А.<br>Глазов А.А. | Совместные работы |
|                                      | Ганновер | LUH                      | Нанава Г.<br>Книль Б.А.<br>Веретин О.И.               | Совместные работы |

|        |             |             |                   |                   |
|--------|-------------|-------------|-------------------|-------------------|
| Польша | Краков      | NINP PAS    | Вос З.<br>Ядах С. | Совместные работы |
|        | Катовице    | US          | Глуза Я.          | Совместные работы |
| Россия | Гатчина     | НИЦ КИ ПИЯФ | Саранцев А.В.     | Совместные работы |
|        | Новосибирск | ИЯФ СО РАН  | Эйдельман С.И.    | Совместные работы |
| Китай  | Пекин       | ИНЕР CAS    | Ван И.<br>Шень С. | Совместные работы |
| ЦЕРН   | Женева      | ЦЕРН        | Рабсон А.         | Совместные работы |
| Швеция | Лунд        | LU          | Сьёстранд Т.      | Совместные работы |

**ATLAS.****Модернизация установки и физические исследования на LHC**

**Руководитель темы:** Бедняков В.А.  
**Заместители:** Храмов Е.В.  
Чеплаков А.П.

**Участвующие страны и международные организации:**

Азербайджан, Армения, Беларусь, Болгария, Германия, Грузия, Израиль, Италия, Испания, Канада, Нидерланды, Россия, Словакия, США, Узбекистан, Франция, ЦЕРН, Чехия.

**Исследуемая проблема и основная цель исследований:**

Исследование протон-протонных взаимодействий при сверхвысоких энергиях LHC (до 14 ТэВ); в том числе детальное изучение структуры нуклона; поиск и исследование бозонов Хиггса, поиск суперсимметричных частиц и новых физических явлений, а также изучение физики тяжелых кварков.

**Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:**

На основе многопланового и всестороннего исследования процессов рассеяния протонов сверхвысоких энергий (7–14 ТэВ) на Большом адронном коллайдере с помощью установки ATLAS будут получены совершенно новые и уникальные экспериментальные данные. Анализ этих данных даст возможность решить ряд наиболее фундаментальных физических проблем, имеющих мировоззренческое значение.

Сотрудники ОИЯИ в рамках данного проекта примут участие в решении ряда таких проблем. Наиболее важные из них – это выяснение вопроса о происхождении масс элементарных частиц (механизм Хиггса), поиск и исследование суперсимметрии, которая позволит понять природу галактической темной материи и характер эволюции нашей Вселенной. В число таких проблем входит также определение границ применимости современной стандартной модели элементарных частиц, обнаружение свидетельств новых физических явлений, таких как дополнительные пространственные измерения, неизвестные ранее частицы и взаимодействия. Помимо этого, сотрудники ОИЯИ получают новые результаты, которые позволят уточнить свойства уже известных элементарных частиц, таких как  $W$ - и  $Z$ -бозоны, топ-кварк и др.

В результате выполнения данного проекта, нацеленного на решение задач наивысшей научной значимости, будут получены уникальные результаты прикладного характера, способные кардинальным образом изменить качество жизни. В числе таких “побочных” результатов следует отметить создание, отладку и приобретение опыта эксплуатации систем удаленного мониторинга сложных технических аппаратов, а также разработку и практическое использование распределенной системы вычислений ( типа Грид) в условиях проведения долгосрочного и полномасштабного эксперимента.

**Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:**

1. Участие в эксплуатации детектора ATLAS.
2. Обработка данных с установки ATLAS. Получение физических результатов в исследовании ряда ключевых процессов Стандартной модели и в области физики тяжелых кварков. Поиск SUSY и других экзотических процессов.
3. Продолжение работ по физической программе эксперимента ATLAS: моделирование процессов, участие в рабочих группах коллаборации и т.п.
4. Проведение работ по проекту модернизации детектора ATLAS, включая систему тороидальных магнитов, адронные калориметры и мюонный спектрометр, а также создание новых детекторов.
5. Разработка методов и расчетов сложных процессов.

6. Обеспечение работы детектора.

### Проекты по теме:

| Название проекта                | Руководитель проекта | Приоритет проекта<br>(сроки реализации) |
|---------------------------------|----------------------|---|
| 1. ATLAS. Физика                | Храмов Е.В.          | 1 (2010 – 2019)                         |
| 2. Модернизация детектора ATLAS | Чеплаков А.П.        | 1 (2013 – 2020)                         |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|---|--|---------------------------------|
| 1. Эксперимент ATLAS  | Бедняков В.А.<br>Храмов Е.В.<br>Чеплаков А.П.  | Техпроект                       |
| ЛЯП<br>Бедняков В.А., Будагов Ю.А.,<br>Русакович Н.А., Шелков Г.А.  | Бойко И.Р., Виноградов В.Б., Гладилин Л.К., Гонгадзе А.Л., Госткин М.И., Глаголев В.В., Гусейнов Н., Давыдов Ю.И., Гонгадзе А.Л., Гонгадзе И.Б., Дедович Д.В., Демичев М.А., Елецких И.В., Ершова А.В., Жемчугов А.С., Иванов Ю.П., Карпов С.Н., Карпова З.М., Кручонок В.Г., Кульчицкий Ю.А., Лыкасов Г.И., Любушкин В.В., Любушкина Т.В., Ляблин М.В., Малюков С.Н., Минашвили И.А., Минашвили И. (мл.), Нефедов Ю.А., Руденко Т.О., Рзаева С., Плотникова Е.М., Потрап И.Н., Садыков Р.Р., Сапронов А.А., Степаненко Ю.Ю., Сотенский Р.В., Турчихин С.М., Терешко П.В., Усубов З.У., Усов Ю.А., Харченко Д.В., Шалюгин А.Н., Швыдкий П.В., Шиякова М.И. |                                 |
| ЛФВЭ<br>Чеплаков А.П.   | Ахмадов Ф.Н., Джавадов Н.А., Зимин Н.И., Иванов А.В., Кухтин В.В., Ладыгин Е.А., Туртувшин Т., Солошенко А.А., Филиппов Ю.А. Шайхатденов Б.Г.,   |                                 |
| ЛИТ<br>Кореньков В.В., Зрелов П.В.  | Александров И.Н., Громова Н.И., Минеев М.А., Олейник Д.А., Петросян А.Ш., Шигаев В.Н., Яковлев А.В.  |                                 |
| ЛТФ<br>Казаков Д.И.   | Арбузов А.Б., Бедняков А.В., Бондаренко С.Г., Гладышев А.В., Кочелев Н.И., Пикельнер А.Ф., Теряев О.В.   |                                 |
| ЛНФ<br>Куликов С.А.   | Булавин М.В., Кулагин Е.Н., Шабалин Е.П.   |                                 |

### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город  | Институт или лаборатория | Участники                    | Статус                              |
|--------------------------------------|--------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Азербайджан                          | Баку   | ИФ НАНА                  | Гусейнов Н. + 5 чел.         | Совместные работы                   |
| Армения                              | Ереван | ННЛА                     | Акопян Г.                    | Совместные работы                   |
| Беларусь                             | Минск  | ИФ НАНБ                  | Курочкин Ю.А. + 4 чел.       | Совместные работы<br>Обмен визитами |
|                                      |        | ИПФ НАНБ                 | Шуляковский Р.Г.<br>+ 2 чел. | Совместные работы<br>Обмен визитами |

|            |                |                             |   |                                     |
|------------|----------------|-----------------------------|---|-------------------------------------|
|            |                | НИИ ЯП БГУ                  | Гриневич А.В.<br>Старовойтов П.М.<br>+ 1 чел. | Совместные работы<br>Обмен визитами |
|            | Гомель         | ОИЭЯИ-Сосны<br>НАНБ<br>ГГТУ | Гилевский В.В. + 2 чел.                       | Совместные работы<br>Обмен визитами |
|            |                | ГГУ                         | Панков А.А. + 3 чел.                          | Совместные работы<br>Обмен визитами |
| Болгария   | София          | SU                          | Максименко Н.В.<br>Андреев В.В. + 1 чел.      | Совместные работы<br>Обмен визитами |
| Грузия     | Тбилиси        | HEPI-TSU                    | Чижов М.В.                                    | Совместные работы                   |
| Россия     | Москва         | ИТЭФ<br>МГУ<br>ФИАН         | Джобава Т. + 3 чел.                           | Соглашение                          |
|            | Протвино       | ИФВЭ                        | Хованский В.                                  | Совместные работы                   |
|            |                |                             | Смирнова Л.Н.                                 | Совместные работы                   |
|            |                |                             | Снесарев А.А. + 1 чел.                        | Совместные работы                   |
|            |                |                             | Зайцев А.М.<br>Денисов С.П.                   | Совместные работы                   |
| Словакия   | Братислава     | CU                          | Токар С.<br>Дубничкова А.З.                   | Совместные работы                   |
|            |                | IP SAS                      | Дубничка С. + 3 чел.                          | Совместные работы                   |
| Узбекистан | Самарканд      | СамГУ                       | Салихбаев У.С.<br>Артиков А.М.                | Совместные работы                   |
| Чехия      | Прага          | CU                          | Вильгельм И.                                  | Совместные работы                   |
| Германия   | Мюнхен         | MPI-P                       | Менке С.                                      | Совместные работы                   |
|            | Цойтен         | DESY                        | Шрайбер Й.<br>Ломан В.                        | Совместные работы                   |
| Израиль    | Реховот        | WIS                         | Микенберг Г.                                  | Совместные работы                   |
| Испания    | Барселона      | IFAE                        | Кавалли-Сфорца М.                             | Совместные работы                   |
| Италия     | Пиза           | INFN                        | Дель-Прете Т.                                 | Совместные работы                   |
| Канада     | Ванкувер       | TRIUMF                      | Курчанинов Л.Л.                               | Совместные работы                   |
|            | Монреаль       | UdeM                        | Леруа К.                                      | Совместные работы                   |
| Нидерланды | Амстердам      | NIKHEF                      | Ван дер Грааф Х.                              | Совместные работы                   |
| США        | Лемонт         | ANL                         | Прайс Л.                                      | Соглашение                          |
| Франция    | Клермон-Ферран | LPC                         | Вазей Ф.                                      | Совместные работы                   |
|            | Орсе           | LAL                         | Фурнье Д.                                     | Совместные работы                   |
| ЦЕРН       | Женева         | ЦЕРН                        | Чарлтон Д.<br>Хайнеманн Б.<br>МакФерсон Р.    | Соглашение                          |

## Поиск новой физики в экспериментах на интенсивных пучках МЮОНОВ

**Руководитель темы:** Глаголев В.В.  
**Заместитель:** Давыдов Ю.И.  
**Научный руководитель темы:** Будагов Ю.А.

### Участвующие страны и международные организации:

Беларусь, Болгария, Великобритания, Грузия, Германия, Италия, Россия, Словакия, США, Франция, Чехия, Швейцария, Украина, Япония.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Эксперименты Mu2e и MEG II посвящены поиску процесса с нарушением лептонного числа для заряженных лептонов  $\mu^- N \rightarrow e^- N$  и  $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$ . При наличии массы у нейтрино данные процессы возможны, но остаются ненаблюдаемыми, т.к. вероятность пропорциональна  $(\Delta m_{ij}^2/M_W^2)^2$ , где  $\Delta m_{ij}^2$  – разность квадратов масс  $i$ -ой и  $j$ -ой нейтринных собственных состояний, а  $M_W$  – масса W-бозона. Предсказанные вероятности для процессов  $\mu^- N \rightarrow e^- N$  и  $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$  составляют  $\sim 10^{-50}$ . Эти процессы являются теоретически безупречными объектами при поисках новой физики (НФ). Во многих моделях НФ, включающих массивные нейтрино, вероятности этих процессов существенно увеличиваются и становятся доступными для наблюдений.

Аномальный магнитный момент мюона  $a_\mu$  может быть вычислен с большой точностью и измерен в эксперименте Фермилаб. Этот эксперимент получил название “мюон g-2”. Сравнение данных эксперимента и предсказаний Стандартной модели (СМ) обеспечит достоверный поиск НФ. Разница между измерением и предсказанием на данный момент  $\Delta a_\mu = (255 \pm 80) \times 10^{-11}$  ( $3.2\sigma$ ) является наиболее цитируемым результатом и возможно, предвестником НФ в Тэвновой области энергий. Различные объяснения этой разницы, в том числе суперсимметрией, внутренней структурой лептонов, петлями частиц темной материи и т.д., хорошо обоснованы теоретически в каждой из этих моделей. Улучшение точности этого измерения в 4 раза позволит понять наблюдается ли отклонение от СМ и если да, то в пользу какой из предложенных теоретиками моделей.

Исследование нарушений CP-симметрии в лептонном секторе при помощи нейтринных осцилляций.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

- Mu2e:** Участие ОИЯИ в моделировании, создании и тестировании э.м. калориметра и вето системы. Участие в создании прототипов сцинтилляционного э.м. калориметра и мюонной вето-системы и их тестирование на пучках ускорителей и на космике. Участие в контроле качества кристаллов при их массовом производстве и в сборке всего э.м. калориметра. Участие в производстве модулей вето-системы, их тестировании и сборке всей вето-системы в составе установки. Проведение радиационных тестов элементов установки. По завершению этапа темы э.м. калориметр и вето-система будут подготовлены к включению в состав полной установки.
- Muon g-2:** Участие ОИЯИ в создании системы сбора данных. Окончательная отладка и сопровождение программ системы сбора данных для визуализации принимаемой информации и управления электроникой. Поддержка системы контроля параметров установки. Участие в наборе основного массива экспериментальных данных и в их обработке.
- MEG-PEN:** Улучшение точности измерения распада  $\pi \rightarrow e\nu$  до  $5 \cdot 10^{-4}$ . Создание установки MEG-II и измерение распада  $\mu \rightarrow e\gamma$  на уровне  $4 \cdot 10^{-14}$ .
- Нейтринная платформа ЦЕРН:** Участие в создании и тестировании прототипов детекторов для нейтринных экспериментов нового поколения. Для предсказания спектров и потоков нейтрино и антинейтрино в ускорительных экспериментах нового поколения (DUNE, T2HK и др.) с точностью

лучше 5% необходимо провести исследования с использованием адронных пучков ЦЕРН по измерению выходов адронов в протон-ядерных и пион-ядерных взаимодействиях. Аналогичная работа уже успешно выполняется для эксперимента T2K при активном участии физиков ЛЯП ОИЯИ.

5. **МЮСПИН:** Исследование поведения положительных мюонов в системах с магнитными наночастицами.
6. **ТРИТОН:** Получение сведений о механизме ядерной реакции  $pt$  из состояния мюонной молекулы.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Моделирование калибровки э.м. калориметра установки Mu2e.
2. Проведение тестов прототипов э.м. калориметра типа  $CsI$  и  $BaF_2$  на пучках электронов и гамма источниках, анализ данных.
3. Участие в подготовке станции контроля качества кристаллов и их тестирование.
4. Сборка и тестирование модулей вето-системы на космике и пучках протонов, анализ данных.
5. Сопровождение окончательной версии программы on-line контроля и визуализации данных для эксперимента Muon g-2.
6. Участие в наборе и обработке экспериментальных данных.
7. Участие в испытаниях элементов детектора на радиационную стойкость.
8. Обработка экспериментальных данных по радиационному распаду пиона, полученных в эксперименте PEN.
9. Участие в создании позитронного трекера установки MEG-II, DAQ, моделирование и обработка данных. Разработка программ для управления электроникой и визуализации событий.
10. Участие в сборке и тестировании модулей сцинтилляционных счетчиков системы вето для прототипов детекторов для нейтринных экспериментов нового поколения.
11. Участие в наборе и анализе экспериментальных данных, полученных на пучках ЦЕРН, разработка программного обеспечения.
12. Изучение поведения магнитных наночастиц с высокой анизотропией с помощью положительных мюонов.
13. Обработка данных по ядерной реакции синтеза в системе  $p + t$  методом мюонного катализа. Методические измерения отклика системы детектирования установки Тритон на пучке электронов с энергией до 20 мэВ.

### Проекты по теме:

| Название проекта   | Руководитель проекта | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|--|----------------------|--------------------------------------|
| 1. Поиск новой физики в экспериментах на интенсивных пучках мюонов | Глаголев В.В.        | 1 (2015 – 2020)                      |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители | Статус проекта или эксперимента |
|--|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Эксперимент Mu2e  | Глаголев В.В.                        | R&D<br>Реализация               |

|                                       |   |                                  |
|---------------------------------------|---|----------------------------------|
| ЛЯП                                   | Артиков А.М., Атанов Н.В., Атанова О.С., Азарян Н.С., Баранов В.Ю., Батусов В.Ю., Будагов Ю.А., Гуськов А.В., Давыдов Ю.И., Демин Д.Л., Коломоец В.И., Коломоец С.М., Кульчицкий Ю.А., Ляблин М.В., Романов В.М., Сазонова А.В., Симоненко А.В., Студенов С.Н., Суслов И.А., Терещенко В.В., Терещенко С.В., Титкова И.В., Усубов З.У., Харжеев Ю.Н., Чохели Д.Ш., Шалюгин А.Н. |                                  |
| ЛТФ                                   | Казаков Д.И., Козлов Г.А., Тарасов О.В.   |                                  |
| ЛИТ                                   | Кореньков В.В., Ужинский В.В.   |                                  |
| ЛФВЭ                                  | Галоян А.   |                                  |
| <b>2. Эксперимент Muon g-2</b>        | <b>Хомутов Н.В.</b> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">R&amp;D<br/>Реализация</td></tr></table>   | R&D<br>Реализация                |
| R&D<br>Реализация                     |   |                                  |
| ЛЯП                                   | Баранов В.А., Вольных В.П., Дугинов В.И., Кравчук Н.П., Кучинский Н.А., Руденко А.И.  |                                  |
| ЛФВЭ                                  | Мовчан С.А.   |                                  |
| ЛРБ                                   | Крылов В.А.   |                                  |
| <b>3. Эксперимент MEG-II</b>          | <b>Хомутов Н.В.</b> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">R&amp;D<br/>Реализация</td></tr></table>   | R&D<br>Реализация                |
| R&D<br>Реализация                     |   |                                  |
| ЛЯП                                   | Баранов В.А., Глаголев В.В., Давыдов Ю.И., Кравчук Н.П., Красноперов А.В., Кучинский Н.А., Малышев В.Л., Рождественский А.М., Симоненко А.В., Титкова И.В.  |                                  |
| ЛФВЭ                                  | Колесников А.О.   |                                  |
| ЛРБ                                   | Крылов В.А.   |                                  |
| <b>4. Эксперимент PEN</b>             | <b>Кучинский Н.А.</b> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">Обработка данных</td></tr></table>   | Обработка данных                 |
| Обработка данных                      |   |                                  |
| ЛЯП                                   | Баранов В.А., Величева Е.П., Вольных В.П., Коренченко С.М., Кузьмин Е.С., Рождественский А.М., Хомутов Н.В., Хрыкин А.С.  |                                  |
| ЛТФ                                   | Быстрицкий Ю.М.   |                                  |
| <b>5. “Нейтринная платформа ЦЕРН”</b> | <b>Попов Б.А.</b> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">Набор данных<br/>Обработка данных</td></tr></table>  | Набор данных<br>Обработка данных |
| Набор данных<br>Обработка данных      |   |                                  |
| ЛЯП                                   | Атанов Н.В., Красноперов А.В., Любушкин В.В., Терещенко В.В., Терещенко С.В.  |                                  |
| <b>6. Эксперимент МЮСПИН</b>          | <b>Дугинов В.Н.</b> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">Набор данных<br/>Обработка данных</td></tr></table>  | Набор данных<br>Обработка данных |
| Набор данных<br>Обработка данных      |   |                                  |
| ЛЯП                                   | Бунятова Э.И., Грицай К.И., Руденко А.И., Соболева Г.Д.   |                                  |
| ЛНФ                                   | Балашою М. + 2 чел.   |                                  |
| <b>7. Эксперимент ТРИТОН</b>          | <b>Демин Д.Л.</b> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td style="text-align: center;">Обработка данных</td></tr></table>   | Обработка данных                 |
| Обработка данных                      |   |                                  |

|     |   |
|-----|---|
| ЛЯП | Баранова Н.А., Богуславский А.И., Городничев Е.Д., Грицай К.И., Густов С.А., Дугинов В.Н., Конин А.Д., Колесов Е.В., Коломоец В.И., Кустов А.П., Поляков Ю.А., Руденко А.И., Смирнов В.И., Шакурн Н.Г., Усубов З.У. |
| ЛЯР | Юхимчук С.А.  |
| ЛРБ | Бучнев В.Н., Щеголев В.Ю.   |

### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город                     | Институт или лаборатория | Участники   | Статус                                 |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------|---|--|
| Беларусь                             | Минск                     | ИФ НАНБ                  | Ботай Л.Е. + 2 чел.   | Совместные работы                      |
|                                      |                           | НИИ ЯП БГУ               | Мисевич О.В.<br>Лобко А.С. + 1 чел.   | Совместные работы<br>Обмен визитами    |
| Болгария                             | София                     | SU                       | Чижов М.В.  | Совместные работы                      |
| Грузия                               | Тбилиси                   | HEPI-TSU                 | Чохели Д.Ш.   | Совместные работы                      |
| Россия                               | Москва, Троицк            | ИЯИ РАН                  | Джилкибаев Р.М.<br>Матушко В.Л.   | Совместные работы                      |
|                                      | Гатчина                   | НИЦ КИ ПИЯФ              | Косьяненко С.В.<br>Суворов В.М.<br>Воробьев С.И. + 4 чел.   | Совместные работы                      |
| Румыния                              | Бухарест                  | IFIN-HH                  | Замфир В. + 2 чел.  | Протокол                               |
| Словакия                             | Братислава                | CU                       | Дубничкова А.З.   | Совместные работы                      |
|                                      |                           | IP SAS                   | Дубничка С.<br>Бартош Е.<br>Адамусцин К.<br>Липтай А.<br>Бояринцев А.Ю.<br>Гринев Б.В.<br>Гектин А.В.<br>Сидлецкий О.Ц. | Совместные работы                      |
| Украина                              | Харьков                   | ИСМА НАНУ                | Бояринцев А.Ю.<br>Гринев Б.В.<br>Гектин А.В.<br>Сидлецкий О.Ц.  | Совместные работы                      |
| Италия                               | Пиза                      | UniPi                    | Беллеттини Дж.<br>Бедески Ф.  | Совместные работы                      |
|                                      | Фраскати                  | INFN LNF                 | Мишетти С.<br>Хаппачер Ф.   | Протокол                               |
| США                                  | Батавия                   | Fermilab                 | Глензинский Д.<br>Рей Р.<br>Чирхард Р.<br>Мурат П.<br>Велев Г.<br>Члачидзе Г.<br>Полли К.                               | Соглашение                             |
|                                      | Лексингтон<br>Шарлотсвилл | UK<br>UVa                | Горриндж Т.<br>Дукес С.<br>Групп К.<br>Оксузян Ю.<br>Почанич Д.   | Совместные работы<br>Совместные работы |
| Швейцария                            | Виллиген                  | PSI                      | Ритт Ш.   | Протокол                               |

## Исследование нейтринных осцилляций

### Руководители темы:

Наумов Д.В.  
Ольшевский А.Г.

### Участвующие страны и международные организации:

Германия, Италия, Китай, США, Словакия, Румыния, Турция, Франция, Чехия, Япония.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Измерение параметров нейтринных осцилляций и других свойств нейтрино в экспериментах разного типа. Поиск нейтринных осцилляций и исследование их параметров в эксперименте OPERA на нейтринном пучке CNGS. Измерение потока солнечных нейтрино, поиск стерильных нейтрино, определение иерархии масс нейтрино и CP-нарушений в лептонном секторе. Изучение потоков низкоэнергетических солнечных нейтрино в режиме реального времени на второй фазе эксперимента BOREXINO. Поиск осцилляций нейтрино и измерение параметра  $\theta_{13}$  в реакторном эксперименте Daya Bay. Определение иерархии масс нейтрино в экспериментах NOvA и JUNO.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Измерение угла смешивания нейтрино  $\theta_{13}$  и разницы квадратов масс  $\Delta m_{ee}^2$  в эксперименте Daya Bay.
2. Измерение потоков солнечных нейтрино в детекторе Borexino, поиск стерильных состояний нейтрино.
3. Исследование осцилляций нейтрино в эксперименте OPERA.
4. Определение иерархии масс нейтрино и CP-нарушающей фазы лептонной матрицы смешивания в экспериментах JUNO и NOvA.
5. Разработка новых фотодетекторов и аппаратуры для применения в регистрирующих системах нейтринных экспериментов.
6. Улучшение точности измерения потоков низкоэнергетических солнечных нейтрино в режиме реального времени на второй фазе эксперимента Borexino.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Анализ данных эксперимента Daya Bay.
2. Развитие методов определения иерархии масс нейтрино и параметров нейтринных осцилляций в экспериментах NOvA и JUNO.
3. Проведение анализа событий эксперимента NOvA.
4. Оценка систематических ошибок эксперимента NOvA, связанных с неопределенностями сечений нейтрино-нуклонных взаимодействий.
5. Эксплуатация центра управления экспериментом NOvA в ОИЯИ, проведение дежурств на установке.
6. Подготовка массового производства высоковольтной системы для ФЭУ JUNO.
7. Массовое измерение характеристик ФЭУ для эксперимента JUNO.
8. Подготовка детекторов TT OPERA к использованию в эксперименте JUNO.
9. Измерения характеристик плоскостей veto системы эксперимента JUNO.
10. Реконструкция событий в детекторе Borexino.
11. Проведение анализа по измерению свойств CNO солнечных нейтрино в детекторе Borexino.

## Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта | Приоритет проекта<br>(сроки реализации) |
|------------------|----------------------|---|
| 1. BOREXINO      | Смирнов О.Ю.         | 1 (1996 – 2019)                         |
| 2. Daya Bay/JUNO | Наумов Д.В.          | 1 (2009 – 2020)                         |
| 3. NOvA          | Ольшевский А.Г.      | 1 (2015 – 2020)                         |

## Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|---|--|---------------------------------|
| 1. Проект BOREXINO  | Смирнов О.Ю.   | Набор данных                    |
| ЛЯП   | Вишнева А.В., Кораблев Д.В., Сотников А.П., Фоменко К.А.   |                                 |
| ЛФВЭ  | Займидорога О.А.   |                                 |
| 2. Проект Daya Bay/JUNO   | Наумов Д.В.<br>Гончар М.О.   | Набор данных<br>R&D             |
| ЛЯП   | Анфимов Н.В., Антошкина Т.А., Биктемерова С.В., Буторов И.В., Горнушкин Ю.А., Горчаков О.Е., Громов В.О., Дмитриевский С.Г., Красноперов А.В., Колганов Н.М., Кораблев Д.В., Морозов Н.А., Наумова Е.А., Немченко И.Б., Ольшевский А.Г., Рыбников А.В., Садовский А.Б., Селюнин А.С., Смирнов О.Ю., Соколов С.А., Сотников А.П., Стриж М.А., Тресков К.А., Фоменко К.А., Федосеев Д.В., Чуканов А.В. |                                 |
| 3. Проект NOvA  | Ольшевский А.Г.<br>Самойлов О.Б.   | Набор данных                    |
| ЛЯП   | Аллахвердян А.А., Амвросов В.В., Антошкин А.И., Анфимов Н.В., Большакова А.Е., Климов О.А., Кулленберг К., Колупаева Л.Д., Морозова А.Д., Петрова О.Н., Сотников А.П., Шешуков А.С.  |                                 |
| ЛТФ   | Биленький С.М., Кузьмин К.С., Матвеев В.А., Наумов В.А.  |                                 |
| ЛИТ   | Балашов Н.А., Баранов А.В., Долбилов А.Г., Кузнецов Е.А.   |                                 |
| ЛФВЭ  | Какорин И.Д.   |                                 |
| 4. Эксперимент OPERA  | Горнушкин Ю.А.   | R&D                             |
| ЛЯП   | Васина С.Г., Дмитриевский С.Г., Ольшевский А.Г., Садовский А.Б., Сотников А.П., Чуканов А.В.   |                                 |
| 5. Эксперимент DarkSide   | Смирнов О.Ю.   | Обработка данных                |
| ЛЯП   | Вишнева А.В., Горчаков О.Е., Кораблев Д.В., Самойлов О.Б., Сотников А.П., Фоменко К.А., Шешуков А.С.   |                                 |

6. Разработка новых фотодетекторов и аппаратуры для применения в регистрирующих системах нейтринных экспериментов

Анфимов Н.В.

|     |
|-----|
| R&D |
|-----|

ЛЯП

Антошкин А.И., Кузнецова К.И., Ольшевский А.Г., Рыбников А.В., Селюнин А.В., Сотников А.П., Соколов С.А., Чалышев В.В., Чириков-Зорин И.Е., Федосеев Д.В.

ЛФВЭ

Садыгов З.Я.

**Сотрудничество по теме:**

| Страна или международная организация | Город        | Институт или лаборатория | Участники                        | Статус            |
|--------------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------|
| Румыния                              | Бухарест     | IFIN-HH                  |                                  | Протокол          |
| Словакия                             | Братислава   | CU                       | Шимковиц Ф. + 4 чел.             | Совместные работы |
| Чехия                                | Прага        | CU                       | Лейтнер Р.<br>Вробел В. + 3 чел. | Совместные работы |
| Германия                             | Гамбург      | Ун-т                     | Хагген К. + 3 чел.               | Совместные работы |
|                                      | Ахен         | RWTH                     | Шпаль А. + 5 чел.                | Совместные работы |
| Италия                               | Салерно      | INFN                     | Бозза К. + 3 чел.                | Совместные работы |
|                                      | Милан        | UNIMI                    | Рануччи Дж.<br>Формозов А.       | Совместные работы |
| Китай                                | Пекин        | INER CAS                 | Ван И. + 10 чел.                 | Совместные работы |
| США                                  | Индианаполис | IUPUI                    | Месьер М. + 2 чел.               | Совместные работы |
|                                      | Кембридж     | Harvard Univ.            | Фельдман Г. + 1 чел.             | Совместные работы |
|                                      | Батавия      | Fermilab                 | Купер Дж. + 3 чел.               | Совместные работы |
| Турция                               | Анкара       | METU                     | Гуллер М. + 4 чел.               | Совместные работы |
| Франция                              | Страсбург    | CRN                      | Дракос М. + 2 чел.               | Совместные работы |
| Япония                               | Токио        | Toho Univ.               | Шибую С. + 2 чел.                | Совместные работы |

## Эксперимент PANDA на ускорительном комплексе FAIR

**Руководитель темы:**

Алексеев Г.Д.

**Заместитель:**

Скачкова А.Н.

**Участвующие страны и международные организации:**

Беларусь, Германия, Россия, Словакия, Чехия, ЦЕРН.

**Исследуемая проблема и основная цель исследований:**

Изучение экзотических состояний ядерной материи и структуры нуклонов в эксперименте PANDA на ускорительном комплексе FAIR.

**Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:**

1. Разработка физической программы эксперимента PANDA.
2. Начало совместных работ по созданию мюонной системы детектора PANDA.

**Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:**

1. Включение MC генераторов в программное обеспечение PANDA и оптимизация анализа событий.
2. Подготовка контракта FAIR-ОИЯИ на изготовление мюонной системы PANDA.
3. Тестирование прототипа пробной системы на пучке PS в ЦЕРН.

**Проекты по теме:**

| Название проекта | Руководитель проекта | Приоритет проекта<br>(сроки реализации) |
|------------------|----------------------|---|
| 1. PANDA         | Алексеев Г.Д.        | 1 (2011 – 2019)                         |

**Основные этапы темы:**

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|---|--|---------------------------------|
| 1. Проект PANDA   | Алексеев Г.Д.  | Техпроект                       |
| ЛЯП<br>Скачкова А.Н.  | Абазов В.М., Вертоградов Л.С., Вертоградова Ю.Л.,<br>Верхеев А.Ю., Голованов Г.А., Журавлев Н.И., Кутузов С.А.,<br>Пискун А.А., Самарцев А.Г., Скачков Н.Б., Токменин В.В.                         |                                 |
| ЛФВЭ<br>Водопьянов А.С.   | Додохов В.Х., Строковский Е.А., Барабанов М.Ю., Арефьев В.А.,<br>Астахов В.И., Ефремов А.А., Лобанов В.И., Лобанов Ю.Ю.,<br>Номоконов П.В., Олекс И.А., Фещенко А.А., Галоян А.,<br>Шиманский С.С. |                                 |
| ЛИТ   | Адам Г., Ужинский В.   |                                 |
| ЛИТФ  | Сорин А.С., Теряев О.В., Ефремов А.В.  |                                 |

**Сотрудничество по теме:**

| <b>Страна или международная организация</b> | <b>Город</b> | <b>Институт или лаборатория</b> | <b>Участники</b>                              | <b>Статус</b>     |
|---|--------------|---------------------------------|---|-------------------|
| Беларусь                                    | Минск        | НИИ ЯП БГУ                      | Батурицкий М.А.<br>+ 5 чел.                   | Совместные работы |
| Россия                                      | Протвино     | ИФВЭ                            | Васильев А. + 10 чел.                         | Совместные работы |
|   | Омск         | ОФ ИМ СО РАН                    | Чуканов С.Н. + 2 чел.<br>Нартов Б.К. + 2 чел. | Совместные работы |
|   | Новосибирск  | ИЯФ СО РАН                      | Пята Е. + 1 чел.                              | Совместные работы |
|   | С.-Петербург | Нева-Магнит                     | Кошурников Е.К.                               | Совместные работы |
| Словакия                                    | Братислава   | IP SAS                          | Дубничка С.                                   | Совместные работы |
| Чехия                                       | Прага        | CU                              | Лейтнер Р. + 3 чел.                           | Совместные работы |
| Германия                                    | Дармштадт    | GSI                             | Орт Г. + 10 чел.                              | Совместные работы |
| ЦЕРН  | Женева       | ЦЕРН                            | Гатиньон Л.                                   | Совместные работы |

## Астрофизические исследования в эксперименте TAIGA

**Руководитель темы:**

Ткачев Л.Г.

**Заместитель:**

Гребенюк В.М.

Бородин А.Н.

### Участвующие страны и международные организации:

Германия, Италия, Мексика, Россия, Республика Корея, Польша, Румыния, Чехия, Япония.

### Исзуемая проблема и основная цель исследований:

В эксперименте TAIGA проходит поиск локальных галактических источников гамма-квантов с энергией выше 20-30 ТэВ, исследование потоков гамма-излучения от известных источников в той же области энергий, поиск диффузного гамма-излучения от Галактического диска. Исследование энергетического спектра и массового состава космических лучей в энергетическом диапазоне  $5 \cdot 10^{13} - 10^{19}$  эВ на недостижимом ранее уровне статистической обеспеченности. Исследование высокоэнергетичной части спектра гамма-излучения от наиболее ярких блазаров (поглощения гамма-квантов на межгалактическом фоне, поиск аксион-фотонных переходов), поиск диффузного гамма-излучения и излучения в диапазоне энергий  $10^{15} - 10^{17}$  эВ (поиск проявлений нарушения Лоренц-инвариантности).

В рамках эксперимента ТУС исследуются космические лучи предельно высоких энергий (КЛПВЭ), его состав и угловое распределение в области GZK (Greisen-Zatsepin-Kusmin) обрезания, т.е. при энергиях более  $7 \cdot 10^{19}$  эВ. Детектор ТУС позволит регистрацию широких атмосферных ливней (ШАЛ) от нейтрино ультравысокой энергии, что позволит начать исследования в области нейтринной астрономии с космической орбиты.

В рамках эксперимента НУКЛОН планируется измерить спектр и элементный состав космических лучей (КЛ) в интервале энергий  $10^{11} - 10^{15}$  эВ, т.е. в области "колена" в спектре КЛ и перед ним. В течение 5 лет прямых внеатмосферных измерений будут получены данные, большая статистика которых позволит определить изменения состава КЛ в указанном интервале энергий, а также провести измерение угловой анизотропии КЛ.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Разработка и изготовление сети гамма-телескопов для эксперимента TAIGA.
2. Участие в создании комплекса программ для моделирования и обработки данных эксперимента TAIGA.
3. Участие в анализе данных и подготовки публикаций эксперимента TAIGA.
4. Экспериментальная проверка принципа измерения флуоресцентного и черенковского излучения ШАЛ от КЛПВЭ событий в условиях открытого космоса в эксперименте ТУС.
5. Разработка программы реконструкции событий в эксперименте ТУС. Восстановление углов прихода и энергий кандидатов ШАЛ.
6. Измерение спектра КЛ в интервале  $10^{11} - 10^{15}$  эВ с разрешением по энергии 70-80% и зарядовому разрешению  $\Delta Z \approx 0.3$  в интервале первичных ядер  $Z = 1-30$ .
7. Измерение угловой анизотропии первичного спектра КЛ.
8. Изготовление прототипа установки НУКЛОН-2 для исследования изотопного состава космических лучей в диапазоне энергий  $10^9 - 10^{10}$  эВ.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Завершение работ по изготовлению гамма-телескопа №2 для эксперимента TAIGA.
2. Первый этап работ по изготовлению гамма-телескопа №3 для эксперимента TAIGA.

3. Доработка программ моделирования событий в эксперименте TAIGA.
4. Участие в создании программ приема и обработки данных эксперимента TUC. Участие в офф-лайн анализе данных.
5. Участие в проведении космического эксперимента НУКЛОН. Участие в off-line обработке данных.
6. Разработка и создание прототипа ОЛВЭ-HERO.

### Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта | Приоритет проекта<br>(сроки реализации) |
|------------------|----------------------|---|
| 1. TAIGA         | Ткачев Л.Г.          | 1 (2015 – 2020)                         |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|---|--|---------------------------------|
| 1. Эксперимент TAIGA  | Ткачев Л.Г.  | Реализация                      |
| ЛЯП   | Бородин А.Н., Гребенюк В.М., Гринюк А.А., Деменко А.Н., Калинин А.И., Лаврова М.В., Пороховой С.Ю., Пан А., Романов В.М., Сабиров Б.М., Сагань Я.И., Слунечка М., Слунечкова В., Фингер М. |                                 |
| ЛФВЭ  | Горбунов Н.В.  |                                 |
| ЛИТ   | Шигаев В.Н.  |                                 |
| 2. Эксперимент TUC  | Ткачев Л.Г.  | Реализация                      |
| ЛЯП   | Гребенюк В.М., Гринюк А.А., Калинин А.И., Лаврова М.В., Пороховой С.Ю., Слунечка Н, Слунечкова В., Ткаченко А.В.   |                                 |
| ЛФВЭ  | Горбунов Н.В.  |                                 |
| 3. Эксперимент НУКЛОН   | Ткачев Л.Г.  | Реализация                      |
| ЛЯП   | Гребенюк В.М., Газеева Э.М., Пороховой С.Ю., Калинин А.И., Лаврова М.В., Пороховой С.Ю., Пан А., Сабиров Б.М., Садовский А.Б., Ткаченко А.В.   |                                 |
| ЛФВЭ  | Горбунов Н.В.  |                                 |
| ЛИТ   | Слепнев С.К., Шигаев В.Н.  |                                 |
| ЛНФ   | Рогов А.Д.   |                                 |

### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город   | Институт или лаборатория | Участники           | Статус            |
|--------------------------------------|---------|--------------------------|---------------------|-------------------|
| Польша                               | Варшава | UW                       | Доминик В. + 2 чел. | Совместные работы |

|                     |                |                    |  |                   |
|---------------------|----------------|--------------------|--|-------------------|
| Россия              | Москва         | НИИЯФ МГУ          | Хренов Б.А. + 5 чел.<br>Подорожный Д.М.<br>+ 7 чел.<br>Кузьмичев Л.А. + 5 чел. | Протокол          |
|                     | Иркутск        | НИЯУ “МИФИ”<br>ИГУ | Петрухин А. + 10 чел.  | Совместные работы |
|                     | Москва, Троицк | ИЯИ РАН            | Буднев Н. + 10 чел.<br>Любсандоржиев Б.<br>+ 5 чел.                            | Совместные работы |
|                     | Научный        | КрАО РАН           | Вольвач А.Е. + 3 чел.  | Совместные работы |
| Румыния             | Бухарест       | ISS                | Хайдук М. + 5 чел.<br>Попеску Е.М.   | Протокол          |
| Чехия               | Прага          | CU                 | Фингер М. + 2 чел.   | Совместные работы |
| Германия            | Мюнхен         | MPI-P              | Мирзоян К. + 3 чел.  | Совместные работы |
|                     | Гамбург        | Ун-т               | Тлукциконт М. + 2 чел.   | Совместные работы |
|                     | Тюбинген       | Ун-т               | Юхум Дж. + 5 чел.  | Совместные работы |
|                     | Цойтен         | DESY               | Вишневский Р. + 3 чел.   | Совместные работы |
| Италия              | Турин          | UniTo              | Чиавасса А. + 1 чел.   | Совместные работы |
| Мексика             | Пуэбла         | BUAP               | Салазар У. + 3 чел.  | Совместные работы |
| Республика<br>Корея | Сеул           | EWU                | Пак И. + 2 чел.  | Совместные работы |
| Япония              | Вако           | RIKEN              | Эбисузаки Т. + 2 чел.  | Совместные работы |

## Эксперимент COMET на ускорительном комплексе J-PARC

Руководитель темы:

Цамалаидзе З.

### Участвующие страны и международные организации:

Беларусь, Великобритания, Германия, Грузия, Россия, Франция, Чехия, Япония.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Целью эксперимента COMET на ускорителе J-PARC является поиск безнейтринной конверсии мюона в электрон  $\mu^- N \rightarrow e^- N$ , в котором не сохраняется лептонное число в заряженном секторе. В рамках стандартной модели, модифицированной с учетом нейтринных осцилляций, ожидаемая относительная вероятность конверсии менее  $10^{-50}$ , поэтому ее наблюдение могло бы быть отчетливым сигналом новой физики за пределами стандартной модели. Измерение конверсии на уровне  $10^{-17}$ , что является целью проекта COMET, будет в 10000 раз лучше существующей на сегодня верхней границы по поиску этого процесса на установке SINDRUM-II в PSI,  $B(\mu^- + Au \rightarrow e^- + Au) < 7 \cdot 10^{-13}$ .

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Получение из экспериментальных данных новой верхней границы предела чувствительности процесса безнейтринного захвата мюона  $\mu^- + N(A, Z) \rightarrow e^- + N(A, Z)$  до  $R_{\mu e} \sim 7 \cdot 10^{-15}$ .
2. Получение из экспериментальных исследований на экспериментальной установке эксперимента COMET сведений о фоновых процессах распада  $\mu^- + N(A, Z) \rightarrow e^- + N(A, Z)$ .
3. Участие совместно с коллаборацией COMET в создании электромагнитного калориметра и строу-трекера.
4. Обработка данных, полученных в техническом сеансе, для оценки фонов процесса мюон-электронной конверсии.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. R&D по тонкостенным строу-трубкам для эксперимента COMET. Разработка, создание и испытания прототипов строу-детектора и электромагнитного калориметра на пучке электронов.
2. Калибровка LYSO кристаллов.

### Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта | Приоритет проекта<br>(сроки реализации) |
|------------------|----------------------|---|
| 1. COMET         | Цамалаидзе З.        | 1 (2017 – 2019)                         |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители | Статус проекта или эксперимента |
|---|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Эксперимент COMET  | Цамалаидзе З.                        | R&D<br>Реализация               |

|      |   |
|------|---|
| ЛЯП  | Величева Е.П., Волков А.Д., Грицай К.И., Дугинов В.Н., Евтухович П.Г., Евтухович И.Л., Кравченко М.Д., Канева Е.С., Моисеенко А.С., Сабиров Б.М., Самарцев А.Г., Хубашвили Х., Цверава Н. |
| ЛИТ  | Адамов Г., Хведелидзе А.  |
| ЛТФ  | Азнабаев Д., Исадыков А.Н., Козлов Г.А.   |
| ЛФВЭ | Байгарашев Д., Елша В.В., Еник Т.Л., Мовчан С.А., Шкаровский С.Н.   |

### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город       | Институт или лаборатория | Участники              | Статус                        |
|--------------------------------------|-------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Беларусь                             | Минск       | БГУ                      | Анищик В.М. + 5 чел.   | Совместные работы             |
|                                      |             | ИФ НАНБ                  | Шелковый Д.В. + 3 чел. | Совместные работы<br>Протокол |
| Грузия                               | Тбилиси     | НЕPI-TSU                 | Тевзадзе Ю. + 4 чел.   | Совместные работы             |
|                                      |             | GTU                      | Ломидзе Д. + 6 чел.    | Совместные работы             |
|                                      |             | UG                       | Гогилидзе + 2 чел.     | Совместные работы             |
| Казахстан                            | Алматы      | РГП ИЯФ                  | Здоровец М. + 3 чел.   | Совместные работы             |
| Россия                               | Москва      | ИТЭФ                     | Данилов М. + 4 чел.    | Совместные работы             |
|                                      | Новосибирск | НИЯУ "МИФИ"              | Друцкой А. + 4 чел.    | Совместные работы             |
|                                      |             | ИЯФ СО РАН               | Григорьев Д. + 6 чел.  | Совместные работы             |
| Чехия                                | Прага       | НГУ                      | Бондар А. + 6 чел.     | Совместные работы             |
|                                      |             | SU                       | Фингер М. + 4 чел.     | Совместные работы             |
|                                      |             | STU                      | Врба В. + 4 чел.       | Совместные работы             |
| Германия                             | Дрезден     | TU Dresden               | Зурек К. + 4 чел.      | Совместные работы             |
| Великобритания                       | Лондон      | Imperial College         | Учида Йоши + 6 чел.    | Совместные работы             |
| Франция                              | Париж       | IN2P3                    | Капуста Ф. + 4 чел.    | Совместные работы             |
| Япония                               | Цукуба      | КЕК                      | Михара С. + 18 чел.    | Совместные работы             |
|                                      | Фукуока     | Kyushu Univ.             | Тожо Дж. + 8 чел.      | Совместные работы             |
|                                      | Осака       | Osaka Univ.              | Куно Ю. + 14 чел.      | Совместные работы             |

## Исследования сжатой барионной материи на ускорительном комплексе GSI

**Руководители темы:** Ладыгин В.П.  
Иванов В.В.  
**Заместитель:** Дереновская О.Я

**Участвующие страны и международные организации:**  
Германия, Россия, Румыния, Словакия, Украина, Чехия.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Экспертиза разработки сверхпроводящего дипольного магнита, разработка и создание дрейфовых трубок для эксперимента CBM на ускорительном комплексе GSI. Изучение динамики множественного рождения частиц в столкновениях тяжелых ионов на SIS100 и SIS300. Развитие алгоритмов и программного обеспечения для триггера, моделирования и анализа данных. Участие в экспериментальной программе HADES на SIS18 и SIS100.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

Участие ОИЯИ в создании установки CBM, проведении моделирования для процессов взаимодействия тяжелых ионов с целью изучения свойств сжатой барионной материи. Получение новых экспериментальных данных на HADES на SIS18.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Экспертиза и подготовка чертежей узлов сверхпроводящего дипольного магнита для эксперимента CBM.
2. Разработка и тестирование прототипа дрейфовых трубок.
3. Развитие алгоритмов и программного обеспечения для триггера и анализа данных.
4. Моделирование множественных процессов в столкновениях тяжелых ионов.
5. Развитие математических методов и быстрых вычислительных алгоритмов для анализа данных и отбора сигнальных событий.
6. Участие в наборе экспериментальных данных с использованием пионов, протонов и тяжелых ионов на HADES на SIS18. Разработка алгоритмов для анализа данных. Участие в анализе экспериментальных данных. Теоретическая интерпретация полученных данных.

### Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта        | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. CBM           | Ладыгин В.П.<br>Иванов В.В. | 1 (2011 – 2020)                      |
| 2. HADES         | Ладыгин В.П.<br>Фатеев О.В. | 2 (2010 – 2021)                      |

## Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории   | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента  |
|---|--|----------------------------------|
| <b>1. Проект СВМ</b><br>Экспертиза разработки<br>сверхпроводящего дипольного<br>магнита, разработка и<br>производство прототипа<br>дрейфовых трубок.<br>Разработка алгоритмов и<br>программного обеспечения<br>для триггера, моделирование<br>и анализ данных, прототипов<br>быстродействующих<br>координатных детекторов | Ладыгин В.П.<br>Иванов В.В.  | Реализация                       |
| ЛФВЭ  | Авдеев С.П., Богуславский И.В., Бычков А.В., Воро-<br>нин А.Л., Гусаков Ю.В., Дементьев Д.В., Елша В.В. За-<br>мятин Н.И., Зинченко А.П., Иерусалимов А.П., Кеке-<br>лидзе Г.Д., Ладыгина Н.Б., Лысан В.М., Малахов А.И.,<br>Мурин Ю.А., Шереметьев А.Д., Фатеев О.В.,             |                                  |
| ЛИТ   | Аблязимов Т.О., Акишина Е.П., Акишин П.Г., Алексан-<br>дров Е.И., Александров И.Н., Беляков Д.В., Деренов-<br>ская О.Ю., Зрелов П.В., Иванов В.В., Иванов В.В.(мл.),<br>Кисель П.И., Козлов Г.Е., Крянев А.В., Лебедев С.А.,<br>Рапортиренко А.М., Сапожникова Т.Ф., Филозова И.А. |                                  |
| ЛТФ   | Блашке Д., Буров В.В., Бондаренко С.Г., Илгенфритц<br>Э.-М., Тонеев В.Д.   |                                  |
| <b>2. Эксперимент NADES</b>   | Ладыгин В.П.   | Набор данных<br>Обработка данных |
| ЛФВЭ  | Беляев А.В., Зинченко А.И., Иерусалимов А.П., Резни-<br>ков С.Г., Троян А.Ю., Фатеев О.В.  |                                  |
| ЛИТ   | Иванов В.В., Лебедев С.А.  |                                  |
| ЛЯП   | Лыкасов Г.И.   |                                  |

## Сотрудничество по теме:

| Страна или<br>международная<br>организация | Город          | Институт или<br>лаборатория      | Участники  | Статус  |
|--|----------------|----------------------------------|--|---|
| Россия                                     | Москва         | ИТЭФ<br>НИИЯФ МГУ<br>НИЯУ "МИФИ" | Зайцев Ю.М. + 5 чел.<br>Кудряшов Н.А.<br>Крянев А.В. | Совместные работы<br>Совместные работы<br>Совместные работы |
|  | Москва, Троицк | ИЯИ РАН                          | Губер Ф. + 10 чел.                                   | Совместные работы   |

|          |             |          |   |                   |
|----------|-------------|----------|---|-------------------|
|          | Протвино    | ИФВЭ     | Садовский С.<br>+ 3 чел.                | Совместные работы |
| Румыния  | Бухарест    | IFIN-НН  | Петровичи М.+ 1 чел.                    | Совместные работы |
| Словакия | Братислава  | IP SAS   | Гмуца Ш.<br>Дубничка С.+ 3 чел.         | Совместные работы |
|          |             | CU       | Климан Я.<br>Дубничкова А.З.            | Совместные работы |
| Украина  | Киев        | ИТФ НАНУ | Зиновьев Г.М.<br>Енковский Л.           | Совместные работы |
| Чехия    | Ржеж        | NPI CAS  | Куглер + 6 чел.                         | Совместные работы |
| Германия | Гейдельберг | Ун-т     | Линденштрут В.<br>+ 1 чел.              | Совместные работы |
|          | Гиссен      | JLU      | Хенне К. + 2 чел.                       | Совместные работы |
|          | Дармштадт   | GSI      | Зенгер П. + 3 чел.<br>Фризе Ф. + 2 чел. | Совместные работы |
|          | Дрезден     | HZDR     | Науман Л. + 3 чел.                      | Совместные работы |
|          | Франкфурт/М | Ун-т     | Штрот И. + 5 чел.                       | Совместные работы |

## Изучение редких распадов заряженных каонов и поиск темного сектора в экспериментах на SPS ЦЕРН

**Руководители темы:** Кекелидзе В.Д.  
Потребеников Ю.К.

**Заместитель:** Пешехонов Д.В.

### Участвующие страны и международные организации:

Бельгия, Болгария, Великобритания, Германия, Италия, Канада, Мексика, Россия, Румыния, Словакия, США, Франция, ЦЕРН, Чехия, Чили, Швейцария.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Поиск и изучение редких распадов каонов и процессов CP-нарушения. Поиск редких событий с использованием техник beam-dump и missing energy на пучках SPS CERN. Поиск явлений за пределами Стандартной модели. Создание и сопровождение новых детекторов.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

Реализация проекта NA62 позволит значительно продвинуться в понимании проблемы CP - нарушения, точно измерить характеристики сверхредкого распада положительно заряженного каона на пион и два нейтрино, осуществить поиск суперсимметричных частиц и их партнеров с целью обнаружения физики за пределами Стандартной модели, а также уточнить параметры распадов заряженных каонов и гиперонов. Будут сопровождаться в экспериментальных сеансах детекторы магнитного спектрометра высокого разрешения, созданные на базе тонкостенных дрейфовых трубок (строу), работающих в вакууме. Будет развито программное обеспечение моделирования, обработки и анализа накопленных экспериментальных данных.

Основной задачей эксперимента NA64 является поиск физики за пределами SM, а именно, поиск легкого темного фотона ( $A'$ ) и других проявлений темного сектора. Будут созданы и сопровождаться трековые детекторы, созданные по технологии использования тонкостенных дрейфовых трубок (строу). Будет развито программное обеспечение для моделирования и анализа экспериментальных данных.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Набор данных на установке NA62, анализ полученной экспериментальной информации.
2. Развитие программного обеспечения моделирования магнитного спектрометра и эксперимента в целом; развитие системы калибровки детектора и реконструкции событий в нем; участие в развитии общего программного обеспечения эксперимента.
3. Участие в работах по тестированию, калибровке и сопровождению строу-детекторов в составе установки NA62.
4. Набор данных на установке NA64, анализ полученной экспериментальной информации.
5. Создание и запуск 3-х трековых станций на основе 6 мм строу трубок. Сопровождение детекторов.
6. Участие в создании и развитии математического обеспечения для on-line и off-line анализа данных.

## Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта                | Приоритет проекта<br>(сроки реализации) |
|------------------|-------------------------------------|---|
| 1. NA62          | Кекелидзе В.Д.<br>Потребеников Ю.К. | 1 (2010 – 2021)                         |
| 2. NA64          | Матвеев В.А.<br>Пешехонов Д.В.      | 1 (2017 – 2019)                         |

## Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента                   |
|---|--|---|
| 1. Эксперимент NA62<br><br>ЛФВЭ   | Кекелидзе В.Д.<br>Потребеников Ю.К.  | Набор данных<br>Анализ статистики                 |
| 2. Эксперимент NA64<br><br>ЛФВЭ   | Матвеев В.А.<br>Пешехонов Д.В.   | Изготовление<br>Набор данных<br>Анализ статистики |
|   | Байгарашев Д., Белькова А.А., Глонти Л.Н., Геворгян С., Горбунова В.Н., Гудзовский Е.А., Емельянов Д.Д., Еник Т.Л., Короткова А.М., Мадигожин Д.Т., Мишева М.Х., Мовчан С.А., Молоканова Н.А., Поленкевич И.А., Шкаровский С.Н., Фалалеев В.П. |   |
|   | Богуславский И.В., Васильева Е.В., Волков П.В., Еник Т.Л., Жуков И.А., Зинин А.В., Кекелидзе Г.Д., Крамаренко В.А., Лысан В.М., Паржицкий С.С., Павлов В.В., Тарасова Л.Н., Фещенко А.А.   |   |

## Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город          | Институт или лаборатория | Участники                                      | Статус            |
|--------------------------------------|----------------|--------------------------|--|-------------------|
| Болгария                             | София          | SU                       | Литов Л. + 3 чел.                              | Совместные работы |
|                                      | Благоевград    | SWU                      | Станоева Р.                                    | Протокол          |
|                                      | Пловдив        | PU                       | Чолаков В. + 2 чел.                            | Протокол          |
| Россия                               | Москва, Троицк | ИЯИ РАН                  | Куденко Ю. + 10 чел.<br>Гниненко С.Н. + 9 чел. | Совместные работы |
|                                      |                | ИФВД РАН                 | Тихомиров В.Д. + 1 чел.                        | Совместные работы |
|                                      | Протвино       | ИФВЭ                     | Образцов А. + 19 чел.<br>Поляков В.А. + 5 чел. | Совместные работы |
|                                      | Томск          | ТПУ                      | Любовитский В.Е.<br>+ 4 чел.                   | Совместные работы |
| Румыния                              | Бухарест       | IFIN-НН                  | Брагадиреану А. + 3 чел.                       | Совместные работы |
| Словакия                             | Братислава     | SU                       | Блажек Т. + 8 чел.<br>Черный В.                | Совместные работы |
| Чехия                                | Прага          | SU                       | Ляйтнер Р. + 5 чел.                            | Совместные работы |
| Германия                             | Майнц          | JGU                      | Бушер Ф. + 13 чел.                             | Совместные работы |

|                |                 |                     |                         |                   |
|----------------|-----------------|---------------------|-------------------------|-------------------|
| Италия         | Бонн            | UniBonn             | Кетцер Б. + 2 чел.      | Совместные работы |
|                | Неаполь         | INFN                | Амброзино Ф. + 8 чел.   | Совместные работы |
|                | Перуджа         | INFN                | Пичини М. + 15 чел.     | Совместные работы |
|                | Пиза            | INFN                | Костантини Ф. + 24 чел. | Совместные работы |
|                | Рим             | INFN                | Валенте П. + 8 чел.     | Совместные работы |
|                |                 | Univ. "Tor Vergata" | Саламон А. + 11 чел.    | Совместные работы |
|                | Турин           | INFN                | Биино К. + 20 чел.      | Совместные работы |
|                | Феррара         | INFN                | Петруччи Ф. + 15 чел.   | Совместные работы |
|                | Флоренция       | INFN                | Ленти М. + 10 чел.      | Совместные работы |
|                | Фраскати        | INFN LNF            | Антонелли А. + 18 чел.  | Совместные работы |
| Бельгия        | Лувен-ля-Нев    | UCL                 | Кортина Гил Э. + 8 чел. | Совместные работы |
| Великобритания | Бирмингем       | Ун-т                | Лазерони К. + 21 чел.   | Совместные работы |
|                | Бристоль        | Ун-т                | Хес Х. + 4 чел.         | Совместные работы |
|                | Глазго          | U of G              | Бриттон Д. + 4 чел.     | Совместные работы |
|                | Ланкастер       | LU                  | Руджейро Г. + 3 чел.    | Совместные работы |
| Канада         | Ванкувер        | UBC                 | Брайман Д.А. + 2 чел.   | Совместные работы |
|                |                 | TRIUMF              | Нумао Т. + 1 чел.       | Совместные работы |
| Мексика        | Сан-Луис-Потоси | UASLP               | Энгельфрид Ю. + 3 чел.  | Совместные работы |
| США            | Аптон           | BNL                 | Ворцестер Э.            | Совместные работы |
|                | Бостон          | BU                  | Сулак Л. + 2 чел.       | Совместные работы |
|                | Менло-Парк      | SLAC                | Ковард Д.               | Совместные работы |
|                | Мерсед          | UCMerced            | Винстон Р.              | Совместные работы |
|                | Фейрфакс        | GMU                 | Рубин Ф. + 1 чел.       | Совместные работы |
| ЦЕРН           | Женева          | ЦЕРН                | Чекуччи А. + 31 чел.    | Соглашение        |
| Чили           | Вальпараисо     | UTFSM               | Кулешов С. + 5 чел.     | Совместные работы |
| Швейцария      | Цюрих           | ETH                 | Руббия А. + 4 чел.      | Совместные работы |

## CMS. Компактный мюонный соленоид на LHC

**Руководитель темы:** Зарубин А.В.  
**Научный руководитель темы:** Голутвин И.А.

### Участвующие страны и международные организации:

Австрия, Армения, Беларусь, Бельгия, Болгария, Бразилия, Великобритания, Венгрия, Германия, Греция, Грузия, Индия, Иран, Испания, Италия, Кипр, Китай, Мексика, Новая Зеландия, Республика Корея, Пакистан, Польша, Россия, Сербия, Словакия, США, Тайвань, Турция, Узбекистан, Украина, Финляндия, Франция, Хорватия, ЦЕРН, Чехия, Швейцария, Эстония.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Запуск экспериментального комплекса CMS, разработка и реализация программы исследований на LHC по изучению явлений в рамках стандартной модели и за ее пределами.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Проведение экспериментов на LHC, введение в эксплуатацию и обеспечение работы во время набора данных при полной светимости и энергии передней адронной калориметрии и мюонной станции ME1/1.
2. Модернизация детекторов CMS в рамках ответственности ОИЯИ при большой светимости.
3. Программа физических исследований на установке CMS.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Модернизация детекторов и техническая поддержка CMS.
2. Участие в проведении сеансов и контроле качества экспериментальных данных в соответствии с разработанной программой.
3. Обработка и анализ экспериментальных данных, развитие алгоритмов реконструкции мюонов высоких энергий, коррекция и разработка алгоритмов восстановления струй.
4. Развитие программного обеспечения для распределений системы обработки и анализа данных на основе GRID-технологий. Обеспечение передачи данных между ЦЕРН и ОИЯИ.

### Проекты по теме:

| Название проекта              | Руководитель проекта          | Приоритет проекта<br>(сроки реализации) |
|-------------------------------|-------------------------------|---|
| 1. CMS                        | Зарубин А.В.<br>Голутвин И.А. | 1 (2010 – 2019)                         |
| 2. Модернизация детектора CMS | Зарубин А.В.<br>Голутвин И.А. | 1 (2013 – 2020)                         |

## Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители  | Статус проекта или эксперимента                        |
|--|---|--|
| 1. Передняя калориметрия   | Зарубин А.В.  | Модернизация<br>Запуск<br>Обслуживание<br>Набор данных |
| ЛФВЭ   | Алексахин В.Ю., Афанасьев С.В., Бунин П.Д., Гавриленко М.Г., Голова Н.С., Голутвин И.А., Горбунов И.Н., Ершов Ю.В., Замятин Н.И., Калагин В.Д., Каменев А.Ю., Кобылец Л.Г., Куренков А.М., Смирнов В.А., Малахов А.И.                       |  |
| ЛЯП  | Фингер М., Фингер М. (мл.), Слунечка М., Слунечка В., Цамалаидзе З.   |  |
| ЛИТ  | Хведелидзе А.   |  |
| ГСнК   | Юлдашев Б.С.  |  |
| 2. Передняя мюонная станция ME1/1  | Каржавин В.Ю.   | Запуск<br>Обслуживание<br>Набор данных                 |
| ЛФВЭ   | Васильев С.Е., Голунов А.О., Голутвин И.А., Горбунов Н.В., Евдокимов Н.Н., Ершов Ю.В., Зарубин А.В., Каменев А.Ю., Куренков А.М., Маканькин А.М., Перелыгин В.В.  |  |
| ЛИТ  | Пальчик В.В., Войтишин Н.Н.   |  |
| 3. Модернизация детекторов CMS   | Голутвин И.А.   | Реализация   |
| ЛФВЭ   | Алексахин В.Ю., Афанасьев С.В., Бунин П.Д., Горбунов Н.В., Каржавин В.Ю., Куренков А.М., Ершов Ю.В., Васильев С.Е., Зарубин А.В., Маканькин А.М., Малахов А.И., Перелыгин В.В., Смирнов В.А.  |  |
| ЛИТ  | Пальчик В.В., Войтишин Н.Н.   |  |
| ГСнК   | Юлдашев Б.С.  |  |
| 4. Программа физических исследований на установке CMS  | Шматов С.В.<br>Голутвин И.А.  | Реализация   |
| ЛФВЭ   | Алексахин В.Ю., Афанасьев С.В., Гавриленко М.Г., Горбунов И.Н., Белотелов И.И., Бунин П.Д., Жижин И.А., Зарубин А.В., Зыкунов В.А., Каменев А.Ю., Кобылец Л.Г., Ланев А.В., Савина М.В., Сеитова Д., Малахов А.И., Шалаев В.В., Шульга С.Г. |  |
| ЛИТ  | Кореньков В.В., Олейник Д.А., Ососков Г.А., Пальчик В.В., Петросян А.Ш., Войтишин Н.Н.  |  |
| ЛТФ  | Козлов Г.А., Арбузов А.Б., Бондаренко С., Ефремов А.В., Котиков А.В., Сидоров А.В., Теряев О.В.   |  |

ЛЯП

Верхеев А.Ю., Голованов Г.А., Скачков Н.Б., Скачкова А.Н., Фингер М., Фингер М. (мл.)

ГСиК

Юлдашев Б.С.

**5. Развитие программного обеспечения для распределенных вычислений, обработки и анализа данных на основе GRID-технологий**

**Кореньков В.В.**

Реализация

ЛИТ

Голунов А.О., Мицын В.В., Пальчик В.В., Семенов Р.Н., Филозова И.А., Войтишин Н.Н.

ЛФВЭ

Белотелов И.И., Горбунов И.Н., Горбунов Н.В., Голунов А.О., Шматов С.В.

**Сотрудничество по теме:**

| Страна или международная организация | Город          | Институт или лаборатория                   | Участники  | Статус   |
|--------------------------------------|----------------|--|--|--|
| Армения                              | Ереван         | ННЛА                                       | Сирунян А.М. + 6 чел.  | Совместные работы  |
| Беларусь                             | Минск          | НИИ ЯП БГУ                                 | Суарес Х.Г. + 3 чел.<br>Чеховский В.А. + 3чел.<br>Емельянчик И.Ф. + 6 чел.                                       | Совместные работы  |
|                                      | Гомель         | ГГУ  | Андреев В.В.<br>Шульга С.Г. + 1 чел.   | Совместные работы  |
| Болгария                             | София          | INRNE BAS<br>SU                            | Ванков И. + 13 чел.<br>Литов Л. + 8 чел.   | Совместные работы  |
| Грузия                               | Тбилиси        | AIP TSU<br>NEPI-TSU                        | Цамалаидзе З. + 4 чел.<br>Цамалаидзе З. + 4 чел.   | Совместные работы  |
| Польша                               | Варшава        | UW   | Кроликовски Я. + 8 чел.  | Совместные работы  |
| Россия                               | Отвоцк-Сверк   | NCBJ                                       | Горски М. + 2 чел.   | Совместные работы  |
|                                      | Москва         | ИТЭФ<br>НИЯУ "МИФИ"<br>НИИЯФ МГУ<br>НИКИЭТ | Гаврилов В.Б. + 22 чел.<br>Данилов М.В. + 8 чел.<br>Боос Э. + 15 чел.<br>Орлов А.Н.<br>Сметанников В.П. + 5 чел. | Совместные работы<br>Совместные работы<br>Совместные работы<br>Совместные работы |
|                                      | Москва, Троицк | ФИАН<br>ИЯИ РАН                            | Дремин И.М. + 9 чел.   | Совместные работы<br>Совместные работы   |
|                                      | Гатчина        | НИЦ КИ ПИЯФ                                | Воробьев А.А. + 19 чел.  | Совместные работы  |
|                                      | Долгопрудный   | МФТИ                                       | Аушев Т.А.-Х. + 7 чел.   | Совместные работы  |
|                                      | Жуковский      | ЭМЗ им.<br>В.М.Мясищева                    | Новиков В.К. + 5 чел.  | Совместные работы  |
|                                      | Новосибирск    | НГУ  | Сковпень Ю.И. + 7 чел.   | Совместные работы  |
|                                      | Протвино       | ИФВЭ                                       | Тюрин Н.Е. + 35 чел.<br>Качанов В.А.<br>Петров В.А. + 2 чел.   | Совместные работы  |
|                                      | С.-Петербург   | ЦНИИ "Электрон"                            | Васильев И.С. + 7 чел.   | Совместные работы  |
|                                      | Снежинск       | ВНИИТФ                                     | Андриаш Е. + 15 чел.   | Совместные работы  |
|                                      | Томск          | ТПУ  | Вагнер А.Р. + 3 чел.   | Совместные работы  |

|                |                |                          |  |                   |
|----------------|----------------|--------------------------|--|-------------------|
| Словакия       | Братислава     | STU                      | Нечас В. + 3 чел.  | Совместные работы |
| Узбекистан     | Ташкент        | ИЯФ АН РУз               | Юлдашев Б. + 5 чел.  | Совместные работы |
| Украина        | Харьков        | ННЦ ХФТИ                 | Левчук Л.Г. + 8 чел.   | Совместные работы |
|                |                | ИМК НАНУ                 | Гринев Б.А. + 6 чел.   | Совместные работы |
|                |                | ХНУ                      | Ковтун В.  | Совместные работы |
| Чехия          | Прага          | CU                       | Фингер М. + 7 чел.   | Совместные работы |
| Германия       | Берлин         | HUB                      | Хеббекер Т. + 1 чел.   | Совместные работы |
|                | Ахен           | RWTH                     | Пандулас Д. + 22 чел.<br>Бетке С. + 13 чел.<br>Флюге Г. + 15 чел.<br>Мюллер Т. + 17 чел. | Совместные работы |
| Италия         | Карлсруэ       | KIT                      | Мюллер Т. + 17 чел.  | Совместные работы |
|                | Рим            | INFN                     | Диэмоз М. + 15 чел.  | Совместные работы |
|                | Бари           | INFN                     | Иазели Д. + 24 чел.  | Совместные работы |
|                | Болонья        | INFN                     | Росси А. + 21 чел.   | Совместные работы |
|                | Генуя          | INFN                     | Фабрикатори П. + 3 чел.  | Совместные работы |
|                | Катания        | INFN LNS                 | Потенза Р. + 9 чел.  | Совместные работы |
|                | Павия          | INFN                     | Ратти С.П. + 6 чел.  | Совместные работы |
|                | Падуя          | INFN                     | Зумерле Г. + 40 чел.   | Совместные работы |
|                | Перуджа        | INFN                     | Мантовани Г. + 14 чел.   | Совместные работы |
|                | Пиза           | INFN                     | Кастальди Р. + 46 чел.   | Совместные работы |
|                | Турин          | INFN                     | Перони К. + 5 чел.   | Совместные работы |
|                | Флоренция      | INFN                     | Фокарди Е. + 16 чел.   | Совместные работы |
| Сербия         | Белград        | INS "VINČA"              | Аджич П. + 9 чел.  | Совместные работы |
| Австрия        | Вена           | HEPHY                    | Вульц К.-Э. + 15 чел.  | Совместные работы |
| Бельгия        | Брюссель       | ULB                      | Ван-Дер-Вельд К.<br>+ 4 чел.   | Совместные работы |
|                |                | VUB                      | Ван-Донинк В. + 6 чел.   | Совместные работы |
|                | Антверпен      | UA                       | Вербор Ф. + 4 чел.   | Совместные работы |
|                | Лувен-ля-Нев   | UCL                      | Грегори Ж. + 3 чел.  | Совместные работы |
|                | Монс           | UMONS                    | Херкют Ф. + 3 чел.   | Совместные работы |
| Бразилия       | Рио-де-Жанейро | CBPF                     | Хенрик Гомез М. + 2 чел.   | Совместные работы |
|                |                | UERJ                     | Санторо А. + 11 чел.   | Совместные работы |
|                |                | UFRJ                     | Ваз М.   | Совместные работы |
|                | Сан-Паулу      | Unesp                    | Новаес С. + 5 чел.   | Совместные работы |
| Великобритания | Лондон         | Imperial College         | Хал Д. + 26 чел.   | Совместные работы |
|                | Бристоль       | Ун-т                     | Хез Г. + 10 чел.   | Совместные работы |
|                | Дидкот         | RAL                      | Браун Р. + 22 чел.   | Совместные работы |
| Венгрия        | Будапешт       | Wigner RCP               | Сиклер Ф. + 8 чел.   | Совместные работы |
|                | Дебрецен       | Atomki                   | Молнар Ж. + 6 чел.   | Совместные работы |
|                |                | UD                       | Баксай Л. + 12 чел.  | Совместные работы |
| Греция         | Афины          | INP NCSR<br>"Demokritos" | Ваяки А. + 16 чел.   | Совместные работы |
|                |                | UoA                      | Ресванис Л. + 1 чел.   | Совместные работы |
|                | Янина          | UI                       | Триантис Ф. + 6 чел.   | Совместные работы |
| Индия          | Бхубанешвар    | IOF                      | Махапатра Д.Р. + 1 чел.  | Совместные работы |
|                | Мумбаи         | BARC                     | Катария С.К. + 8 чел.  | Совместные работы |

|                  |              |                    |   |                   |
|------------------|--------------|--------------------|---|-------------------|
|                  |              | TIFR               | Гангули С.Н. + 8 чел.<br>Нарасимхам В.С. + 5 чел. | Совместные работы |
| Иран             | Чандигарх    | PU                 | Кохли Дж.М. + 4 чел.                              | Совместные работы |
|                  | Тегеран      | IPM                | Мохаммади М. + 6 чел.                             | Совместные работы |
| Испания          | Мадрид       | CIEMAT             | Бенитез М.А. + 23 чел.                            | Совместные работы |
|                  |              | UAM                | Родриго Т. + 1 чел.                               | Совместные работы |
| Кипр             | Овьедо       | UO                 | Родриго Т. + 1 чел.                               | Совместные работы |
|                  | Сантандер    | IFCA               | Родриго Т. + 10 чел.                              | Совместные работы |
|                  | Никосия      | UCY                | Разис П.А. + 2 чел.                               | Совместные работы |
| Китай            | Пекин        | ИНЕР CAS           | Ли В. + 26 чел.                                   | Совместные работы |
| Мексика          |              | PKU                | Ее Я. + 6 чел.                                    | Совместные работы |
|                  | Хэфэй        | USTC               | Бян З. + 7 чел.                                   | Совместные работы |
|                  | Мехико       | Cinvestav          | Кастилла Вальдез Х.<br>+ 5 чел.                   | Совместные работы |
| Новая Зеландия   | Крайстчерч   | UC                 | Батлер Ф. + 4 чел.                                | Совместные работы |
|                  | Окленд       | Ун-т               | Крофчек Д. + 2 чел.                               | Совместные работы |
| Пакистан         | Исламабад    | QAU                | Хурани Х.Р. + 26 чел.                             | Совместные работы |
| Республика Корея | Сеул         | Konkuk Univ.       | Хонг Б.С. + 6 чел.                                | Совместные работы |
| США              |              | SNUE               | Ку Д.   | Совместные работы |
|                  |              | KU                 | Парк С. + 5 чел.                                  | Совместные работы |
|                  | Кванджу      | CNU                | Ким Ж. + 3 чел.                                   | Совместные работы |
|                  | Наджу        | DU                 | Пак М.Ю.  | Совместные работы |
|                  | Намвон       | SU                 | Ли С.Ж.   | Совместные работы |
|                  | Чхонджу      | CBNU               | Ким Ю.  | Совместные работы |
|                  | Айова-Сити   | UIowa              | Онел Я. + 6 чел.                                  | Совместные работы |
|                  | Балтимор     | JHU                | Чен Ч.Я. + 8 чел.                                 | Совместные работы |
|                  | Батавия      | Fermilab           | Грин Д. + 57 чел.                                 | Совместные работы |
|                  | Блэксбург    | Virginia Tech      | Мо Л. + 2 чел.                                    | Совместные работы |
|                  | Бостон       | BU                 | Сулак Л. + 14 чел.                                | Совместные работы |
|                  |              | NU                 | Реукрофт С. + 11 чел.                             | Совместные работы |
|                  | Гейнсвилл    | UF                 | Мицельмахер Г.В.<br>+ 10 чел.                     | Совместные работы |
|                  | Дейвис       | UCDavis            | Ко В. + 10 чел.                                   | Совместные работы |
|                  | Кембридж     | MIT                | Сфикас П. + 8 чел.                                | Совместные работы |
|                  | Колледж Парк | UMD                | Скуджа А. + 10 чел.                               | Совместные работы |
|                  | Колумбус     | OSU                | Линг Т. + 9 чел.                                  | Совместные работы |
|                  | Лаббок       | TTU                | Уигманс Р. + 3 чел.                               | Совместные работы |
|                  | Ливермор     | LLNL               | Уест К.Р. + 8 чел.                                | Совместные работы |
|                  | Лос-Анджелес | UCLA               | Арисака К. + 13 чел.                              | Совместные работы |
| Лос-Аламос       | LANL         | Зиок Х. + 6 чел.   | Совместные работы                                 |                   |
| Линкольн         | UNL          | Сноу Г.Р. + 4 чел. | Совместные работы                                 |                   |
| Мэдисон          | UW-Madison   | Смит У. + 10 чел.  | Совместные работы                                 |                   |
| Миннеаполис      | U of M       | Русак Р. + 5 чел.  | Совместные работы                                 |                   |
| Нотр-Дам         | ND           | Рухти Р. + 6 чел.  | Совместные работы                                 |                   |
| Оксфорд          | UM           | Рейди Д. + 6 чел.  | Совместные работы                                 |                   |

|           |               |            |                         |                   |
|-----------|---------------|------------|-------------------------|-------------------|
|           | Пасадена      | Caltech    | Ньюмен Х. + 11 чел.     | Совместные работы |
|           | Питсбург      | CMU        | Фергусон Т. + 8 чел.    | Совместные работы |
|           | Пискаатавей   | Rutgers    | Шнетзер С. + 10 чел.    | Совместные работы |
|           | Принстон      | PU         | Пиру П. + 6 чел.        | Совместные работы |
|           | Риверсайд     | UCR        | Лейтер Д. + 5 чел.      | Совместные работы |
|           | Рочестер      | UR         | Бодек А. + 8 чел.       | Совместные работы |
|           | Таллахасси    | FSU        | Хагопян В. + 6 чел.     | Совместные работы |
|           | Таскалуса     | UA         | Горден М. + 3 чел.      | Совместные работы |
|           | Чикаго        | UIC        | Баксай Л. + 3 чел.      | Совместные работы |
|           | Хьюстон       | Rice Univ. | Адамс М. + 2 чел.       | Совместные работы |
|           | Эванстон      | NU         | Адамс Д. + 7 чел.       | Совместные работы |
|           | Эймс          | ISU        | Гобби Б. + 3 чел.       | Совместные работы |
| Тайвань   | Тайбэй        | NTU        | Андерсон Е.В. + 2 чел.  | Совместные работы |
|           | Чунгли        | NCU        | Хсиунг И. + 12 чел.     | Совместные работы |
| Турция    | Адана         | CU         | Лин В. + 8 чел.         | Совместные работы |
|           | Анкара        | METU       | Оненгут Г. + 6 чел.     | Совместные работы |
| Финляндия | Хельсинки     | UH         | Толун Р. + 4 чел.       | Совместные работы |
|           |               | HIP        | Лехти С. + 1 чел.       | Совместные работы |
|           | Ювяскюля      | UJ         | Туоминиemi Д. + 13 чел. | Совместные работы |
|           | Тампере       | TUT        | Руусканен В. + 2 чел.   | Совместные работы |
|           | Оулу          | UO         | Нииттулахти Я. + 1 чел. | Совместные работы |
| Франция   | Аннеси-ле-Вье | LAPP       | Туува Т. + 6 чел.       | Совместные работы |
|           | Лион          | IPNL       | Пеньо Ж.-Р. + 19 чел.   | Совместные работы |
|           | Сакле         | IRFU       | Смаджа Ж. + 36 чел.     | Совместные работы |
|           | Страсбург     | IPHC       | Рендер Ж. + 24 чел.     | Совместные работы |
| Хорватия  | Сплит         | Ун-т       | Бром Ж.-М. + 29 чел.    | Совместные работы |
| ЦЕРН      | Женева        | ЦЕРН       | Джелалия М. + 1 чел.    | Совместные работы |
| Швейцария | Базель        | Uni Basel  | Кампорези Т. + 137 чел. | Соглашение        |
|           | Виллиген      | PSI        | Тошер Л. + 3 чел.       | Совместные работы |
|           | Цюрих         | ETH        | Вальтер Х.-К. + 17 чел. | Совместные работы |
|           |               | UZH        | Диссертори Г. + 48 чел. | Совместные работы |
| Эстония   | Таллинн       | NICPB      | Амслер К. + 8 чел.      | Совместные работы |
|           |               |            | Липпмаа Е. + 3 чел.     | Совместные работы |

## Изучение структуры нуклонов и адронов в ЦЕРН

**Руководитель темы:** Нагайцев А.П.  
**Заместитель:** Гуськов А.В.

### Участвующие страны и международные организации:

Германия, Израиль, Индия, Италия, Польша, Португалия, Россия, США, Тайвань, Франция, ЦЕРН, Чехия, Япония.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Изучение обобщенных партонных распределений в различных эксклюзивных процессах. Изучение механизмов эксклюзивного рождения фотонов, пионов и векторных мезонов в процессах глубоконеупругого рассеяния мюонов на ядрах (DIS) и в процессах глубоконеупругого виртуального Комптоновского рассеяния (DVCS). Измерение поляризуемости пиона. Изучение структуры нуклонов в процессах Дрелла-Яна. Изучение инклюзивных и полуинклюзивных процессов в реакциях DIS мюонов и адронов на поляризованной мишенях.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Измерение структурных функций нуклона, поляризованных партонных распределений нуклонов.
2. Измерение структуры нуклонов в процессах Дрелла-Яна.
3. Измерение поляризационных явлений в pp и pd взаимодействиях.
4. Измерение поляризуемости пиона.
5. Создание и развитие комплекса программ для моделирования и обработки данных. Системная поддержка программного обеспечения ЦЕРН.
6. Подготовка детекторов для спектрометра COMPASS-II.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Результаты по азимутальным асимметриям с продольно-поляризованной дейтериевой мишенью.
2. Предварительные результаты по поляризации пиона из данных 2012 года.
3. Результаты по измерению множественности каонов.
4. Наблюдение эксклюзивного рождения  $X(3872)$  в реакциях рассеяния мюонов на ядерных мишенях.
5. Развитие программного обеспечения и моделирование различных реакций, изучаемых на спектрометре COMPASS-II. Анализ данных на компьютерах ОИЯИ и подготовка публикаций.
6. Теоретические исследования по программе экспериментов на спектрометрах COMPASS-I и COMPASS-II.

### Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 1. COMPASS-II    | Нагайцев А.П.        | 1 (2011 – 2020)                      |

## Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители  | Статус проекта или эксперимента  |
|---|---|----------------------------------|
| <b>I. Эксперимент COMPASS</b>   | <b>Нагайцев А.П.</b>  | Набор данных<br>Обработка данных |
| <b>1. Адронный калориметр</b>   | <b>Савин И.А.</b><br><b>Гаврищук О.П.</b>   | Эксплуатация                     |
| ЛФВЭ  | Юкаев А.С., Мещеряков Г.В., Аносов В.А.   |                                  |
| ЛЯП   | Селюнин А.С.  |                                  |
| <b>2. Электромагнитный калориметр</b>   | <b>Нагайцев А.П.</b><br><b>Анфимов Н.В.</b>   | Эксплуатация                     |
| ЛФВЭ  | Астахов В.И., Гаврищук О.П., Мещеряков Г.В., Аносов В.А.  |                                  |
| ЛЯП   | Антошкин А.И., Гуськов А.В., Кудрявцев В.М., Никитин М.В., Ольшевский А.Г., Резинько Т.В., Рыбников А.В., Селюнин А.С., Федосеев Д.В., Фролов В.Н., Чириков-Зорин И.Е., Чалышев В.В., Громов В.О. |                                  |
| <b>3. Мюонная система</b>   | <b>Алексеев Г.Д.</b>  | Эксплуатация                     |
| ЛЯП   | Абазов В.М., Вертоградов Л.С., Журавлев Н.И., Пискун А.А., Самарцев А.Г., Токменин В.В., Голованов Г.А.   |                                  |
| <b>4. Поляризованная мишень</b>   | <b>Киселев Ю.Ф.</b>   | Эксплуатация                     |
| ЛФВЭ  | Киселев Ю.Ф.  |                                  |
| <b>5. Система сбора данных</b>  | <b>Фролов В.Н.</b>  | Эксплуатация                     |
| ЛЯП   | Фролов В.Н.   |                                  |
| <b>6. Развитие программного обеспечения. Обработка данных</b>   | <b>Земляничкина Е.В.</b><br><b>Гуськов А.В.</b>   | Реализация                       |
| ЛФВЭ  | Савин И.А., Пешехонов Д.В., Смирнов Г.И., Нагайцев А.П., Кузнецов О.М., Мещеряков Г.В., Иваньшин Ю.И., Рогачева Н.С., Ахунзянов Р.Р., Гуцерски Р.И., Иванов А.В., Батозская В.С., Салмина Е.А.    |                                  |
| ЛЯП   | Ольшевский А.Г., Анфимов Н.В., Антошкин А.И., Митрофанов Е.О., Гридин А.Ф., Денисенко И.А., Мальцев А.В., Резинько Т.В., Рыбников А.В., Рымбекова А.А., Селюнин А.С.                              |                                  |
| ЛИТ   | Зрелов П.В., А.Ш.Петросян   |                                  |

|  |                            |   |                  |
|--|----------------------------|---|------------------|
| 7. Измерение обобщенных партонных распределений                  | ЛФВЭ<br><br>ЛЯП<br><br>ЛТФ | Нагайцев А.П.<br>Гуськов А.В.<br>Савин И.А.   | Реализация       |
|  |                            | Рогачева Н.С., Мещеряков Г.В., Кузнецов О.М., Земляничкина Е.В., Батозская В.С., Гушерски Р.Р., Ахунзянов Р.Р., Пешехонов Д.В., Салмина Е.А., Смирнов Г.И., Теряев О.В. |                  |
|  |                            | Ольшевский А.Г., Денисенко И.А., Мальцев А.В., Рымбекова А.А.   |                  |
|  |                            | Ефремов А.В., Теряев О.В.   |                  |
| 8. Измерение процессов Дрелла–Яна                                | ЛЯП                        | Гуськов В.А.  | Реализация       |
|  |                            | Денисенко И.А., Мальцев А.В., Рымбекова А.А., Гридин А.О., Митрофанов Е.О.,   |                  |
| 9. Спиновые эхффекты в адронных реакциях при энергиях 0.3-3 ГэВ. | ЛЯП                        | Куликов А.В.<br>Цирков Д.А.   | Обработка данных |
|  |                            | Азарян Т.И., Дымов С.Н., Залиханов Б.Ж., Комаров В.И., Курбатов В.С., Курманалиев Ж., Кунсафина А., Узиков Ю.Н., Шмакова В.В.   |                  |
| 10. Измерение полуинклюзивных реакций                            | ЛФВЭ                       | Савин И.А.<br>Земляничкина Е.В.   | Реализация       |
|  |                            | Митрофанов Н.О., Иваньшин Ю.И., Рогачева Н.С., Салмина Е.А.   |                  |
| II. Теоретические исследования                                   | ЛТФ                        | Ефремов А.В.  | Реализация       |
|  |                            | Герасимов С.Б., Теряев О.В., Дорохов А.Е., Кочелев Н.И., Сидоров А.М., Котиков А.В.   |                  |

#### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город        | Институт или лаборатория | Участники       | Статус            |
|--------------------------------------|--------------|--------------------------|-----------------|-------------------|
| Польша                               | Варшава      | WUT                      | Зембицки М.     | Совместные работы |
|                                      | Отвоцк–Сверк | NCBJ                     | Сандач А.       | Совместные работы |
| Россия                               | Москва       | ФИАН                     | Завертаев М.В.  | Совместные работы |
|                                      | Протвино     | ИФВЭ                     | Донсков С.В.    | Совместные работы |
|                                      | Томск        | ТПУ                      | Любовицкий В.Е. | Совместные работы |
| Чехия                                | Прага        | SU                       | Фингер М.       | Совместные работы |
|                                      | Брно         | BUT                      | Фингер М.       | Совместные работы |
|                                      | Либерец      | TUL                      | Фингер М.       | Совместные работы |
| Германия                             | Бонн         | UniBonn                  | Клейн Ф.        | Совместные работы |
|                                      | Бохум        | RUB                      | Мейер В.        | Совместные работы |
|                                      | Майнц        | JGU                      | Кабус И.        | Совместные работы |
|                                      | Мюнхен       | TUM                      | Пауль С.        | Совместные работы |
|                                      | Фрайбург     | TUBA                     | Фишер Х.        | Совместные работы |

|            |           |                |                     |                   |
|------------|-----------|----------------|---------------------|-------------------|
|            | Юлих      | FZJ            | Штройер Г. + 5 чел. | Совместные работы |
| Италия     | Триест    | INFN           | Брадаманте Ф.       | Совместные работы |
|            | Турин     | INFN           | Маджоре А.          | Совместные работы |
| Израиль    | Тель-Авив | TAU            | Лихтенштадт Й.      | Совместные работы |
| Индия      | Калькутта | MIERE          | Дасгупта С.         | Совместные работы |
| Португалия | Авейру    | UA             | Азеведо К.          | Совместные работы |
|            | Лиссабон  | LIP            | Бордало П.          | Совместные работы |
| Тайвань    | Тайбэй    | AS             | Чанг В.             | Совместные работы |
| США        | Урбана    | I              | Гроссе-Пердикамр М. | Совместные работы |
| Франция    | Сакле     | SPhN CEA       | Де Осс Н.           | Совместные работы |
|            |           | DAPNIA         |                     |                   |
| ЦЕРН       | Женева    | ЦЕРН           | Маллот Г.           | Совместные работы |
| Япония     | Ямагата   | Yamagata Univ. | Хорикава Н.         | Совместные работы |

## Странность в адронной материи и исследование неупругих реакций вблизи кинематических границ

**Руководители темы:** Строковский Е.А.  
Кокоулина Е.С.  
Кривенков Д.О.

### Участвующие страны и международные организации:

Беларусь, Россия, Словакия, Украина, Чехия, Япония.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Странность в адронной материи и исследование граничных эффектов: исследование стабилизирующих эффектов странности в ядерной материи и свойств легчайших гиперядер; исследование многочастичной динамики в неупругих протон–протонных и протон–ядерных взаимодействиях в области предельной множественности; исследования выхода и спектров мягких фотонов в дейтрон–ядерных и ядро–ядерных взаимодействиях.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Разрешение вопроса о существовании гиперядра  ${}^6_{\Lambda}H$ .
2. Новые экспериментальные данные о свойствах легчайших гиперядер и проверка экспериментом теоретических моделей для этих гиперядер.
3. Новые экспериментальные данные о положении границы стабильности (drip-line) для нейтроноизбыточных легких гиперядер, необходимые для развития теории нейтроноизбыточных гиперядер и моделей их рождения в нецентральных ядро–ядерных взаимодействиях.
4. Сравнение измеренных энергетических спектров гамма–квантов во взаимодействиях различных ядерных пучков Нуклотрона (от дейтерия до тяжелых ядер) на различных ядерных мишенях с теоретическими предсказаниями в области энергий до нескольких МэВ в зависимости от множественности заряженных и нейтральных частиц, от угла вылета фотонов и проверка различных физических гипотез о механизмах образования “прямых фотонов” в ядерных взаимодействиях.
5. Подтверждение (или установление верхней границы) сечений образования новых резонансов, распадающихся на два  $\gamma$ -кванта.
6. Определение условий для образования пионного конденсата в области большой множественности по импульсным спектрам.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Модернизация магнитного спектрометра ГиперНИС (трековая система) за счет добавления плоскостей GEM–детекторов.
2. Обработка данных со спектрометра LEPS по фоторождению векторных мезонов поляризованными фотонами.
3. Выполнение Монте–Карло моделирования работы двухплечевого электромагнитного калориметра, одно плечо которого состоит из 9-ти модулей типа “шашлык”, и второе – из кристаллов ВГО. Подключение электроники с пониженным порогом регистрации гамма–квантов ( $\sim 5$ –8 МэВ) для съема информации с калориметра.
4. Изготовление предливневого детектора. Создание поворотной фермы для размещения 9-ти модулей калориметра на установке СВД–2. Калибровка модулей на низкоэнергетических пучках электронных ускорителей (ОИЯИ ЛНФ, ИЯИ Троицк).

5. Подготовка проекта эксперимента NEMAN по исследованию процессов с рождением прямых фотонов во взаимодействиях релятивистских (кинетическая энергия выше 1 ГэВ/нуклон) легких и тяжелых ядер с ядрами на установке СВД-2.

### Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 1. HyperNIS      | Строковский Е.А.     | 1 (2010 – 2021)                      |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента    |
|--|--|------------------------------------|
| 1. Эксперимент NIS-ГИБС  | Строковский Е.А.<br>Лукстиньш Ю.<br>Кривенков Д.О.   | Реализация<br>Набор данных         |
| ЛФВЭ   | Аксиненко В.Д., Салмин Р.А., Баева А.Н., Базылев С.Н., Рукояткин П.А., Фещенко А.А., Пляшкевич С.Н., Борзунов Ю.Т., Максимчук А.И., Охрименко О.В., Аверьянов А.В., Короткова А.М., Парфенова Н.Г., Герценбергер С.В., Дунин В.Б., Константинов А.В., Баскаков А.Е., Дементьев Д.В., Федюнин А.А., Матюшин В.Т., Мурин Ю.А., Шипунов А.В., Шитенков М.О., Шереметьев А.Д., Шутов А.В., Шутова Н.А., Слепнев В.М., Воронин А.Л. |                                    |
| ЛЯП  | Терещенко В.В., Терещенко С.В., Атанов Н.В., Попов Б.А.  |                                    |
| СГИ  | Парфенов А.Н.  |                                    |
| 2. Эксперимент NEMAN   | Кокоулина Е.С.<br>Никитин В.А.   | Подготовка проекта<br>Набор данных |
| ЛФВЭ   | Киреев В.И., Баландин В.П., Руфанов И.А., Токарев М.В., Петухов Ю.П., Юкаев А.И., Жидков Н.К., Дунин В.Б., Кузьмин Н.А., Борзунов Ю.Т., Константинов А.В., Зыкунов В.А., Гаврищук О.П., Никитин В.А., Павлюкевич В.А., Грибовский А.С., Шиндин Р.А., Кириллов Д.А.   |                                    |
| ЛТФ  | Быстрицкий Ю.А.  |                                    |

### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город | Институт или лаборатория | Участники                    | Статус                              |
|--------------------------------------|-------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Беларусь                             | Минск | БГУИР                    | Сацук Ю.В.                   | Совместные работы<br>Обмен визитами |
|                                      |       | ИПФ НАНБ                 | Шуляковский Р.Г.<br>+ 2 чел. | Протокол                            |

|              |                 |   |  |  |                   |
|--------------|-----------------|---|--|--|-------------------|
| Россия       | Гомель          | “Радатех”                                       | Гузов О.Е.<br>+ 3 чел.   | Совместные работы<br>Обмен визитами  |                   |
|              |                 | ГГТУ  | Крышнев Ю.В. + 2 чел.<br>Петришин Г.В. + 2 чел.  | Протокол<br>Обмен визитами   |                   |
|              |                 | ГГУ   | Андреев В.В. + 3 чел.  | Протокол<br>Обмен визитами   |                   |
|              | Москва          | “Азимут-<br>Фотоникс”<br>НИИЯФ МГУ              | Тимошин С.В.<br>Богданова Г.А.<br>Волков В.<br>Харламов П.И.<br>Королев М.Г.<br>Меркин М.М.  | Совместные работы  |                   |
|              |                 | Протвино  | НИЯУ “МИФИ”  | Воскресенский Д.Н.<br>Борисов М.Е.   | Совместные работы |
|              |                 |   | ИФВЭ   | Воробьев А.П.<br>Головкин В.П.<br>Киряков А.В.<br>Рядовиков В.Н.<br>Роньжин В.М.<br>Головня С.Н.<br>Горохов С.А. | Совместные работы |
| С.-Петербург | СПбГПУ          | Мосолова Е.О.<br>Борисов В.С.<br>Бердников Я.А. | Совместные работы  |  |                   |
| Словакия     | Сыктывкар       | ОМ Коми НЦ УрО<br>РАН                           | Кутов А.Я.   | Протокол   |                   |
|              | Банска Бистрица | UMB   | Коломийцев Е.Э.  | Совместные работы  |                   |
| Украина      | Киев            | ИТФ НАНУ  | Кобушкин А.П.<br>Зиновьев Г.М.<br>Бегун В.В.<br>Горенштейн М.И.  | Совместные работы  |                   |
| Чехия        | Прага           | СТУ   | Поспишил С.<br>Гораздовский Т.<br>Сопко Б.<br>Сопко В.<br>Кохоут Э.<br>Майлингова О.<br>Солар М.<br>Хрен Д.<br>Мора Ю.<br>Полянский С.<br>Масек П.<br>Смейкал Я.<br>Йосои М. | Совместные работы  |                   |
| Япония       | Осака           | RCNP  | Йосои М.   | Совместные работы  |                   |

**Развитие экспериментальной базы ОИЯИ для получения интенсивных пучков тяжелых ионов и поляризованных ядер с целью поиска смешанной фазы ядерной материи и исследования поляризационных эффектов в области энергий до  $\sqrt{S_{NN}} = 11$  ГэВ**

**Руководители темы:** Кекелидзе В.Д.  
Сорин А.С.

**Заместители:** Коваленко А.Д.  
Мешков И.Н.

**Участвующие страны и международные организации:**

Азербайджан, Армения, Беларусь, Болгария, Германия, Грузия, Египет, Израиль, Италия, Китай, Мексика, Молдова, Польша, Россия, Румыния, Словакия, США, Украина, Франция, ЦЕРН, Чехия, Чили, Швеция, ЮАР, Япония.

**Исследуемая проблема и основная цель исследований:**

Поиск и экспериментальное исследование фазовых переходов в сильновзаимодействующей ядерной материи при экстремальных барионных плотностях, спиновой структуры нуклонов, легких ядер и поляризационных эффектов в малонуклонных системах. Разработка теоретических моделей исследуемых процессов и теоретическое сопровождение экспериментов. Развитие ускорительного комплекса Нуклотрон как базы для изучения релятивистских ядерных столкновений в диапазоне масс  $A=1 \div 197$ . Исследование динамики реакций и изучение модификации свойств адронов в ядерной материи, рождение странных гиперонов около порога и поиск гиперядер на детекторе  $BM@N$  во взаимодействиях выведенных пучков ионов Нуклотрона с фиксированными мишенями. Исследование структуры ядер на малых межнуклонных расстояниях на детекторе  $BM@N$ . Разработка и поэтапное создание тяжелоионного ускорительного комплекса на встречных пучках NICA, многоцелевого детектора (MPD/NICA) и детектора для изучения физики спина (SPD/NICA) в экспериментах на встречных пучках тяжелых ионов. Модернизация каналов вывода пучков. Проведение экспериментов на пучках ионов и поляризованных дейтронов Нуклотрона.

**Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:**

1. Разработка новых и развитие существующих моделей для процессов сильных взаимодействий в непертурбативной области КХД, описания свойств ядерного вещества в условиях высоких температур и плотностей, с целью изучения возможных фазовых превращений в ядерной материи и установления динамики ядерных столкновений при экстремальных плотностях барионной материи, а также их проявлений в P-нечетных эффектах и спиновых асимметриях.
2. Ввод в действие новых источников частиц. Расширение набора пучков ионов на Нуклотроне вплоть до  $A=197$  с интенсивностью до  $5 \cdot 10^{10}$  (легких) и  $1 \cdot 10^9$  (тяжелых) ионов/цикл. Получение на источнике SPI поляризованных дейтронов с интенсивностью до  $1 \cdot 10^{11}$  частиц/цикл. Разработка и проектирование сверхпроводящих резонаторов для линейных ускорителей протонов и ионов.
3. Создание синхротрона Бустер в соответствии с планом-графиком.
4. Ввод в действие первой фазы установки  $BM@N$  и получение физических результатов по взаимодействию пучков ионов Нуклотрона с фиксированными мишенями с целью исследования динамики реакций и уравнения состояния ядерной материи, изучения модификации свойств адронов в материи, рождения странных гиперонов вблизи порога и поиска гиперядер. Получение первых результатов по изотопической структуре ядер на малых межнуклонных расстояниях.
5. Создание элементов и систем сверхпроводящего коллайдера тяжелых ионов NICA в соответствии с намеченным планом-графиком работ, создание устройств электронного и стохастического охлаждения пучков заряженных частиц для элементов ускорительного комплекса. Поэтапный ввод в

действие элементов базовой конфигурации ускорительного комплекса NICA в соответствии с рабочим планом.

6. Завершение разработки технического проекта и начало монтажа базовой конфигурации многоцелевого детектора MPD для исследования столкновений релятивистских тяжелых ионов в соответствии с рабочим планом.
7. Создание базовой конфигурации компьютерной инфраструктуры NICA/MPD/BM@N/SPD.
8. Разработка концептуального проекта детектора SPD для исследования спиновой структуры нуклона в столкновениях релятивистских поляризованных протонов и дейтронов.
9. Проведение ускорительных сеансов Нуклотрона, получение новых экспериментальных данных на пучках ядер, включая поляризованные дейтроны и протоны ускорительного комплекса.

### **Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:**

1. Развитие и расширение физической программы проекта – “Белой книги” проекта NICA. Получение новых теоретических результатов в процессах сильных взаимодействий в непертурбативной области КХД, разработка и проверка моделей для описания свойств ядерного вещества в условиях высоких температур и плотностей, изучение возможных состояний ядерной материи и динамики ядерных столкновений при экстремальных плотностях барионной материи, а также их проявлений в P–нечетных эффектах и спиновых асимметриях. Подготовка программы первых экспериментов на установке MPD.
2. Выполнение плановых задач по проекту Нуклотрон-NICA: Начало создания штатного источника тяжелых ионов КРИОН-N, совершенствование криогенного и инжекционного комплексов. Развитие систем диагностики пучка. Повышение интенсивности пучка источника поляризованных частиц SPI на стенде. Проведение исследований с пучками Нуклотрона для решения первоочередных задач программы NICA в согласованном объеме. Начало работ по проектированию прототипа СП резонатора линейного ускорителя протонов. Начало разработки линейного ускорителя протонов и дейтронов LPLAS.
3. Ввод в эксплуатацию линейного ускорителя HPLAS ( $z/A \geq 0, 14$ ), доведение его параметров до проектных. Развитие и модернизация инженерной инфраструктуры. Монтаж и испытания оборудования канала инжекции пучка из HPLAS в Бустер. Испытания магнитно-криостатной системы Бустера.
4. Изготовление, монтаж и испытание элементов систем вывода и транспортировки пучка из Бустера в Нуклотрон в рабочих режимах.
5. Уточнение генерального плана инфраструктуры комплекса NICA. Утверждение основной рабочей документации по размещению элементов и систем коллайдера NICA. Продолжение строительных работ.
6. Обработка и анализ данных, полученных на установке BM@N, подготовка установки к следующему сеансу на пучках тяжелых ядер, выведенных из Нуклотрона. Подготовка технического проекта проведения измерений с дополнительными детекторами и усиленной радиационной защитой для экспертизы. Анализ данных, полученных по программе эксперимента SRC, реализация решений коллаборации BM@N по выполнению дальнейшей программы.
7. Реализация этапов технического проекта создания солениода MPD. Завершение работ по техническим проектам подсистем MPD. Начало работ по серийному изготовлению детекторов.
8. Представление проекта SPD на рассмотрение ПКК по физике частиц. Продолжение теоретических исследований процессов Матвеева-Мурадяна-Тавхелидзе-Дрелла-Яна, рождения  $J/\psi$  и других процессов в столкновениях поляризованных протонов и дейтронов.
9. Реализация стартовых элементов компьютерной инфраструктуры NICA/MPD/BM@N/SPD в соответствии с рабочим планом.

## Проекты по теме:

| Название проекта   | Руководитель проекта   | Приоритет проекта<br>(сроки реализации) |
|--|--|---|
| 1. НУКЛОТРОН–NICA  | Бутенко А.В.<br>Ходжибагиян Г.Г.<br>Научный руководитель:<br>Мешков И.Н. | 1 (2011 – 2020)                         |
| 2. BM@N  | Капишин М.Н.   | 1 (2012 – 2021)                         |
| Подпроект SRC<br>Исследование короткодействующих<br>корреляций | Капишин М.Н.<br>Пясецки Е.<br>Заместители:<br>Хен О.<br>Ауманн Т.        | 1 (2018 – 2021)                         |
| 3. MPD   | Головатюк В.М.<br>Кекелидзе В.Д.<br>Сорин А.С.                           | 1 (2011 – 2020)                         |

## Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории  | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|--|--|---------------------------------|
| 1.1. Инжекционный комплекс NICA: техническое проектирование и создание инжекционного комплекса NICA: (источники тяжелых ионов и поляризованных легких ядер, линейные ускорители тяжелых ионов NPLAS и легких ядер, каналы транспортировки пучков в Нуклотрон | Бутенко А.В.<br>Говоров А.И.<br>Кобец В.В.<br>Коваленко А.Д.<br>Мончинский В.А.    | Реализация                      |
| 1.1.а. Ввод в действие источника тяжелых ионов (KRION–6T).   | Донец Е.Д.<br>Донец Е.Е.   | Реализация                      |
| 1.1.б. Совершенствование источника поляризованных протонов и дейтронов (SPI)   | Фимушкин В.В.  | Реализация                      |
| 1.1.в. Разработка и создание систем ввода–вывода пучка и транспортировочных каналов. Разработка систем управления и диагностики пучков   | Волков В.И.<br>Тузиков А.В.  | Реализация                      |
| 1.1.г. Разработка и начало изготовления нового инжектора протонов и легких ионов LPLAS   | Бутенко А.В.<br>Говоров А.И.<br>Левтеров К.А.<br>Головенский Б.В.<br>Сырессин Е.М. | Проектирование<br>Реализация    |

ЛФВЭ

Аверьянов М.Ю., Александров В.С., Алфеев А.В., Акимов В.П., Андреев В.А., Базанов А.М., Бойцов А.Ю., Бутенко А.В., Вадеев В.П., Воронин А.А., Гаранжа Н.И., Говоров А.И., Головенковский Б.В., Горбачев Е.В., Донец Е.Е., Донец Е.Д., Донец Д.Е., Карпинский В.Н., Ковалев В.В., Козлов О.С., Колеников С.Ю., Косухин В.В., Кочуров А.Г., Кириченко А.Е., Кутузова Л.В., Лебедев Н.И., Левтеров К.А., Люосев Д.А., Мартынов А.А., Михайлов С.В., Мялковский В.В., Нестеров А.В., Пивин Р.В., Понкин Д.О., Прокофьевичев Ю.В., Рамздорф А.Ю., Рассадов Д.Н., Романов А.С., Романов С.В., Седых Г.С., Седых С.Н., Селезнев В.В., Сидоров А.И., Сидорин А.О., Смирнов А.В., Сыресин Е.М., Тарасов В.В., Топилин Н.Д., Тузиков А.В., Туманова Ю.А., Фатеев А.А., Швецов В.С., Шевченко К.В., Шириков И.В., Шуттов В.Б.

ГСнК

Трубников Г.В.

1.2. Монтаж и запуск Бустера NICA и его технологических систем

Бутенко А.В.  
Мешков И.Н.  
Сыресин Е.М.  
Сидорин А.О.  
Ходжибагиян Г.Г.

Проектирование  
Реализация

1.2.а. Магнитно–криостатная система, вакуумная система и система электронного охлаждения

Галимов А.Р.  
Смирнов А.В.

Реализация

1.2.б. Система питания и эвакуации энергии

Карпинский В.Н.  
Иванов Е.В.

Проектирование  
Реализация

1.2.в. ВЧ ускоряющая система Бустера

Бровко О.И.

Реализация

1.2.г. Система диагностики, инжекции, вывода и транспортировки пучков

Волков В.И.  
Тузиков А.В.

Проектирование  
Реализация

ЛФВЭ

Аверичев А.С., Аверьянов М.Ю., Агапов Н.Н., Андреев В.А., Андрюхин Р.В., Алфеев А.В., Базанов А.М., Батин В.В., Борзунов Ю.Т., Бровко О.И., Василишин Б.В., Волков В.И., Галимов А.Р., Горбачев Е.В., Гребенцов А.Ю., Донец Д.Е., Дробин В.М., Зиновьев Л.В., Иванов Е.В., Исадов В.А., Карпинский В.Н., Калагин И.И., Кириченко А.Е., Козлов О.С., Ковалев В.В., Колесников С.Ю., Кондратьев Н.Г., Константинов А.В., Копченков А.В., Костромин С.А., Кочуров А.Г., Кудашкин А.В., Кузнецов Г.Л., Куликов Е.А., Кунченко О.А., Лебедев Н.И., Михайлов С.В., Михайлов В.А., Мялковский В.В., Нестеров А.В., Осипенков А.Л., Пивин Р.В., Пиляр Н.В., Прозоров О.В., Романов С.В., Рукояткин П.А., Рукояткина Т.В., Семин Н.В., Седых Г.С., Селезнев В.В., Сергеев А.С., Смирнов А.В., Тарасов В.В., Топилин Н.Д., Тузиков А.В., Туманова Ю.А., Фатеев А.А., Черняев В.П., Шабунов А.В., Шурыгин А.А.

ЛЯП

Ахманова Е.В., Кобец А.Г., Мешков И.Н., Орлов О.С., Рудаков А.Ю., Рыбаков Н.А., Соболева Л.В., Степанова Т.А., Сидорин А.А., Хилинов В.И., Яковенко С.Л.

ГСнК

Трубников Г.В.

1.3. Развитие Нуклотрона

Бутенко А.В.  
Сидорин А.О.  
Сырессин Е.М.

Проектирование  
Реализация

1.3.а. Магнитно–криостатная система, вакуумная система

Смирнов А.В.  
Ходжибагиян Г.Г.

Проектирование  
Реализация

1.3.б. Система питания и эвакуации энергии

Карпинский В.Н.  
Иванов Е.В.

Проектирование  
Реализация

1.3.в. ВЧ ускоряющая система Нуклотрона

Бровко О.И.

Проектирование  
Реализация

1.3.г. Система диагностики, инъекции, вывода и транспортировки пучков

Волков В.И.  
Горбачев Е.В.  
Рукояткин П.А.

Проектирование  
Реализация

ЛФВЭ

Аверичев А.С., Аверьянов М.Ю., Андреев В.А., Андрюхин Р.В., Алфеев А.В., Базанов А.М., Батин В.В., Борисов В.В., Василишин Б.В., Волков В.И., Гребенцов А.Ю., Донец Д.Е., Исадов В.А., Кириченко А.Е., Козлов О.С., Ковалев В.В., Колесников С.Ю., Кондратьев Н.Г., Константинов А.В., Копченков А.В., Костромин С.А., Кочуров А.Г., Кудашкин А.В., Кузнецов Г.Л., Куликов Е.А., Кунченко О.А., Лебедев Н.И., Михайлов С.В., Михайлов В.А., Меркурьев А.В., Мьялковский В.В., Нестеров А.В., Осипенков А.Л., Пивин Р.В., Прозоров О.В., Романов С.В., Рукояткин П.А., Семин Н.В., Седых Г.С., Селезнев В.В., Сергеев А.С., Смирнов А.В., Тарасов В.В., Тузиков А.В., Черняев В.П., Шурыгин А.А.

ГСнК

Трубников Г.В.

1.4. Техническое проектирование, разработка технологических систем и создание коллайдера тяжелых ядер NICA с энергией  $E = 4-11$  ГэВ и средней светимостью  $1 \cdot 10^{27} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$  и поляризованных легких ядер со светимостью  $1 \cdot 10^{32} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$  (по протонам при  $E=27$  ГэВ)

Коваленко А.Д.  
Костромин С.А.  
Мешков И.Н.  
Сырессин Е.М.

Проектирование  
Реализация

1.4.а. Магнитно–криостатная и вакуумная система

Галимов А.Р.  
Смирнов А.В.  
Ходжибагиян Г.Г.

Проектирование

1.4.б. Системы питания и эвакуации энергии

Карпинский В.Н.  
Иванов Е.В.

Проектирование

1.4.в. ВЧ система Коллайдера

Бровко О.И.  
Гребенцов А.Ю.

Проектирование  
Реализация

|   |  |                              |
|---|--|------------------------------|
| 1.4.г. Система транспортировки, диагностики и инъекции пучков   | Волков В.И.<br>Тузиков А.В.  | Проектирование<br>Реализация |
| 1.4.д. Система охлаждения пучков  | Смирнов А.В.<br>Сидорин А.О.   | Проектирование<br>Реализация |
| 1.4.е. Система мониторинга и управления поляризацией пучков протонов и дейтронов  | Коваленко А.Д.   | Проектирование               |
| ЛФВЭ  | Аверичев А.С., Агапов Н.Н., Александров В.С., Алфеев А.В., Андреев В.А., Андрюхин Р.В., Базанов А.М., Батин В.И., Борзунов Ю.Т., Бутенко А.В., Василишин Б.В., Волков В.И., Галимов А.Р., Гетьман В.Ф., Горбачев Е.В., Гребенцов А.Ю., Гусаков Ю.В., Дробин В.М., Елисеев А.В., Жабицкий В.М., Иванов Е.В., Карпинский В.Н., Кириченко А.Е., Козлов О.С., Кондратьев Н.Г., Константинов А.В., Копченев А.В., Костромин С.А., Кузнецов Г.Л., Куликов Е.А., Лебедев Н.И., Макаров А.А., Нестеров А.В., Осипенков А.Л., Пивин Р.В., Романов С.В., Рукояткин П.А., Рукояткина Т.В., Семин Н.В., Смирнов А.В., Сыресин Е.М., Тарасов В.В., Топилин Н.Д., Тузиков А.В., Туманова Ю.А., Фатеев А.А., Филиппов А.В., Щербаков А.Н. |                              |
| ЛЯП   | Ахманова Е.В., Кобец А.Г., Мешков И.Н., Орлов О.С., Рудаков А.Ю., Рыбаков Н.А., Соболева Л.В., Степанова Т.А., Сидорин А.А., Хилинов В.И., Яковенко С.Л.   |                              |
| ЛРБ   | Бучнев В.Н., Тимошенко Г.Н., Щеголев В.Ю.  |                              |
| ГСМК  | Трубников Г.В.   |                              |
| 1.5. Разработка, создание и развитие криогенных систем  | Агапов Н.Н.<br>Ходжибагян Г.Г.   | Проектирование<br>Реализация |
| ЛФВЭ  | Арефьев А.Б., Батин В.И., Балдин Н.А., Башева М.А., Белов Д.М., Борзунов Ю.Т., Воробьев Е.И., Гончаров И.Н., Гореликов С.П., Громова Е.В., Гудков С.В., Дробин В.М., Егорова Н.Л., Емельянов Н.Э., Иваненко Е.Ю., Иванов Е.В., Кондратьев М.В., Козловски К.К., Константинов А.В., Косинов В.А., Куликов Е.А., Лобанов Д.В., Митрофанова Ю.А., Орлов В.В., Петров И.М., Пешков Р.В., Смирнов С.А., Сидоров С.А., Филиппова Е.Ю., Яровикова О.Б.  |                              |
| 2. Проект VM@N<br>Подпроект SRC   | Капишин М.Н.<br>Пясецки Е.<br>Заместители:<br>Хен О.<br>Ауманн Т.  | Реализация                   |
| 2.1. Развитие технологической зоны установки: усиление радиационной защиты, совершенствование детекторных подсистем инженерной инфраструктуры | Анисимов С.Ю.<br>Капишин М.Н.<br>Пиядин С.М.   | Реализация                   |

2.2. Создание базового комплекса детекторов установки VM@N

Капишин М.Н.

Реализация

2.3. Развитие технологических и инженерных систем, систем контроля и тестовых зон установки

Анисимов С.Ю.  
Пиядин С.М.  
Топилин Н.Д.

Реализация

ЛФВЭ

Абраамян Х.У., Аверичев Г.С., Агакишиев Г.Н., Афанасьев С.В., Бабкин В.А., Базылев С.Н., Баландин В.П., Баскаков А.Е., Батюк П.Н., Бекиров В., Богословский Д.Н., Богуславский И.В., Буряков М.Г., Васендина В.А., Васильев С.Е., Владимировна Н.М., Гаврищук О.П., Герасимов П.С., Герценбергер К.В., Герценбергер С.В., Головатюк В.М., Дабровски Д., Дмитриев А.В., Дулов П.О., Дряблов Д.К., Дубинчик Б.В., Егоров Д.С., Ерин Д.С., Замятин Н.И., Зинченко А.И., Зубарев Е.В., Игамкулов З.А., Илиева М.А., Йорданова Л.С., Каржавин В.Ю., Карпинский В.Н., Каттабеков Р.Р., Кекелидзе В.Д., Кекелидзе Г.Д., Киреев В.И., Кирюшин Ю.Т., Коваленко А.Д., Кожин М.Ю., Кокоулина Е.С., Колесников В.И., Колесников А.О., Кривохижин В.Г., Круглова И.В., Кузнецов А.С., Кузьмин Н.А., Кулиш Е.М., Кухлин С.Н., Ладыгин Е.А., Ленивенко В.В., Ливанов А.Н., Литвиненко А.Г., Лобастов С.П., Маканькин А.М., Максимчук А.И., Малахов А.И., Маматкулов К.З., Мерц С.П., Мигулина И.И., Морозов А.Н., Муринов Ю.А., Нагдасев Р.В., Нагорный С.Н., Никитин Д.Н., Никитин В.А., Переседов В.Ф., Петров В.А., Петухов Ю.Н., Пиядин С.М., Потребеников Ю.К., Рогов В.Ю., Рослон К., Рукояткин П.А., Румянцев М.М., Рустаамов А.Д., Руфанов И.А., Сакулин Д.Г., Сергеев С.В., Сидоренко В.О., Ситников В.А., Слепнев И.В., Слепнев В.М., Слепов И.П., Сорин А.С., Спасков В.Н., Строковский Е.А., Сувариева Д.А., Сухов Б.В., Тарасов Н.А., Тарасов О.Г., Терлецкий А.В., Тимошенко А.А., Тихомиров В.В., Топилин Н.Д., Тяпкин И.А., Устинов В.В., Федотов Ю.И., Федоришин Я., Филиппов И.А., Хабаров С.В., Шейнаст В., Шиндин Р.А., Шутов А.В., Шутов В.Б., Щипунов А.В., Юревич В.И., Юкаев А.С., Ярыгин Г.А.

ЛИТ

Баранов Д.А., Войтишин Н.Н., Мусульманбеков Ж.Ж., Пальчик В.В.

ЛНФ

Литвиненко Е.И.

2.4. Изучение короткодействующих корреляций нуклонов на установке VM@N (SRC)

Капишин М.Н.  
Пясецки Е.  
Заместители:  
Хен О.  
Ауманн Т.

Реализация

3. Установка MPD

Головатюк В.М.  
Кекелидзе В.Д.

R&D  
Техпроект

ЛФВЭ

Абраамян Х.У., Аверичев Г.С., Аверьянов А.В., Агакишиев Г.Н., Андреева Т.В., Анисимов А.В., Бабкин В.А., Бажажин А.Г., Базылев С.Н., Баландин В.П., Баскаков А.Е., Батюк П.Н., Богословский Д.Н., Буряков М.Г., Васендина В.А., Верещагин С.В., Вишневский А.В., Волгин С.В., Воронин А.Л., Воронюк В., Владимировна Н.М., Гавришук О.П., Гапиенко И.В., Герасимов П.С., Герценбергер К.В., Гусаков Ю.В., Дементьев Д.В., Дмитриев А.В., Донгузов И.И., Дулов П.О., Дунин В.Б., Елша В.В., Запорожец С.А., Зинин Н.А., Зинченко А.И., Замятин Н.И., Зрюев В.Н., Зубарев А.Н., Иванов А.В., Илиева М.А., Исупов А.Ю., Йорданова Л.С., Кекелидзе Г.Д., Киреев В.А., Кирюшин Ю.Т., Кислов Е.М., Кожин М.А., Костюхов Е.В., Кузьмин Н.А., Колесников А.О., Колесников В.И., Короткова А.М., Ладыгин Е.А., Литвиненко А.Г., Лобанов В.И., Лобастов С.Н., Лукстиньш Ю., Лысан В.М., Мадигожин Д.Т., Малахов А.И., Мерц С.П., Мигулина И.И., Мовчан С.А., Молоканова Н.А., Мудрох А.А., Мурин Ю.А., Мьялковский В.В., Нагдасев Р.В., Нагорный С.Н., Никитин В.А., Пенкин В.А., Переседов В.Ф., Петров В.А., Петухов Ю.П., Пиляр Н.В., Повторейко А.А., Потребеников Ю.К., Поленкевич И.А., Разин С.В., Рогачевский О.В., Рогов В.Ю., Рослон К., Румянцев М.М., Рустамов А.Д., Рыбаков А.А., Самсонов В.М., Сергеев С.В., Сидоренко В.О., Слепов И.П., Слепнев В.М., Слепнев И.В., Сувариева Д.А., Тарасов Н.А., Тарасов О.Г., Терлецкий А.В., Тимошенко А.А., Тихомиров В.В., Тяпкин И.А., Удовенко С.Ю., Фатеев О.В., Федоришин Я., Филиппов И.А., Хабаров С.В., Чепурнов В.В., Черемухина Г.А., Шереметьев А.Д., Шкаровский С.Н., Шокин В.И., Шутов А.Б., Шутова Н.А., Щипунов А.В., Юкаев А.И., Ярыгин Г.А., Юревич В.И.

ЛЯП

Мешков И.Н., Ольшевский А.Г.

ЛИТ

Акишин П.Г., Дереновская О.Ю., Зрелов П.В., Иванов В.В., Кисель П.И., Мусульманбеков Ж.Ж., Рапортиренко А.М.

3.1. Разработка и создание сверхпроводящего соле-ноида и ярма магнита

Емельянов Н.Е.  
Топилин Н.Д.

|                  |
|------------------|
| R&D<br>Техпроект |
|------------------|

ЛФВЭ

Гордеев С.Г., Додохов В.Х., Ефремов А.А., Кекелидзе Г.Д., Кислов Е.М., Лобанов В.И., Лобанов Ю.Ю., Топилин Н.Д.

3.2. Создание комплекса детекторов стартовой конфигурации установки MPD

Головатюк В.М.  
Кекелидзе В.Д.

|                  |
|------------------|
| R&D<br>Техпроект |
|------------------|

ЛФВЭ

Бабкин В.А., Базылев С.Н., Ивашкин А., Мовчан С.А., Мурин Ю.А., Топилин Н.Д., Тяпкин И.А., Юревич В.И.

3.3. Разработка и создание системы сбора данных и системы контроля

Базылев С.Н.  
Слепнев И.В.

|                  |
|------------------|
| R&D<br>Техпроект |
|------------------|

|      |  |   |                    |
|------|--|---|--------------------|
|      | ЛФВЭ   | Баскаков А.Е., Куклин С.Н., Слепнев В.М.,<br>Н.А.Тарасов, А.В.Терлецкий, Федонин А.А., Филиппов<br>И.А., Шутов А.Б., Щипунов А.В.   |                    |
| 3.4. | Разработка физической программы MRD.   | Колесников В.И.<br>Зинченко А.И.  | Реализация         |
| 4.   | Теоретические исследования, расчеты и создание моделей для описания свойств ядерного вещества в условиях высоких температур и сжатий, динамики высоко-энергетических ядерных взаимодействий при экстремальных плотностях барионной материи, спиновых и P-четных эффектов | Блашке Д.<br>Сорин А.С.<br>Теряев О.В.  | Реализация         |
|      | ЛТФ  | Волков М.К., Герасимов С.Б., Ефремов А.В., Клопот Я.Н., Оганесян А.Г., Парван А., Фризен А., Хворостухин А.С.   |                    |
|      | ЛИТ  | Калиновский Ю.Л., Мусульманбеков Ж.Ж., Никонов Э.Г.   |                    |
|      | ЛЯП  | Лыкасов Г.И.  |                    |
|      | ЛФВЭ   | Абраамян Х.У., Артеменков Д.А., Батюк П.Н., Воронюк В., Дряблов Д.К., Жежер В.Н., Кекелидзе В.Д., Кожин М.А., Ледниcki P., Литвиненко А.Г., Малахов А.И., Резников С.Г., Рогачевский О.В. |                    |
| 5.   | Компьютерная инфраструктура: on-line и off-line кластеры распределенного компьютерного комплекса, системы, моделирования, передачи обработки и анализа данных, информационные и технолгические компьютерные системы  | Долбилов А.Г.<br>Потребеников Ю.К.<br>Рогачевский О.В.  | Реализация         |
|      | ЛФВЭ   | Дыдышко В.Ф., Мельников Д.Г., Минаев Ю.И., Митюхин С.А., Пешехонов Д.В., Свалов В.Л., Слепов И.П., Слепнев И.В., Федосеев О.С., Шкаровский С.Н., Щинов Б.Г.                               |                    |
|      | ЛИТ  | Зрелов Л.В., Кекелидзе Д.В., Кореньков В.В., Пляшкевич М.С., Стриж Т.А., Трофимов В.В.  |                    |
| 6.   | Установка SPD: разработка концептуального проекта, организация международной коллаборации  | Ценов Р.  | Подготовка проекта |

|  |   |                                      |
|--|---|--------------------------------------|
| ЛФВЭ   | <p>Азорский Н.И., Аносов В.А., Ахмадов Ф.Н., Ахунзянов Р.Р., Балдин А.А., Барабанов М.Ю., Батозская В.С., Белобородов А.Н., Богуславский И.В., Васильева Е.В., Веселова Н.И., Волков П.В., Гаврищук О.П., Галоян А.С., Грибовский А.С, Громов В.А., Гурчин Ю.В., Гусаков Ю.В., Дунин В.Б., Еник Т.Л., Жуков И.А., Замятин Н.И., Земляничкина Е.В., Зинин А.В., Зубарев Е.В., Иванов А.В., Иванов Н.Я., Исупов А.Ю., Кекелидзе Г.Д., Коваленко А.Д., Ковалев Ю.С., Кожин М.А., Кокоулина Е.С., Колесников А.О., Костюков Е.В., Копылов Ю.А., Крамаренко В.А., Круглов В.Н., Лашпина И.В., Лысан В.М., Маканькин А.М., Мещеряков Г.В., Мошковский И.В., Ладыгин В.П., Леднички Р., Нагайцев А.П., Никитин В.А., Павлов В.В., Паржицкий С.С., Перепелкин Е.Е., Пешехонов Д.В., Резников С.Г., Рогачевский О.В., Савин И.А., Савенков А.А., Старикова С.Ю., Строковский Е.А., Схоменко Я.Т., Стрелецкая Е.А., Тарасов О.Г., Тарасова Л.Н., Теряев О.В., Тишевский А.В., Топилин Н.Д., Топко Б.Л., Усенко Е.А., Филатов Ю.Н., Хабаров С.В., Харьюзов П.Р., Хренов А.Н., Ценов Р., Шереметьева А.И., Шиманский С.С. Юдин И.П.</p> |                                      |
| ЛЯП  | <p>Абазов В.М., Алексеев Г.Д., Афанасьев Л.Г., Бобков А.В., Вертоградов Л.С., Верхеев А.Ю., Голованов Г.А., Грицай К.И., Гуськов А.В., Денисенко И.И., Дугинов В.Н., Журавлев Н.И., Куликов А.В., Кутузов С.А., Нефедов Ю.А., Пискун А.А., Прохоров И.К., Романов В.М., Руденко А.И., Рымбекова А., Самарцев А.Г., Семенов А.В., Скачков Н.Б., Скачкова Н.А., Слунечка М., Слунечкова Е., Ткаченко А.В., Токменин В.В., Узиков Ю.Н., Фингер М.(мл.), Фигер М., Фролов В.Н.</p>  |                                      |
| ЛИТ  | <p>Ужинский В.В., Полякова Р.В.</p>   |                                      |
| ЛТФ  | <p>Аникин И.В., Волчанский Н.И., Голоскоков С.В., Ефремов А.В., Клопот Я., Струзик-Котлож Д.</p>  |                                      |
| 7. Сооружение комплекса зданий с инженерной инфраструктурой для размещения объектов, инженерных систем и проведения НИОКР для комплекса NICA | <p>Агапов Н.Н.<br/>Кекелидзе В.Д.<br/>Топилин Н.Д.</p>  | <p>Проектирование<br/>Реализация</p> |
| 7.1. Техническое проектирование, координация сооружения, комплекса зданий и развития инженерной инфраструктуры                               | <p>Мешков И.Н.<br/>Дударев А.В.</p>   | <p>Проектирование<br/>Реализация</p> |
| 7.2. НИРиОКР, создание прототипов и полномасштабных сверхпроводящих магнитов для бустера и коллайдера NICA                                   | <p>Костромин С.А.<br/>Ходжибагиян Г.Г.</p>  | <p>Проектирование<br/>Реализация</p> |

ЛФВЭ

Агапов Н.Н., Агапова В.В., Аверичев А.С., Алексеев В.К., Базанов А.М., Базылева Н.П., Батин В.И., Блинов Н.А., Борзунов Ю.Т., Борисов В.В., Бутенко А.В., Бычков А.В., Виноградов А.С., Галимов А.Р., Голубицкий О.М., Гусаков Ю.В., Долгий С.А., Дonyaгин А.М., Дробин В.М., Жильцова Н.А., Иваненко Е.Ю., Карпинский В.Н., Карпунин Р.А., Карпунина И.Е., Колесников С.Ю., Константинов А.В., Королев В.С., Кудашкин А.В., Кузнецов Г.Л., Куликов Е.А., Кунченко О.А., Куринов В.Э., Липченко В.И., Лобанов Д.В., Макаров А.А., Митрофанова Ю.А., Меркурьев А.Ю., Нестеров А.В., Осипенков А.Л., Пивин Р.В., Понкин Д.О., Прахова Т.Ф., Сергеев А.С., Смирнов А.В., Смирнов С.А., Стариков А.Ю., Суриков В.Н., Топилин Н.Д., Туманова Ю.А., Филиппов Н.А., Филиппова Е.Ю., Шабунов А.В., Шевченко Е.В.

7.3. Работы по совершенствованию и развитию энергетических и общетехнологических сетей с целью повышения их экономичности и эффективности

Агапов Н.Н.  
Семина Н.В.

|                              |
|------------------------------|
| Проектирование<br>Реализация |
|------------------------------|

ЛФВЭ

Алфеев А.В., Каретник А.М., Макаров А.А., Мигулин М.И., Серочкин Е.В., Степанов В.М., Сотников А.Н., Тимошенко О.М., Топилин Н.Д., Черняев В.П., Шабунов А.В., Шилов В.Ю.

УХОиКС

Баландин Ю.Н., Тихомиров Л.И., Фролов И.С.

СГИ

Бучнев В.Н. + 2 чел.

ЛРБ

Тимошенко Г.Н. + 3 чел.

### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город  | Институт или лаборатория     | Участники   | Статус   |
|--------------------------------------|--------|------------------------------|---|--|
| Азербайджан                          | Баку   | ИФ НАНА                      | Абдинов О.Б. + 2 чел.   | Совместные работы  |
| Армения                              | Ереван | ЕГУ                          | Балабекян А.  | Совместные работы  |
| Беларусь                             | Минск  | БГУИР                        | Кураев А.А. + 2 чел.  | Совместные работы<br>Обмен визитами  |
|                                      |        | НИИ ЯП БГУ                   | Максименко С.А.<br>Федотова Ю.А. + 3 чел.<br>Карпович В.А. + 5 чел.<br>Чеховский В.А.<br>Литомин А.В. + 2 чел.<br>Солин А.В. + 1 чел.<br>Батурицкий М.А. + 2 чел. | Совместные работы<br>Обмен визитами  |
|                                      |        | НПЦ НАНБ по материаловедению | Демьянов С.Е. + 2 чел.  | Совместные работы<br>Обмен визитами  |
|                                      |        | ОИЭЯИ-Сосны НАНБ "Планар"    | Бабичев Л.Ф. + 5 чел.<br>Махоткин А.А.<br>Качук Д.В.  | Совместные работы<br>Обмен визитами<br>Совместные работы<br>Обмен визитами |

|          |  |  |   |  |  |
|----------|--|--|---|--|--|
| Болгария | Гомель<br>София                            | ФТИ НАНБ                                 | Поболь И.Л. + 2 чел.<br>Покровский А.И. + 3 чел.  | Совместные работы<br>Обмен визитами  |  |
|          |  | ГГТУ<br>INRNE BAS                        | Крышнев Ю.В.<br>Атанасов И.<br>Динев Д.<br>Цаков И.<br>Ванков И.  | Протокол<br>Совместные работы  |  |
|          |  | ISSP BAS<br>LTD BAS                      | Спасов Л. + 4 чел.<br>Раднев С.В.<br>Зенков А.<br>Генчев С.Г.<br>Рапшевский Г.<br>Радков И.С.   | Контракт<br>Протокол   |  |
|          |  | SU<br>TU-Sofia                           | Литов Л.Б. + 1 чел.<br>Минчев М. + 5 чел.   | Совместные работы<br>Протокол  |  |
| Грузия   | Благоевград<br>Пловдив<br>Тбилиси          | SWU<br>PU<br>AIP TSU<br>GTU              | Станоева Р.<br>Чолаков И. + 3 чел.<br>Чкареули Д.Л. + 5 чел.<br>Прангишвили А.И.<br>Тавхелидзе Д.   | Протокол<br>Протокол<br>Совместные работы<br>Договор   |  |
|          | Молдова                                    | Кишинев                                  | ИПФ АНМ<br>МолдГУ   | Барзнат М.И.<br>Гудима К.К. + 2 чел.   | Совместные работы<br>Совместные работы |
|          | Монголия<br>Польша                         | Улан-Батор<br>Варшава                    | ИРТ MAS<br>WUT  | Баатар Ц. + 2 чел.<br>Киссель А. + 4 чел.<br>Пэрыт М. + 4 чел.<br>Домбровски Д.<br>Кмиец К.<br>Лаврынчук М.<br>Пламовски С.<br>Рослон К.<br>Старецки Т.<br>Трацук Т. | Совместные работы<br>Совместные работы |
| Россия   | Вроцлав<br>Люблин<br>Отвоцк-Сверк<br>Хожув | ИЛТ&SR PAS<br>UMCS<br>NCBJ<br>Frako-Term | Тройнер Е.<br>Малиновски И.<br>Хвасчевски С. + 3 чел.<br>Козловски В.   | Совместные работы<br>Протокол<br>Контракт<br>Протокол  |  |
|          |  | ВЭИ<br>Гелиймаш<br>ИМБП РАН              | Кокуркин М.П. + 5 чел.<br>Лысов Н.Ю.<br>Стулов В.В. + 5 чел.<br>Петров В.М.<br>Федоренко Б.С. + 7 чел.  | Совместные работы<br>Протокол<br>Договор   |  |
|          | Москва                                     | Криогенмаш<br>МГУ<br>НИЯУ "МИФИ"         | Караганов Л.Т. + 2 чел.<br>Боос Э.Э.<br>Меркин М.М.<br>Тараненко А., Диденко А.М.<br>Стриханов М.Н.<br>Петровский А.Н.<br>Полозов С.М. + 3 чел. | Совместные работы<br>Протокол<br>Договор   |  |

|                |               |   |                   |
|----------------|---------------|---|-------------------|
|                | НИИЯФ МГУ     | Баранова А.В.<br>Богданова Г.А.<br>Боос Е.Е.<br>Ершов А.А.<br>Карманов Д.Е.<br>Королев М.Г.<br>Курбатов Е.О.<br>Ленок В.В.<br>Лохтин И.П.<br>Малинина Л.В.<br>Меркин М.М.<br>Снигирев А.М.<br>Волков В.Ю.<br>Воронин А.Г.<br>Соломин А.<br>Шушкевич С.Н.<br>Эйюбова Г.  | Протокол          |
|                | НИЦ КИ        | Чувиллин Д.Ю.<br>Дорофеев Г.Л.<br>Сурич М.И.  | Совместные работы |
|                | ИТЭФ          | Шарков Г.Б.<br>Михайлов К.Р.<br>Толстоухов С.С.<br>Ставинский А.В.<br>Куликов В.В.<br>Мартемьянов М.А.<br>Кирич Д.Ю.<br>Захаров В.И.<br>Большаков А.Е.<br>Зенкевич П.Р.<br>Поликарпов М.И. + 3 чел.<br>Прокудин М.С.<br>Полозова П.А.<br>Денисовская О.А.<br>Столин В.А.<br>Чернышев О.А.<br>Кулевой Т.В. + 3 чел.<br>Голубев А.А. + 2 чел. | Протокол          |
|                | ФИАН          | Костин А.П. + 2 чел.<br>Герасимов С.Г.  | Совместные работы |
| Москва, Троицк | ИЯИ РАН       | Белов А.С. + 5 чел.<br>Курепин А.Б. + 3 чел.<br>Губер Ф.<br>Ивашкин А.<br>Тифлов В.В.<br>Усенко Е.А.  | Протокол          |
| Белгород       | БелГУ         | Внуков И.Е.<br>Сыщенко В.В.   | Протокол          |
| Гатчина        | НИЦ КИ ПИЯФ   | Кашук А.П.<br>Федин О.Л.  | Протокол          |
| Дубна          | RELСOM        | Мотузюк В.В.  | Договор           |
|                | Прогрестех    | Амелин А.В.   | Договор           |
| Казань         | Компрессормаш | Мирзаев Т.Б.  | Совместные работы |
|                | СПЕЦМАШ       | Якимов П.В.<br>Зборовский А.Ю.  | Договор           |

|              |                       |   |   |
|--------------|-----------------------|---|---|
| Новосибирск  | ИЯФ СО РАН            | Шатунов Ю.М.<br>Медведко А.С.<br>Мезенцев Н.А.<br>Пархомчук В.В.<br>Трибендис А.В. + 10 чел.<br>Куркин Г.Я. + 10 чел.<br>Кондратенко А.М.                 | Совместные работы   |
|              | НТЛ "Заряд"           | Кондратенко А.М.<br>Кондратенко М.А.  | Соглашение  |
| Протвино     | ИФВЭ                  | Зинченко С.Н. + 5 чел.<br>Иванов С.В. + 5 чел.<br>Беляев О.К. + 5 чел.<br>Воробьев А.П.<br>Головня С.Н.<br>Рядовиков В.Н.<br>Холоденко А.Г.<br>Тцюпа Ю.П. | Совместные работы   |
| С.-Петербург | Нева-Магнит           | Кошурников Е.К. + 5 чел.  | Технический<br>контракт   |
|              | РИ                    | Батенков О.И.<br>Вещиков А.С.   | Договор   |
|              | СПбГУ                 | Кондратьев В.П.<br>Прокофьев Н.А.   | Совместные работы   |
| Сыктывкар    | ОМ Коми НЦ УрО<br>РАН | Кутов А.Ю.  | Совместные работы   |
| Томск        | НИИ ЯФ ТПУ            | Пивоваров Ю.А.  | Совместные работы   |
|              | ТПУ                   | Любовицкий В.Е.   | Совместные работы   |
|              | ТГУ                   | Ляхович С.Л.  | Протокол  |
| Румыния      | Фрязино               | Култашев О.К. + 3 чел.  | Совместные работы   |
|              | Бухарест              | INOE2000  | Савастру Д.   |
|              | INCDIE ICPE-CA        | Карачук Ю.-Т.<br>Попович Ю. + 2 чел.<br>Липчински Д.  | Совместные работы<br>Протокол   |
| Словакия     | IFIN-НН               | Матэеску Г. + 3 чел.  | Протокол  |
|              | Братислава            | IMS SAS   | Ондриш Л. + 6 чел.<br>Зрубец В. + 5 чел.                              |
|              | Кошице                | PJSU  | Мартинска М.<br>Урбан Й.<br>Вокал С.                                  |
| Жилина       | UŽ                    | Янек М.   | Совместные работы   |
| Украина      | Киев                  | ИТФ НАНУ  | Трипсова Б.<br>Зиновьев Г.М. + 5 чел.<br>Бугаев К.<br>Горенштейн М.И. |
|              | Харьков               | ННЦ ХФТИ  | Синюков Ю.М.<br>Турчин А.А.<br>Рева С.Н.<br>Лященко В.Н.              |
|              | СТУ                   | Борщев В.Н.<br>Провенко М.А.<br>Тымчук И.Т.<br>Климова Л.В.<br>Фомин А.А.   | Совместные работы   |

|          |               |                   |   |   |                   |
|----------|---------------|-------------------|---|---|-------------------|
|          |               | XNU               | Залюбовский И.И.<br>Шкилев А.Л.<br>Ковтун В.Е.<br>Хедбавны П.   | Протокол  |                   |
| Чехия    | Прага         | VP                | Хедбавны П.   | Протокол  |                   |
|          | Либерец       | TUL               | Шульц М.  | Совместные работы   |                   |
|          | Витковице     | VHM               | Гайда Я.<br>Брож И.<br>Хавранек Я.<br>Бурда П.<br>Цибулкова Е.  | Договор   |                   |
| Германия | Дармштадт     | GSI               | Штокер Х. + 2 чел.<br>Блаурок Й. + 5 чел.<br>Шпиллер П.<br>Фишер Э.<br>Хойзер Й.<br>Зенгер П.<br>Строт И.<br>Мюнц К.<br>Гаспарик И.<br>Тарнявист Х. | Протокол  |                   |
|          | Дрезден       | TU Darmstadt      | Братковская Е.Л.  | Совместные работы   |                   |
|          |               | ILK               | Херцог Р.<br>Клиер Ж.<br>Кад А.   | Протокол<br>Договор   |                   |
|          | Гиссен        | JLU               | Кассинг В.<br>Кончаковски В.<br>Линник О.   | Совместные работы   |                   |
|          | Регенсбург    | UR                | Шефер А. + 2 чел.   | Совместные работы   |                   |
|          | Франкфурт/М   | Ун-т              | FIAS  | Беккер Р. + 3 чел.  | Совместные работы |
|          |               |                   |   | Кисел И.<br>Васильев Ю.<br>Братковская Е.Л.                         | Совместные работы |
|          |               | Юлих              | FZJ   | Прасун Д. + 2 чел.<br>Штассен + 2 чел.<br>Сеничев Ю.<br>Заплатин Е. | Соглашение        |
|          | Египет<br>ЮАР | Майнц             | JGU   | Дитрих Ю. + 3 чел.  | Совместные работы |
|          |               | Эрланген          | FAU   | Стеффенс Э. + 2 чел.  | Совместные работы |
| Каир     |               | ECTP              | Тавфик А.Н. + 5 чел.  | Совместные работы   |                   |
| Израиль  | Кейптаун      | UCT               | Клейманс Ж. + 5 чел.  | Протокол  |                   |
|          | Йоханнесбург  | UJ                | Муронга А. + 1 чел.   | Совместные работы   |                   |
|          |               | WITS              | Мелладо Б. + 5 чел.   | Совместные работы   |                   |
| Италия   | Тель-Авив     | TAU               | Пясецки Е.<br>Кохен Е.  | Совместные работы   |                   |
|          | Иерусалим     | HUJI              | Рон Г.  | Совместные работы   |                   |
|          | Генуя         | ASG               | Гиори В.<br>Пелечиа А.<br>Маффини А.<br>Морандини А.  | Договор   |                   |
|          | Брешия        | Forgiatura        | Морандини А.  | Совместные работы   |                   |
|          | Турин         | Morandini<br>INFN | Маджоре А. + 5 чел.<br>Денисов О.Ю.<br>Панциери Д.  | Совместные работы   |                   |

|         |             |              |   |                          |
|---------|-------------|--------------|---|--------------------------|
| Китай   | Пекин       | “Tsinghua”   | Ий Вонг + 6 чел.  | Протокол                 |
|         | Хэфэй       | USTC         | Дзебо Тан   | Совместные работы        |
|         |             | IPP CAS      | Янтао Сонг  | Совместные работы        |
|         | Хучжоу      | HU           | Фуцан Ван   | Совместные работы        |
|         | Ланьчжоу    | IMP CAS      | Ну Шу   | Совместные работы        |
|         | Ухань       | CCNU         | Фанг Лью  | Совместные работы        |
|         | Ичан        | CTGU         | Шенин Фанг  | Совместные работы        |
| Мексика | Мехико      | UNAM         | Аяла А.   | Протокол                 |
|         | Пуэбла      | BUAP         | Родригес М.   | Протокол                 |
| США     | Аптон       | BNL          | Алесси Дж. + 3 чел.   | Меморандум<br>соглашения |
|         | Бостон      | MIT          | Хен О.<br>Ласкарис Г.<br>Пасюк М.<br>Сеггара Е.                                       | Совместные работы        |
|         | Батавия     | Fermilab     | Нагайцев С.<br>Лебедев В.<br>Шемякин А.<br>Харзеев Д.Э. + 3 чел.                      | Совместные работы        |
| Франция | Стони-Брук  | SUNY         | Айхелин Й.<br>Хартнак К.  | Совместные работы        |
|         | Нант        | SUBATECH     | Майерс С. + 2 чел.<br>Касперс Ф.<br>Торндалл Л.<br>Кирби Г.<br>Липпман К.<br>Клюге А. | Совместные работы        |
| ЦЕРН    | Женева      | ЦЕРН         | Кулешов С.<br>Ренсфельт К.Г. + 4 чел.<br>Хорикава Н.<br>Ивата Т.                      | Протокол                 |
| Чили    | Вальпараисо | UTFSM        |   | Совместные работы        |
| Швеция  | Стокгольм   | SU           |   | Протокол                 |
| Япония  | Нагоя       | Nagoya Univ. |   | Протокол                 |

## Перспективные разработки систем ускорителей и коллайдеров нового поколения для фундаментальных и прикладных целей

**Руководитель темы:**  
**Заместитель:**

Ширков Г.Д.  
Будагов Ю.А.

### Участвующие страны и международные организации:

Армения, Беларусь, Германия, Грузия, Италия, Россия, Словакия, ЦЕРН.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Разработка систем и элементов ускорителей нового поколения в ОИЯИ, прикладные исследования на электронных ускорителях, участие ОИЯИ в создании проектов международных ускорительных комплексов и коллайдеров.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Создание сети из шести Прецизионных Лазерных Инклинометров (ПЛИ), создание прототипа амплитудного интерферометрического измерителя длины на длину 16 м, создание прототипа лазерной реперной линии на длину 150 м, создание прототипа сеймостабилизированной исследовательской платформы на основе ПЛИ.
2. Исследование различных “прозрачных” фотокатодов (в первую очередь на базе углерода), создание второго пучка на стенде фотопушки с 213-нм лазером, развитие стенда фотоинжектора: увеличение энергии электронов до 150 кэВ, разработка систем радиационной безопасности, блокировок и управления.
3. Развитие, выведение на проектные параметры и ввод в эксплуатацию линейного ускорителя электронов ЛИНАК-200 с целью применения его в экспериментальных и в образовательных целях.
4. Оптимизация параметров ускорителя для пользователей. Поддержание работоспособности инфракрасного ондулятора на FLASH (DESY) и участие в экспериментальной программе с ним, а также в разработке нового ондулятора; разработка фотонной диагностики для FLASH, FLASH2 и XFEL и участие в измерениях. Экспериментальные исследования по формированию эллипсоидальных электронных банчей на PITZ с новой лазерной системой.
5. Подготовка предложений и начало работ по участию ОИЯИ в международных проектах будущих коллайдеров высокой энергии.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Исследование фотокатодов на основе ультратонких гибридных углеродных плёнок, влияния состава плёнок и соотношения фаз алмаза/графита на квантовый выход ( $\lambda = 266$  нм). Исследование возможности повышения квантового выхода за счёт отраженного от фотокатода лазерного луча. Установка второго ускорительного тракта с 213-нм лазером на стенде фотопушки. Запуск стенда фотоинжектора с энергией 150 кэВ.
2. Оптимизация параметров электронного пучка Линак-200 с энергией 200 МэВ. Модернизация системы термостабилизации 3-й ускорительной станции. Вывод пучка в широком диапазоне интенсивностей от единичных электронов до 30 мА с частотой посылок до 25 Нз в атмосферу и оптимизация его параметров для пользователей. Изготовление системы параллельного переноса пучка (работы по программе ЛЯП) после 2-й и 3-й ускорительных станций. Работы по восстановлению и модернизации систем контроля и блокировок..
3. Разработка и создание абсолютного измерителя длины с микронным разрешением для длин 1-10 м. НИОКР по созданию 150-метровой лазерной реперной линии с возможностью одновременного

измерения пространственного положения 6 точек на контролируемом объекте с точностью 10 микрон (неразрушающий контроль).

4. Исследования интенсивных электронных пучков и лазеров на свободных электронах: генерация инфракрасного излучения из ондулятора ОИЯИ на FLASH, измерения продольного профиля электронного банча на основе этого излучения; диагностика электронных банчей на FLASH2 с использованием детектора на основе микроканальных пластин; тестовые эксперименты с детекторами микроканальных пластин XFEL на синхротронном источнике PETRA III, установка детекторов в туннеле XFEL; экспериментальные исследования 3-х мерных эллипсоидальных электронных банчей на PITZ с новой лазерной системой.
5. Измерение микросейсмической активности в ЦЕРН и ГГО и оценка влияния микросейма на светимость коллайдера LHC, разработка ТЗ на модернизацию программно-аналитической базы профессионального ПЛИ. Ввод в эксплуатацию профессиональных прецизионных лазерных инклинометров и их испытание в ЦЕРН и ГГО. Разработка и создание абсолютного измерителя длины с микронным разрешением для длин 1-10 м. НИОКР по созданию 150-метровой лазерной реперной линии с возможностью одновременного измерения пространственного положения 6 точек на контролируемом объекте с точностью 10 микрон (неразрушающий контроль).
6. Подготовка предложений по участию ОИЯИ в международных проектах будущих коллайдеров высокой энергии.

#### Проекты по теме:

| Название проекта   | Руководитель проекта | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|--|----------------------|--------------------------------------|
| 1. Прецизионная лазерная метрология для ускорителей и детекторных комплексов | Будагов Ю.А.         | 2 (2016 – 2021)                      |

#### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|--|--|---------------------------------|
| 1. Исследования в области фотоинжекционных систем<br><br>ЛФВЭ  | Балалыкин Н.И.<br>Ноздрин М.А.<br><br>Минашкин В.Ф., Шабратов В.Г., Шевелкин А.В.  | Техпроект<br>Реализация         |
| 2. Линейный ускоритель электронов ЛИНАК-200<br><br>ЛФВЭ<br>ЛЯП<br>УНЦ                                  | Ширков Г.Д.<br>Кобец В.В.<br><br>Минашкин В.Ф., Ноздрин М.А. Слепнев А.С.<br>Акоста Э.М., Бруква А.Е., Гаранжа Н.И., Дятлов А.С., Коровяков В.Д., Скрыпник А.В., Сорокин А.Г., Шабратов В.Г., Шокин Д.С.<br>Пакуляк С.З., Жемчугов А.С., Белозеров Д.С., Верламов К.А., Гикал К.Б., Злыденный Д.А. | Техпроект<br>Реализация         |
| 3. Прецизионная лазерная метрология для ускорителей и детекторных комплексов                           | Будагов Ю.А.<br>Ляблин М.В.  | Техпроект<br>Реализация         |

ЛЯП

Азарян Н.С., Азарян Т.И., Глаголев В.В., Бедняков И.В.,  
Давыдов Ю.И., Коломоец С.М., Кузькин А.М., Плужников  
А.А., Сазонова А.В., Студенов С.Н., Торосян Г.Т.,  
Ширков Г.Д.

ГСМК

Трубников Г.В.

**4. Исследования в области лазеров  
на свободных электронах**

**Сыресин Е.М.  
Бровко О.И.  
Юрков М.В.**

Техпроект  
Реализация

ЛЯП

Морозов Н.А., Чеснов А.Ф., Петров Д.С.

ЛФВЭ

Гребенцов А.Ю., Мыслинская О.А.

**5. Подготовка предложений и  
начало работ по участию  
ОИЯИ в международных  
проектах будущих коллайдеров  
высокой энергии**

**Ширков Г.Д.  
Коваленко А.Д.**

Подготовка программы

**Сотрудничество по теме:**

| <b>Страна или<br/>международная<br/>организация</b> | <b>Город</b>    | <b>Институт или<br/>лаборатория</b> | <b>Участники</b>   | <b>Статус</b>                          |
|---|-----------------|-------------------------------------|--|--|
| Армения   | Ереван<br>Гарни | Ширак технологии<br>ГГО             | Есаян А. + 5 чел.<br>Ахвердян Л.А. + 2 чел.<br>Петросян Г.<br>Товмсян А.К.<br>Арзуманян В.Г.<br>Байрамян А. + 2 чел. | Совместные работы<br>Совместные работы |
| Грузия  | Тбилиси         | HEPI-TSU                            | Хубуа Д.И. + 1 чел.  | Совместные работы                      |
| Россия  | Нижн. Новгород  | ИПФ РАН                             | Хазанов Е.А.<br>Потемкин А.К.<br>Гачева Е.И.<br>Зеленогорский В.В.   | Совместные работы                      |
| Словакия  | Братислава      | IEE SAS                             | Гуран Й.   | Протокол                               |
| Германия  | Гамбург         | DESY                                | Мних И.<br>Валкер Н.<br>Могано Ф.  | Совместные работы                      |
| Италия  | Пиза            | INFN                                | Бедески Ф.   | Совместные работы                      |
| ЦЕРН  | Женева          | ЦЕРН                                | Брюннинг О.<br>Ди Джироламо Б.<br>Гейд Ж.К.<br>Мэно-Дюран Э.<br>Мергелькуль Д.<br>Росси Л.                           | Совместные работы                      |

## Изучение поляризационных явлений и спиновых эффектов на ускорительном комплексе Нуклотрон–М ОИЯИ

**Руководитель темы:** Коваленко А.Д.

**Заместители:** Пискунов Н.М.  
Ладыгин В.П.  
Фингер М.(мл.)  
Шиндин Р.А.

### Участвующие страны и международные организации:

Болгария, Великобритания, Германия, Польша, Россия, Румыния, Словакия, США, Узбекистан, Украина, Франция, Чехия, ЦЕРН, Швейцария, Швеция, Япония.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Развитие инфраструктуры спиновых исследований на комплексе Нуклотрон–М/NICA и других установках. Подготовка проектов систем управления спином и поляриметрии.
2. Исследование анализирующей способности в рассеянии поляризованных протонов на полиэтилене при импульсах до 7,5 ГэВ и нейтронов при импульсах до 6,0 ГэВ на установке АЛПОМ–2.
3. Изучение структуры 2-х и 3-х нуклонных корреляций в реакциях дейтрон–протонного упругого рассеяния и безмезонного развала дейтрона на внутренней мишени Нуклотрона. Измерение сечений и дейтронных анализирующих способностей данных реакций.
4. Завершение анализа данных, полученных на установке Дельта–Сигма. Сравнение с расчетами КХД мотивированных моделей NN взаимодействий. Подготовка предложений по модернизации спектрометра и Saclay–ANL–JINR протонной поляризованной мишени (установка ППМ) на канале поляризованных нейтронов.
5. Получение данных по исследованию зарядово–обменных процессов при взаимодействии поляризованных дейтронов с протонами на установке СТРЕЛА.
6. Развитие теоретических моделей для описания взаимодействия простейших ядерных систем с учетом релятивизации и вклада мезонных и кварк–глюонных компонент внутреннего движения. Теоретический анализ экспериментальных данных, полученных на Нуклотроне–М.
7. Изучение спиновых корреляций и свойств адронной материи в рождении легких нейтральных мезонов и фотонов во взаимодействиях поляризованных нуклонов и ядер. Изучение аномального выхода заряженных пионов во взаимодействии поляризованных и неполяризованных дейтронов с ядрами. Изучение свойств сильно взаимодействующей материи в адрон–нуклонных лептон–нуклонных взаимодействиях и при распаде поляризованных радиоактивных ядер.
8. Работы по программе создания установки ДЕЛЬТА–2 ИЯИ РАН–ОИЯИ.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Работы:
  - а) проектирование низкоэнергетического поляриметра протонов и дейтронов на канале инжекции в Нуклотрон;
  - б) проектирование высокоэнергетического поляриметра протонов и дейтронов для комплекса NICA.
2. Проведение работ в соответствии с действующими утвержденными проектами и протоколами с учетом обеспеченности их ресурсами, включая проекты АЛПОМ–2 и DSS.
3. Участие в создании инфраструктуры и элементов установки BM@N в соответствии с общим планом.

4. Участие в совместных программах, экспериментах, разработка и испытания детекторов и аппаратуры для использования на ускорительных комплексах SPS LHC, FCC (ЦЕРН), RHIC (BNL), MEIC (TJNAF), FAIR (GSI) в соответствии с действующими соглашениями.
5. Продолжение разработки новых методов расчета амплитуд и поляризационных характеристик процессов фрагментации дейтрона и упругого рассеяния дейтронов на протонах и ядрах с учетом взаимодействия в конечном состоянии и релятивистских эффектов.

### Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта                   | Приоритет проекта<br>(сроки реализации) |
|------------------|--|---|
| 1. АЛПОМ-2       | Пискунов Н.М.                          | 1 (2010 – 2021)                         |
| 2. DSS           | Ладыгин В.П.<br>Янек М.<br>Секигучи К. | 1 (2010 – 2021)                         |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории   | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|---|--|---------------------------------|
| 1. Работы по развитию<br>инфраструктуры спиновых<br>исследований на Нуклотроне<br>и других комплексах.<br>Разработка, создание и разви-<br>тие систем управления поля-<br>ризацией и поляриметрии<br><br>ЛФВЭ | Коваленко А.Д.   | Реализация                      |
| ЛЯП   | Аверьянов А.В., Глаголев В.В., Кривенков Д.О., Кузя-<br>кин Р.А., Куликов М.В., Ладыгин В.П., Легостаева К.С.,<br>Ливанов А.Н., Новожилов С.В., Пискунов Н.М., Рез-<br>ников С.Г., Строковский Е.А., Таратин А.М., Шиндин<br>Р.А., Филатов Ю.Н., Фимушкин В.В. |                                 |
| ЛИТ   | Фингер М., Фингер М.(мл.), Узиков Ю.Н.   |                                 |
| 2. Проект АЛПОМ–2<br><br>ЛФВЭ   | Полякова Р.В.<br>Пискунов Н.М.   | Набор данных                    |
|   | Глаголев В.В., Ситник И.М., Повторейко А.А., Ки-<br>риллов Д.А., Бушуев Ю.П., Рукояткин П.А., Гаври-<br>щук О.П., Базылев С.Н., Коваленко А.Д., Шиндин Р.А.,<br>Ливанов А.Н.   |                                 |
| 3. Проект DSS<br><br>ЛФВЭ   | Ладыгин В.П.<br>Янек М.<br>Секигучи К.   | Изготовление<br>Набор данных    |
| ЛЯП   | Волков И.С., Гурчин Ю.В., Исупов А.Ю., Ливанов А.Н.,<br>Ладыгина Н.Б., Резников С.Г., Схоменко Я.Т., Терехин<br>А.А., Тишевский А.В., Хренов А.Н., Черных Е.В.   |                                 |
|   | Лыкасов Г.И.   |                                 |

|   |  |   |
|---|--|---|
| 4. Установка Дельта–Сигма   | Шиндин Р.А.  | Анализ статистики<br>Подготовка проекта |
| ЛФВЭ  | Черных Е.В., Борзунов Ю.Т., Юдин И.П.  |   |
| ЛЯП   | Борисов Н.С., Усов Ю.А., Фингер М., Фингер М.(мл.),<br>Слунечка М., Слунечкова В., Бунятова Э.И. |   |
| ЛНФ   | Борзаков С.Б.  |   |
| ЛТФ   | Кочелев Н.В.   |   |
| 5. Эксперименты по программе<br>СТРЕЛА на поляризованном<br>пучке                 | Пискунов Н.М.  | Набор данных                            |
| ЛФВЭ  | Глаголев В.В., Ситник И.М., Повторейко А.А., Бушуев<br>Ю.П., Кириллов Д.А., Базылев С.Н.         |   |
| 6. Расчеты поляризационных<br>характеристик процессов                             | Буров В.В.<br>Лукьянов В.К.  | Анализ статистики                       |
| ЛФВЭ  | Ладыгина Н.Б., Иерусалимов А.П.  |   |
| 7. Спиновые эффекты<br>в адрон–нуклонных<br>и лептон–нуклонных<br>взаимодействиях | Фингер М.  | Анализ статистики                       |
| ЛЯП   | Бунятова Э.И., Слунечка М., Слунечкова В., Фин-<br>гер М.(мл.)                                   |   |
| 8. Работы по программе<br>ДЕЛЬТА–2 (ИЯИ РАН–ОИЯИ)                                 | Курепин А.Б.<br>Ливанов А.Н.   | Анализ статистики<br>Подготовка проекта |
| ЛФВЭ  | Базылев С.Н., Анисимов Ю.С., Иерусалимов А.П.,<br>Ладыгин В.П., Пиядин С.М.                      |   |

#### Сотрудничество по теме:

| Страна или<br>международная<br>организация | Город          | Институт или<br>лаборатория | Участники                               | Статус            |
|--|----------------|-----------------------------|---|-------------------|
| Болгария                                   | София          | UCTM                        | Недев С.                                | Совместные работы |
| Польша                                     | Отвоцк-Сверк   | NCBJ                        | Семярчук Т. + 2 чел.                    | Совместные работы |
| Россия                                     | Москва         | НИЦ КИ                      | Антоненко В.Г.                          | Совместные работы |
|  |                | ФИАН                        | Таран Г.Г.                              | Совместные работы |
|  | Москва, Троицк | ЛФМП ФИАН                   | Хайретдинов К.У. + 2 чел.               | Совместные работы |
|  |                | ИЯИ РАН                     | Гуревич Г.М.                            | Протокол          |
|  | Гатчина        | НИЦ КИ ПИЯФ                 | Прокофьев А.Н.<br>Ковалев А.И.          | Совместные работы |
| Румыния                                    | Бухарест       | INCDIE ICPE-CA              | Попович Ю. + 2 чел.                     | Протокол          |
| Словакия                                   | Братислава     | IP SAS                      | Климан Я. + 3 чел.                      | Совместные работы |
|  |                | UŽ                          | Янек М. + 1 чел.                        | Совместные работы |
|  | Кошице         | IEP SAS                     | Пастирчак Б.                            | Протокол          |
|  |                | PJSU                        | Мушински Я.<br>Мартинска Г.<br>Урбан Й. | Протокол          |

|                |              |   |   |   |
|----------------|--------------|---|---|---|
| Узбекистан     | Ташкент      | ИЯФ АН РУз<br>ФТИ НПО<br>“Ф.-С.” АН РУз | Олимов К. + 3 чел.<br>Гулямов К.Г.  | Совместные работы<br>Совместные работы        |
| Украина        | Харьков      | ННЦ ХФТИ                                | Шебеко А.В. + 1 чел.<br>Луханин А.А.  | Совместные работы                             |
| Чехия          | Прага        | SU<br>STU                               | Фингер М. + 3 чел.<br>Прохазка И.<br>Йон Я., Дркал Ф. + 4 чел.<br>Ота Й., Зиха Й. + 2 чел.<br>Новак Р. + 2 чел.<br>Вириус М. + 1 чел. | Совместные работы<br>Совместные работы        |
|                | Брно         | ISI CAS                                 | Дупак Я.<br>Срнка А.  | Совместные работы                             |
|                | Либерец      | TUL                                     | Шульц М.  | Совместные работы                             |
|                | Ржеж         | UJV                                     | Шимечкова Е.  | Совместные работы                             |
| Германия       | Бохум        | RUB                                     | Яната А.<br>Мейер В.  | Совместные работы<br>Совместные работы        |
|                | Дрезден      | TU Dresden                              | Салинг С.   | Совместные работы                             |
|                | Тюбинген     | Ун-т                                    | Клемент Х. + 2 чел.   | Совместные работы                             |
|                | Фрайбург     | Ун-т                                    | Шмитт Г.  | Договор                                       |
|                | Юлих         | FZJ                                     | Гольденбаум Ф.<br>Ритман Дж. + 3 чел.<br>Штроер Г. + 4 чел.<br>Качарава А.  | Соглашение                                    |
| Великобритания | Глазго       | U of G                                  | Маршан Д.   | Совместные работы                             |
| США            | Аптон        | BNL                                     | О’Бриен Э.  | Совместные работы                             |
|                | Вильямсбург  | W&M                                     | Пердрисат Ч.Ф.  | Соглашение                                    |
|                | Ньюпорт-Ньюс | JLab                                    | Джонс М.  | Совместные работы                             |
|                | Норфолк      | NSU                                     | Пунджаби В.   | Совместные работы                             |
| Франция        | Сакле        | IRFU                                    | Дюран Ж.<br>Томази-Густафссон Е.  | Соглашение                                    |
|                | Орсе         | IPN Orsay                               | Маршан Д.   | Совместные работы                             |
| ЦЕРН           | Женева       | ЦЕРН                                    | Маллот Г.<br>Бенедикт М.<br>Скандале В.   | Совместные работы<br>Меморандум<br>соглашения |
| Швеция         | Уппсала      | TSL                                     | Хойстад Б.<br>Экстрем Ю. + 3 чел.   | Совместные работы                             |
| Швейцария      | Виллиген     | PSI                                     | Даум М.<br>Ван Ден Брандт Б.  | Договор                                       |
| Япония         | Токио        | UT                                      | Уесака Т. + 7 чел.  | Соглашение                                    |
|                | Осака        | RCNP                                    | Токи Х. + 1 чел<br>Хатанака К. + 2 чел.   | Совместные работы                             |
|                | Хиросима     | Hiroshima Univ.                         | Мацуда М.<br>Нагата Ю.  | Совместные работы                             |

## Исследования по физике релятивистских тяжелых и легких ионов на ускорительных комплексах Нуклотрон/NICA ОИЯИ и SPS ЦЕРН

**Руководитель темы:**  
**Заместитель:**

Малахов А.И.  
Афанасьев С.В.

### Участвующие страны и международные организации:

Армения, Болгария, Германия, Индия, Казахстан, Китай, Монголия, Польша, Россия, Румыния, Словакия, США, Узбекистан, ЦЕРН, Чехия, Швейцария, Япония.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Исследование новых явлений во множественном рождении частиц, связанных с проявлением кварковых и глюонных степеней свободы, при взаимодействии релятивистских ядер. Изучение нуклонных и ядерных взаимодействий на ускорительном комплексе ЛФВЭ, SPS ЦЕРН. Энергетическое сканирование взаимодействий ядер при энергиях 20-158 ГэВ на нуклон и изучение их зависимости от атомного номера ядер и энергии с целью поиска критической точки на фазовой диаграмме ядерной материи на установке NA61(SPS, ЦЕРН). Исследования рождения адронов в адрон-ядерных взаимодействиях. Использование полученных данных для прецизионного вычисления спектров и потоков нейтрино в ускорительных экспериментах по изучению нейтринных осцилляций. Исследование кластерной структуры легких стабильных и радиоактивных ядер в релятивистской диссоциации. Исследование множественной фрагментации тяжелых ядер. Экспериментальное и теоретическое исследование глубокоподпороговых, кумулятивных процессов, образования адронов и антиматерии в переходной области энергий. Исследования поведения элементарных частиц, нуклонных резонансов и нуклонных флуктуации в ядерном веществе на установке "СКАН" на пучках Нуклотрона. Проработка предложений экспериментов на ускорительном комплексе ЛФВЭ на выведенных пучках Нуклотрона и коллайдере NICA. Изучение структуры короткодействующих нуклон-нуклонных корреляций и кластерной структуры ядер на пучках ионов, поляризованных протонов и дейтронов на внутренней мишени Нуклотрона в рамках проектов SCAN-3.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Исследование новых явлений во множественном рождении частиц, связанных с проявлением кварковых и глюонных степеней свободы.
2. Подготовка и проведение экспериментов на внутренних и выведенных пучках Нуклотрона.
3. Анализ данных о взаимодействиях ядер при энергиях 20–158 ГэВ на нуклон на установке NA61/-SHINE (SPS, ЦЕРН). Исследования рождения адронов в адрон-ядерных взаимодействиях. Использование полученных данных для прецизионного вычисления спектров и потоков нейтрино в ускорительных экспериментах по изучению нейтринных осцилляций.
4. Анализ экспериментальных данных о процессе множественной эмиссии фрагментов промежуточной массы на пучках релятивистских легких ионов с помощью 4 $\pi$ -установки ФАЗА-3. Проведение анализа данных для установления механизма мультифрагментации и получения новой информации об ядерных фазовых переходах "жидкость-туман" и "жидкость-газ". Исследование свойств горячих ядер, образующихся в соударениях легких релятивистских ионов с тяжелыми мишенями. Создание детекторной системы для регистрации делящихся гиперядер.
5. Проверка следствий принципов автомодельности и ослабления корреляций в процессах множественного образования частиц.
6. Модернизация установки "СКАН". Анализ экспериментальных данных по исследованию поведения нуклонных резонансов и нуклонных флуктуаций в ядрах, поиску и изучению свойств связанного

состояния  $\eta$ -мезона в ядерной материи, исследование парных  $np$  и  $pp$  корреляций. Модернизация установки “Внутренняя мишень Нуклотрона”.

7. Изучение фрагментации ядер. Облучение эмульсий в пучках ИФВЭ для детального исследования процессов фрагментации легких радиоактивных ядер. Исследование кластерной структуры легких стабильных и радиоактивных ядер. Исследование коллективных эффектов в плотной среде сталкивающихся ядер. Создание баз данных при облучении эмульсий пучками легких радиоактивных и тяжелых ядер.
8. Модернизация установки Маруся для проведения экспериментальных исследований с выведенными пучками Нуклотрона. Исследование  $A$ -зависимостей редких подпороговых и кумулятивных процессов образования пионов, каонов и антипротонов в зависимости от типа и энергии налетающих ядер, импульса и угла регистрируемых частиц. Проведение корреляционных экспериментов с регистрацией групп частиц в конечном состоянии, одна из которых кумулятивная.
9. Сбор, обработка и оцифровка फिल्मовой информации, полученной при помощи пузырьковых камер и в электронных экспериментах с фиксированными мишенями в условиях регистрации множественного рождения частиц в диапазоне энергий 1–300 ГэВ.
10. Использование тяжелых и легких ионов для прикладных исследований.
11. Анализ экспериментальных данных, полученных в эксперименте PHENIX.
12. Подготовка проекта по изучению односпиновых асимметрий на ускорительном комплексе ЛФВЭ.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Подготовка экспериментов на внутренней мишени и на выведенном пучке Нуклотрона. Развитие программ моделирования и обработки экспериментальных данных.
2. Обработка и анализ экспериментальных данных, полученных на установке NA61/SHINE(SPS,ЦЕРН) по  $p+p$ ,  $Be+Be$ ,  $Ar+Sc$ ,  $Pb+Pb$  столкновениям. Подготовка и проведение экспериментальных исследований на пучке релятивистских ядер свинца. Исследование образования антиядер в  $Ar+Ca$  и  $Xe+La$  столкновениях.
3. Настройка и испытание трехплечевого магнитного спектрометра СКАН. Модернизация электроники сбора данных. Анализ экспериментальных данных.
4. Модернизация триггерной системы на установке ФАЗА. Анализ экспериментальных данных в рамках статистических и динамических моделей. Подготовка нового проекта.
5. Анализ облученных эмульсий пучками релятивистских ядер  $^{10}C$ ,  $^{10}B$ ,  $^{12}C$ . Облучения эмульсий ионами и мюонами в ИФВЭ и ЦЕРН.
6. Анализ данных пузырьковых камер, поиск и исследование новых явлений на базе суперкомпьютера ЛИТ ОИЯИ. Пополнение базы экспериментальных данных в области релятивистской ядерной физики.
7. Полная реконструкция экспериментальной зоны канала-спектрометра 7В установки МАРУСЯ. Создание новой системы сбора данных установки. Создание и ввод в эксплуатацию трековых и черенковских детекторов. Реконструкция мишенной станции с размещением мишени в вакууме. Разработка и создание нейтронного детектора. Проработка физической программы и подготовка нового проекта МАРУСЯ-ФЛИНТ в рамках развития экспериментальной установки МАРУСЯ.
8. Адаптация установки МАРУСЯ для тестовых испытаний детекторов для экспериментов на коллайдере NICA.
9. Подготовка технического проекта для измерения светимости на коллайдере NICA.
10. Подготовка предложения по исследованию структуры короткодействующих нуклон-нуклонных корреляций на внутренней мишени и выведенном пучке Нуклотрона.

### Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 1. NA61          | Малахов А.И.         | 2 (2012 – 2021)                      |

**Основные этапы темы:**

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории   | Руководители<br>Основные исполнители  | Статус проекта или эксперимента                   |
|---|---|---|
| 1. Эксперимент NA61/SHINE   | Малахов А.И.<br>Мелкумов Г.Л.   | Модернизация<br>Изготовление<br>Анализ статистики |
| ЛФВЭ  | Бабкин В.А., Буряков М.Г., Зайцев А.А., Колесников В.И., Киреев В.А., Ленивенко В.В., Матвеев В.А., Румянцев М.М.   |   |
| ЛЯП   | Любушкин В.В., Лыкасов Г.И., Попов Б.А., Терещенко В.В.   |   |
| 2. Эксперимент БЕККЕРЕЛЬ  | Зарубин П.И.  | Набор данных<br>Анализ статистики                 |
| ЛФВЭ  | Русакова В.В., Браднова В., Артеменков Д.А., Зайцев А.А., Корнегруца Н.К., Рукояткин П.А.   |   |
| 3. Эксперимент ФАЗА-3   | Авдеев С.П.   | Модернизация<br>Изготовление<br>Анализ статистики |
| ЛЯП   | Стегайлов В.И.  |   |
| ЛЯР   | Кирокасян В.В., Мышинский Г.В., Стрекаловский О.В., Козулин Э.М.  |   |
| ЛФВЭ  | Рукояткин П.А.  |   |
| 4. Проект СКАН–3. Создание<br>прецизионного магнитного<br>спектрометра СКАН–3 и<br>проведение исследований<br>ненуклонных степеней<br>свободы в ядрах, нуклон-<br>ных корреляций и ядерной<br>фрагментации на внутрен-<br>ней мишени Нуклотрона | Афанасьев С.В.<br>Львов А.И.  | Модернизация<br>Изготовление<br>Анализ статистики |
| ЛФВЭ  | Анисимов Ю.С., Балдин А.А., Дубинчик Б.В., Бекиров В.И., Елишев А.Ф., Игамкулов З.А., Дряблов Д.К., Корнюшина Л.В., Кречетов Ю.Ф., Кузнецов А.С., Парайпан М., Сакулин Д.Г., Смирнов В.А. Сухов Е.В., Устинов В.В., Харьюзов П.Р. |   |

- |   |  |  |
|---|--|--|
| <p>5. Поиск и исследование новых явлений на материалах, полученных при помощи пузырьковых камер и их теоретическая интерпретация. Создание базы экспериментальных данных и образовательных программ в области релятивистской ядерной физики</p> <p>ЛФВЭ</p> | <p>Балдин А.А.<br/>Глаголев В.В.</p>   | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Анализ статистики</div>                            |
| <p>6. Изучение глубокоподпороговых процессов, прикладные и образовательные программы на установке Маруся</p> <p>ЛФВЭ</p> <p>ЛТФ</p> <p>ЛЯП</p>  | <p>Балдин А.А.</p>   | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Изготовление<br/>Набор данных</div>                |
| <p>7. Использование тяжелых и легких ионов для прикладных исследований</p> <p>ЛФВЭ</p>  | <p>Малахов А.И.</p>  | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Реализация<br/>Изготовление<br/>Набор данных</div> |
| <p>8. Модернизация оборудования установки “Станция внутренних мишеней Нуклотрона”</p> <p>ЛФВЭ</p>   | <p>Афанасьев С.В.</p>  | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Модернизация<br/>Набор данных</div>                |
| <p>9. Испытания детекторов для измерения и контроля светимости на коллайдере NICA, и детекторов для изучения структуры ядер на малых межнуклонных расстояниях</p> <p>ЛФВЭ</p> <p>ЛНФ</p>  | <p>Литвиненко А.Г.</p>   | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Разработка и испытания<br/>прототипов</div>        |
|   | <p>Балдина Э.Г., Беляев А.В., Илющенко В.В., Троян А.Ю., Иерусалимов А.П., Аракелян С.Г., Рогачевский О.В., Стеценко С.Г., Парайпан М.</p> <p>Арефьев В.А., Афанасьев С.В., Беляев А.В., Базылев С.Н., Берлев А.И., Дряблов Д.К., Ефимова Е.А., Кудашкин И.В., Салмин Р.А., Старикова С.Ю., Слепнев И.В., Стеценко С.Г., Троян А.Ю., Феценко А.В., Шиманский С.С., Юдин И.П.</p> <p>Буров В.В., Бондаренко С.Г.</p> <p>Федоров А.Н.</p> <p>Агапов Н.Н., Анисимов Ю.С., Балдин А.А., Балдина Э.Г., Дряблов Д.К., Коваленко А.Д., Парайпан М.</p> <p>Анисимов Ю.С., Дубинчик Б.В., Бекиров В., Игамкулов З.А., Дряблов Д.К., Кузнецов А.С., Кузнецов С.Н., Сакулин Д.Г., Трофимов Т.В.</p> <p>Мигулина И.И., Переседов В.Ф., Шокин В.И., Гавришук О.П., Кузьмин Н.А., Ладыгин Е.А., Петухов Ю.П., Усенко Е.А., Нагорный С.Н., Баландин В.П.</p> <p>Литвиненко Е.И.</p> |  |

10. Изучение короткодействующих нуклон–нуклонных корреляций на модернизированной станции внутренних мишеней Нклотрона.

Ладыгин В.П.

|                              |
|------------------------------|
| Изготовление<br>Набор данных |
|------------------------------|

ЛФВЭ

Малахов А.И., Гурчин Ю.В., Исупов А.Ю., Ладыгина Н.Б., Резников С.Г., Схоменко Я.Т., Терехин А.А., Тишевский А.В., Хренов А.Н.

**Сотрудничество по теме:**

| Страна или международная организация | Город        | Институт или лаборатория          | Участники  | Статус                        |
|--------------------------------------|--------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|
| Армения                              | Ереван       | ЕГУ                               | Балабекян А. + 2 чел.  | Совместные работы             |
|                                      |              | ННЛА                              | Гулканян Г.У. + 4 чел.<br>Саркисян В.Р. + 1 чел.   | Протокол                      |
| Болгария                             | София        | INRNE BAS                         | Пенев В.Н. + 2 чел.<br>Шкловская А.<br>Иванов И.Ц.<br>Костов Л.  | Протокол                      |
|                                      |              | SU                                | Богомилов М.<br>Колев Д.   | Протокол                      |
|                                      |              | Inst. Microbiology<br>BAS<br>AUBG | Данова С.  | Протокол                      |
|                                      | Благоевград  |                                   | Станоева Р.<br>Мицев Э.  | Совместные работы             |
| Казахстан                            | Алматы       | ФТИ                               | Гайтинов А.Ш. + 6 чел.<br>Нургожин Н.Н. + 2 чел.   | Совместные работы             |
| Монголия                             | Улан-Батор   | ИРТ MAS                           | Баатар Ц. + 2 чел.<br>Тогоо Р. + 2 чел.  | Совместные работы             |
| Польша                               | Варшава      | WUT                               | Словински Б. + 2 чел.  | Совместные работы             |
|                                      |              | UW                                | Адушкевич А. + 3 чел.  | Совместные работы             |
|                                      | Краков       | NINP PAS                          | Холынски Р. + 4 чел.<br>Салабура П. + 3 чел.   | Совместные работы             |
|                                      | Лодзь        | UL                                | Дзиковски Т.   | Совместные работы             |
|                                      | Отвоцк-Сверк | NCBJ                              | Гузик З.<br>Харуба Я.<br>Голембевский А.,<br>Хвацевски С.  | Совместные работы             |
| Россия                               | Москва       | ИТЭФ                              | Титаренко Ю.Е. + 5 чел.<br>Батяев В.Ф.   | Протокол                      |
|                                      |              | НИИЯФ МГУ<br>ФИАН                 | Ставинский А.В. + 7 чел.<br>Ершов А.А. + 2 чел.<br>Полухина Н.Г. + 5 чел.<br>Басков В.А.<br>Львов А.И.<br>Лебедев А.И.<br>Павлюченко Л.Н.<br>Полянский В.В.<br>Ржанов Е.В.<br>Сидорин С.С.<br>Сокол Г.А. | Совместные работы<br>Протокол |

|            |                |                           |   |                   |
|------------|----------------|---------------------------|---|-------------------|
|            | Москва, Троицк | ИЯИ РАН                   | Губер Ф.Ф. + 2 чел.<br>Курепин А.Б.<br>Пшеничных И.А.<br>Решетин А.И.<br>Шабанов А.И.<br>Финогеев Д.А.<br>Дмитриева У.А.<br>Берлев А.И.                                 | Совместные работы |
|            | С.-Петербург   | НИИФ СПбГУ                | Литвин В.Ф.<br>Краснов Л.В. + 4 чел.<br>Феофилов Г.А. + 2 чел.  | Совместные работы |
|            | Владикавказ    | ВТС "Баспик"              | Кулов С.К.<br>Самканашвили Д.Г.<br>Федотова Г.В.<br>Самодуров П.С.<br>Джералов Г.К.<br>Кулова Н.С.<br>Рыжков А.А.   | Протокол          |
|            | Протвино       | ИФВЭ                      | Алов В.А. + 5 чел.  | Совместные работы |
|            | Саров          | ВНИИЭФ                    | Абрамович С.Н.<br>Воинов А.М.<br>Колесов В.Ф.   | Совместные работы |
|            | Смоленск       | СмолГУ                    | Дюндин А.В. + 4 чел.  | Протокол          |
|            | Томск          | ТПУ                       | Главанаков И.В.<br>Табаченко А.Н.   | Протокол          |
| Румыния    | Черноголовка   | ИСМАН РАН                 | Пономарев В.И. + 1 чел.   | Совместные работы |
|            | Бухарест       | IFIN-HH                   | Понта Т. + 5 чел.<br>Пентця М. + 1 чел.<br>Кручеру М.Г. + 4 чел.<br>Поп И. + 4 чел.<br>Каприни М. + 1 чел.<br>Апостол М.<br>Константиу М.<br>Николеску Г.<br>Циолаку Л. | Протокол          |
|            |                | INCDIE ICPE-CA            | Карачук Ю.-Т.<br>Попович Ю. + 2 чел.  | Совместные работы |
|            |                | ISS                       | Хайдук М. + 5 чел.<br>Могилдеа М.<br>Могилдеа Г.  | Протокол          |
|            |                | UB                        | Джица А. + 6 чел.   | Протокол          |
|            |                | UOC                       | Арджинтару Д. + 6 чел.  | Совместные работы |
| Словакия   | Констанца      | IP SAS                    | Климан Я. + 4 чел.<br>Гмуца Ш. + 3 чел.<br>Дубничка С.<br>Матоушек В.<br>Седлак М.  | Протокол          |
|            | Братислава     |                           | Вокал С. + 4 чел.<br>Михайличкова К.<br>Навотный В.Ш.<br>Гуламов У.Г. + 13 чел.   | Протокол          |
| Узбекистан | Кошице         | PJSU                      | Бекмирзаев Р.Н.<br>Жомуродов Д.М.<br>Саттаров С.А.  | Протокол          |
|            | Ташкент        | ФТИ НПО<br>"Ф.-С." АН РУз |   | Протокол          |
|            | Джизак         | ДГПИ                      |   | Протокол          |

|           |             |              |                              |                   |
|-----------|-------------|--------------|------------------------------|-------------------|
|           | Самарканд   | СамГУ        | Ибадов Р.М.<br>Султанов М.У. | Протокол          |
| Чехия     | Прага       | IMC CAS      | Плештил Й. + 2 чел.          | Совместные работы |
|           | Ржеж        | NPI CAS      | Шумбера М. + 2 чел.          | Совместные работы |
| Германия  | Дармштадт   | TU Darmstadt | Энсингер В. + 2 чел.         | Совместные работы |
|           | Франкфурт/М | Ун-т         | Газдинский М.                | Совместные работы |
|           |             | FIAS         | Вотвина А.С.                 | Совместные работы |
| Индия     | Джайпур     | Ун-т         | Кумар В. + 2 чел.            | Совместные работы |
|           | Мумбаи      | BARC         | Кумават Х. + 2 чел.          | Совместные работы |
| Китай     | Пекин       | CIAE         | Гуо С.Л.                     | Совместные работы |
|           |             | ИНЕР CAS     | Чью Х.Х.                     | Консультации      |
| США       | Ухань       | CCNU         | Ли С.Л.                      | Консультации      |
|           | Аптон       | BNL          | Кистенев Э.                  | Совместные работы |
|           | Айова-Сити  | UIowa        | Норбек Е.                    | Совместные работы |
|           | Беркли      | Berkeley Lab | Фридлиндер Е.<br>Лерманн Л.  | Консультации      |
| ЦЕРН      | Женева      | ЦЕРН         | Де-Барбара П.                | Совместные работы |
| Швейцария | Женева      | UniGe        | Блондель А.                  | Совместные работы |
| Япония    | Цукуба      | Ун-т         | Мияки Я.                     | Соглашение        |

## Исследование свойств ядерной материи и структуры частиц на коллайдере релятивистских ядер и поляризованных протонов

Руководители темы:

Ледницки Р.  
Панебратцев Ю.А.

### Участвующие страны и международные организации:

Азербайджан, Болгария, Германия, Польша, Россия, Словакия, США, Франция, Чехия.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Изучение свойств ядерной материи, находящейся в состояниях с экстремально высокими плотностью и температурой, поиск признаков проявления деконфайнмента кварков и возможных фазовых переходов в ней при соударениях тяжелых ядер при энергиях коллайдера RHIC. Измерение спин - зависимых структурных функций нуклонов и ядер с использованием поляризованных пучков RHIC.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Получение информации о свойствах возбужденной ядерной материи. Участие в экспериментах с ядрами и поляризованными протонами на установке STAR на ядерном коллайдере RHIC в BNL.
2. Измерение на установке STAR спиновых эффектов в экспериментах с поляризованными протонами. Получение новой информации о спин - зависимых функциях распределения кварков и глюонов в протоне.
3. Получение сведений о пространственно-временных и термодинамических характеристиках сверхплотной и горячей ядерной материи в различных стадиях ее образования и распада посредством наблюдения выходов  $\gamma$ -квантов, электронов, частиц с различным ароматом (легкие и тяжелые кварки), а также посредством изучения импульсных (фемтоскопических) и спиновых корреляций между частицами - продуктами распада этого состояния материи.
4. Измерение фемтоскопических корреляций тождественных и нетождественных частиц. Исследование формирования резонансов. Изучение гиперон-гиперонных и антипротон-антипротонных корреляционных функций.
5. Реализация программы энергетического сканирования в интервале энергий от 7,7 до 200 ГэВ. Поиск критической точки КХД.
6. Изучение структуры событий, коллективных переменных, корреляционных характеристик и процессов с большими  $P_t$ .
7. Развитие программного обеспечения детектора STAR и создание соответствующей инфраструктуры для обработки и анализа экспериментальных данных с установки STAR в ОИЯИ.
8. Создание совместных ОИЯИ-БНЛ учебных и образовательных программ по релятивистской ядерной физике и физике микромира.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Набор статистики на изобарных ядрах Zr-96 и Ru-96 при энергиях 200 ГэВ. Анализ данных и изучение кирального магнитного эффекта.
2. Набор статистики по столкновению ядер золота при энергии 27 ГэВ. Анализ данных и изучение глобальной поляризации.
3. Измерение фемтоскопических корреляций тождественных и нетождественных частиц. Исследование формирования резонансов. Изучение гиперон-гиперонных и антипротон-антипротонных корреляционных функций.

4. Анализ данных по рождению странных частиц в протон-протонных столкновениях при энергиях RHIC. Проверка гипотезы самоподобия в рожденьях странных частиц.
5. Развитие программного обеспечения детектора STAR и создание соответствующей инфраструктуры для обработки и анализа экспериментальных данных с установки STAR в ОИЯИ с использованием GRID технологий.
6. Создание комплекса учебно-образовательных программ по тематике столкновений тяжелых ионов для образовательного портала ОИЯИ.

### Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта            | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1. STAR          | Панебратцев Ю.А.<br>Ледницки Р. | 1 (2010 – 2021)                      |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории  | Руководители<br>Основные исполнители  | Статус проекта или эксперимента                       |
|---|---|---|
| 1. Участие в выполнении экспериментов по спиновой физике на установке STAR<br><br>ЛФВЭ  | Панебратцев Ю.А.<br><br>Токарев М.В., Дедович Т.Г., Юревич В.И., Дунин В.Б., Тихомиров В.В., Богословский Д.Н., Ярыгин Г.А., Повторейко А.А., Зубарев А.Н., Рогов В.Ю., Сергеев С.В.        | Набор данных<br>Анализ статистики                     |
| 2. Исследование спиновых и поляризационных эффектов в рождении струй и странных частиц в эксперименте STAR на RHIC<br><br>ЛФВЭ<br><br>ЛИТ<br><br>ЛТФ                              | Токарев М.В.<br><br>Любошиц В.В., Дедович Т.Г., Теряев О.В., Апарин А.А.<br><br>Мусульманбеков Ж.Ж.<br><br>Дорохов А.Е., Голоскоков С.В.  | Реализация  |
| 3. Изучение структуры событий, коллективных переменных, корреляционных характеристик, фемтоскопических корреляционных функций и процессов с большими $P_t$<br><br>ЛФВЭ<br><br>ЛИТ | Ледницки Р.<br>Панебратцев Ю.А.<br><br>Токарев М.В., Дедович Т.Г., Бънзаров И.-Ж., Чанкова-Бънзарова Н.Я., Аверичев Г.С., Агакишиев Г.Н., Апарин А.А., Рогачевский О.В.<br><br>Ососков Г.А. | Реализация  |
| 4. Исследование ядро-ядерных взаимодействий в эксперименте STAR на RHIC   | Панебратцев Ю.А.  | Набор данных<br>Обработка данных<br>Анализ статистики |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| ЛФВЭ  | Потребеникова Е.В., Токарев М.В., Щинов Б.Г., Дедович Т.Г., Бънзаров И.-Ж., Чанкова-Бънзарова Н.Я., Аверичев Г.С., Агакишиев Г.Н., Рогачевский О.В. |            |
| ЛИТ   | Кореньков В.В., Ососков Г.А., Мицын В.В.  |            |
| 5. Развитие программного обеспечения и создание инфраструктуры для обработки данных STAR в ОИЯИ                   | Панебратцев Ю.А.<br>Кореньков В.В.  | Реализация |
| ЛФВЭ  | Потребеникова Е.В., Апарин А.А., Чанкова-Бънзарова Н.Я., Агакишиев Г.Н.   |            |
| ЛИТ   | Балашов Н., Ососков Г.А., Мицын В.В., Стриж Т.А.  |            |
| 6. Участие в совместных с БНЛ и ЦЕРН учебных и образовательных программах. Развитие образовательного портала ОИЯИ | Сидоров Н.Е.<br>Потребеникова Е.В.  | Реализация |
| ЛФВЭ  | Белага В.В., Сидоров Н.Е., Клыгина К.В., Семчуков П.Д., Голубева Е.И., Воронцова Н.И., Осмачко М.П.   |            |
| УНЦ   | Пакуляк С.З., Смирнова И.А., Комарова А.О., Балалыкин С.Н., Смирнов О.А., Строганова Т.Г., Платонова Л.В.   |            |

### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город        | Институт или лаборатория | Участники                                 | Статус            |
|--------------------------------------|--------------|--------------------------|---|-------------------|
| Азербайджан                          | Баку         | ИРП НАНА                 | Шахалиев Э.И.                             | Совместные работы |
| Болгария                             | София        | INRNE BAS                | Бънзаров И.Ж.                             | Совместные работы |
|                                      |              | SU                       | Иванков И.<br>Райновский Г.               | Совместные работы |
| Польша                               | Варшава      | WUT                      | Гурев В.                                  | Совместные работы |
| Россия                               | Москва       | ИТЭФ                     | Плюта Я. + 2 чел.                         | Совместные работы |
|                                      | Протвино     | НИЯУ "МИФИ"              | Ставинский В.В.                           | Совместные работы |
|                                      | С.-Петербург | ИФВЭ                     | Дуда П. + 3 чел.                          | Совместные работы |
| Словакия                             | Братислава   | СПБГУ                    | Васильев А.Н. + 10 чел.                   | Совместные работы |
|                                      | Кошице       | IP SAS                   | Браун М.А. + 2 чел.                       | Совместные работы |
| Чехия                                | Прага        | PJSU                     | Филип П.                                  | Совместные работы |
|                                      | Ржеж         | CU                       | Вокал С. + 2 чел.                         | Совместные работы |
|                                      |              | NPI CAS                  | Фингер М.                                 | Совместные работы |
|                                      |              | UJV                      | Шумбера М. + 1 чел.                       | Совместные работы |
| Германия                             | Гейдельберг  | Ун-т                     | Зборовский И.                             | Соглашение        |
|                                      |              |                          | Стахель И.                                |                   |
| США                                  | Аптон        | BNL                      | Глассел П.                                | Соглашение        |
|                                      | Беркли       | Berkeley Lab             | Жанг Бу Ну + 12 чел.<br>Лауре Ж. + 3 чел. | Совместные работы |
|                                      |              |                          | Ну Шу                                     |                   |

|         |               |            |                     |                   |
|---------|---------------|------------|---------------------|-------------------|
| Франция | Блумингтон    | IU         | Джакобс В. + 2 чел. |                   |
|         | Лемонт        | ANL        | Спинка Х.           |                   |
|         | Нью-Хейвен    | Yale Univ. | Ульрих Т.           | Совместные работы |
|         | Юниверс. Парк | Penn State | Хешельман С.        |                   |
|         | Нант          | SUBATECH   | Эразмус Б. + 2 чел. | Совместные работы |

## ALICE. Исследование взаимодействий пучков тяжелых ионов и протонов на LHC

**Руководитель темы:** Водопьянов А.С.

### Участвующие страны и международные организации:

Азербайджан, Армения, Болгария, Бразилия, Великобритания, Венгрия, Германия, Греция, Дания, Индия, Италия, Китай, Нидерланды, Норвегия, Польша, Республика Корея, Россия, Румыния, Словакия, США, Украина, ЦЕРН, Чехия, Финляндия, Франция, Хорватия, Швейцария, Швеция, ЮАР.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Экспериментальное исследование взаимодействий тяжелых ионов при релятивистских и ультрарелятивистских энергиях.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Участие в подготовке модернизации установки ALICE (фотонный спектрометр PHOS).
2. Проведение экспериментов на LHC, анализ данных, подготовка публикаций.
3. Программа физических исследований на установке ALICE.
4. Поддержание и модернизация системы анализа данных GRID-ALICE в России.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Проведение исследований и разработок с целью модернизации фотонного спектрометра PHOS.
2. Физическое моделирование процессов взаимодействия тяжелых ионов и протонов при энергиях LHC.
3. Анализ физических данных. Подготовка публикаций.
4. Модернизация, тестирование и поддержка компьютерной сети GRID.

### Проекты по теме:

| Название проекта   | Руководитель проекта | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|--|----------------------|--------------------------------------|
| 1. ALICE   | Водопьянов А.С.      | 1 (2010 – 2019)                      |
| 2. Исследование и разработки для модернизации фотонного спектрометра ALICE | Водопьянов А.С.      | 1 (2012 – 2019)                      |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|--|--|---------------------------------|
| 1. Детекторы частиц<br><br>ЛФВЭ  | Водопьянов А.С.<br><br>Астахов В.И., Арефьев В.А., Додохов В.Х., Номоконов П.В., Кислов Е.М., Руфанов И.А., Лобанов В.И. | Реализация                      |

|   |  |            |
|---|--|------------|
| 2. Моделирование физических процессов и анализ экспериментальных данных   | Батюня Б.В.  | Реализация |
| ЛФВЭ  | Барабанов М.Ю., Вертоградова Ю.Л., Григорян С.С., Малинина Л.В., Поздняков В.Н., Рогочая Е.П., Федунцов А.Г., Михайлов К.Р., Рослон К., Румянцев Б.Д., Кузнецов А.В. |            |
| ЛТФ   | Блашке Д., Сидоров А.В.  |            |
| ЛИТ   | Ямалеев Р.М.   |            |
| ЛЯП   | Лыкасов Г.И.   |            |
| 3. Модернизация, тестирование и поддержка программного обеспечения эксперимента в распределенной компьютерной сети GRID | Водопьянов А.С.  | Реализация |
| ЛФВЭ  | Батюня Б.В., Стифоров Г.Г., Федунцов А.Г.  |            |
| ЛИТ   | Мицын В.В.<br>Кондратьев А.О.  |            |
| 4. Фотонный спектрометр PHOS  | Водопьянов А.С.<br>Номоконов П.В.  | Реализация |
| ЛФВЭ  | Горбунов Н.В., Руфанов И.А., Кузьмин Н.А., Петухов Ю.П., Кузнецов А.В.   |            |

#### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город          | Институт или лаборатория | Участники                                   | Статус                                 |
|--------------------------------------|----------------|--------------------------|---|--|
| Азербайджан                          | Баку           | НЦЯИ                     | Рустамов А. + 5 чел.                        | Совместные работы                      |
| Армения                              | Ереван         | ННЛА                     | Григорян А. + 5 чел.                        | Совместные работы                      |
| Болгария                             | София          | SU                       | Бындзаров Ж.И.<br>Баев Р.В.                 | Совместные работы                      |
| Монголия                             | Улан-Батор     | IPT MAS                  | Баатар Ц. + 2 чел.                          | Совместные работы                      |
| Польша                               | Варшава        | IEL<br>WUT               | Скачковски Т. + 2 чел.<br>Плюта Я. + 3 чел. | Совместные работы<br>Совместные работы |
|                                      | Краков         | NINP PAS                 | Бартке Е. + 3 чел.                          | Совместные работы                      |
|                                      | Отвоцк-Сверк   | NCBJ                     | Семярчук Т. + 3 чел.                        | Совместные работы                      |
| Россия                               | Москва         | ИТЭФ                     | Акиндинов А.<br>+ 10 чел.                   | Совместные работы                      |
|                                      |                | НИЯУ "МИФИ"              | Григорьев А. + 2 чел.                       | Совместные работы                      |
|                                      |                | НИЦ КИ                   | Манько В.И. + 20 чел.                       | Совместные работы                      |
|                                      |                | НИИЯФ МГУ                | Малинина Л.В.                               | Протокол                               |
|                                      | Москва, Троицк | ИЯИ РАН                  | Курепин А.Б. + 10 чел.                      | Протокол                               |
|                                      | Гатчина        | НИЦ КИ ПИЯФ              | Самсонов В. + 10 чел.                       | Совместные работы                      |
|                                      | Новосибирск    | ИЯФ СО РАН               | Пестов Ю.Н. + 2 чел.                        | Совместные работы                      |
|                                      | Саров          | ВНИИЭФ                   | Илькаев Р. + 10 чел.                        | Совместные работы                      |
|                                      | С.-Петербург   | НИИФ СПбГУ               | Феофилов Г.А. + 12 чел.                     | Совместные работы                      |

|                  |              |            |   |                   |
|------------------|--------------|------------|---|-------------------|
|                  | Протвино     | ИФВЭ       | Садовский С. + 10 чел.                                  | Совместные работы |
| Румыния          | Бухарест     | ISS        | Хайдук М. + 5 чел.                                      | Совместные работы |
| Словакия         | Братислава   | STU        | Ситар Б. + 5 чел.                                       | Совместные работы |
|                  | Кошице       | PJSU       | Шандор Л. + 5 чел.                                      | Протокол          |
| Украина          | Киев         | ИТФ НАНУ   | Зиновьев Г.М. + 2 чел.                                  | Совместные работы |
|                  | Харьков      | ННЦ ХФТИ   | Маслов Н.И. + 5 чел.                                    | Совместные работы |
| Чехия            | Прага        | IP CAS     | Завада П. + 3 чел.                                      | Совместные работы |
|                  | Ржеж         | UJV        | Куглер А.<br>Шумбера М. + 3 чел.                        | Совместные работы |
| Венгрия          | Будапешт     | Wigner RCP | Палла Г. + 6 чел.                                       | Совместные работы |
| Германия         | Гейдельберг  | Ун-т       | Штахель Й. + 10 чел.                                    | Совместные работы |
|                  | Дармштадт    | GSI        | Браун-Мюнцингер П.<br>+ 20 чел.<br>Малайзер П. + 4 чел. | Совместные работы |
|                  | Марбург      | Ун-т       | Пульхофер Ф.  | Совместные работы |
|                  | Мюнстер      | Ун-т       | Санто Р. + 10 чел.                                      | Совместные работы |
|                  | Франкфурт/М  | Ун-т       | Шток Р. + 10 чел.                                       | Совместные работы |
| Италия           | Бари         | INFN       | Наппи Е. + 8 чел.                                       | Совместные работы |
|                  | Болонья      | INFN       | Базиле М. + 10 чел.                                     | Совместные работы |
|                  | Верчелли     | UPO        | Рамелло Л. + 5 чел.                                     | Совместные работы |
|                  | Кальяри      | INFN       | Серчи С. + 5 чел.                                       | Совместные работы |
|                  | Катания      | INFN LNS   | Инзолиа А. + 12 чел.                                    | Совместные работы |
|                  | Леньяро      | INFN LNL   | Риччи Р. + 1 чел.                                       | Совместные работы |
|                  | Падуя        | INFN       | Морандо М. + 2 чел.                                     | Совместные работы |
|                  | Рим          | INFN       | Медди Ф. + 5 чел.                                       | Совместные работы |
|                  | Салерно      | INFN       | Романо Дж. + 3 чел.                                     | Совместные работы |
|                  | Турин        | INFN       | Галло М. + 49 чел.                                      | Совместные работы |
| ЮАР              | Кейптаун     | UCT        | Клейманс Ж.   | Совместные работы |
| Бразилия         | Порто-Алегри | UFRGS      | Де Леоне Гэй + 10 чел.                                  | Совместные работы |
| Великобритания   | Бирмингем    | Ун-т       | Кинсон Дж. + 6 чел.                                     | Совместные работы |
| Греция           | Афины        | UoA        | Панайото А.Д. + 3 чел.                                  | Совместные работы |
| Дания            | Копенгаген   | NBI        | Гаардхой Дж. + 5 чел.                                   | Совместные работы |
| Индия            | Алигарх      | AMU        | Ирфан М. + 5 чел.                                       | Совместные работы |
|                  | Бхубанешвар  | IOP        | Рамамурти В.С. + 3 чел.                                 | Совместные работы |
|                  | Джамму       | Ун-т       | Рао Н.К. + 3 чел.                                       | Совместные работы |
|                  | Калькутта    | VECC       | Вийоги И. + 10 чел.                                     | Совместные работы |
|                  |              | SINP       | Синха Б. + 5 чел.                                       | Совместные работы |
|                  | Чандигарх    | PU         | Бхатиа В.С. + 3 чел.                                    | Совместные работы |
| Китай            | Пекин        | CIAE       | Сун З. + 12 чел.  | Совместные работы |
|                  | Ухань        | CCNU       | Ли Л. + 2 чел.  | Совместные работы |
| Нидерланды       | Амстердам    | NIKHEF     | Ботье М. + 7 чел.                                       | Совместные работы |
|                  | Утрехт       | UU         | Пайцман Т. + 36 чел.                                    | Совместные работы |
| Норвегия         | Берген       | UiB        | Торстенсен Т. + 4 чел.                                  | Совместные работы |
|                  | Осло         | UiO        | Ловхойден Г. + 5 чел.                                   | Совместные работы |
| Республика Корея | Каннын       | GWNU       | Ким Д.-В  | Совместные работы |

|           |                |           |                                     |                   |
|-----------|----------------|-----------|-------------------------------------|-------------------|
| США       | Колумбус       | OSU       | Юманик Т. + 6 чел.                  | Совместные работы |
|           | Ок-Ридж        | ORNL      | Симпсон М. + 5 чел.                 | Совместные работы |
| Франция   | Клермон-Ферран | LPC       | Дюпье П. + 3 чел.                   | Совместные работы |
|           | Лион           | UCBL      | Гроссьер Ж.-И. + 8 чел.             | Совместные работы |
|           | Нант           | SUBATECH  | Мартинез-Гарсиа Г.<br>+ 10 чел.     | Совместные работы |
|           | Орсе           | IPN Orsay | Леборнек И. + 10 чел.               | Совместные работы |
|           | Сакле          | IRFU      | Стэли Ф. + 7 чел.                   | Совместные работы |
|           | Страсбург      | CRN       | Коффан Ж. + 8 чел.                  | Совместные работы |
| Финляндия | Хельсинки      | HIP       | Рак Я. + 5 чел.                     | Совместные работы |
| Хорватия  | Загреб         | RBI       | Ференц Д. + 3 чел.                  | Совместные работы |
| ЦЕРН      | Женева         | ЦЕРН      | Револ Ж.-П.<br>Шукрафт Ю. + 50 чел. | Соглашение        |
| Швейцария | Лозанна        | EPFL      | Грубер К. + 5 чел.                  | Совместные работы |
| Швеция    | Лунд           | LU        | Оскарссон А. + 12 чел.              | Совместные работы |

## Разработка и создание прототипа комплекса для радиотерапии и прикладных исследований на пучках тяжелых ионов Нуклотрона-М

**Руководитель темы:** Тютюнников С.И.

### Участвующие страны и международные организации:

Австралия, Армения, Беларусь, Болгария, Молдова, Монголия, Польша, Россия, Румыния, Словакия, Украина, Чехия.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Изучение глубокоподкритических электроядерных систем и использование их для производства энергии трансмутации радиоактивных отходов и исследование в области радиационного материаловедения. Квазибесконечная мишень (Проект Э&Т&РМ).

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Получение данных о множественностях и пространственных распределениях энерго-временных спектров нейтронов. Исследование на массивных мишенях из природного (обедненного) урана и тория возможностей производства энергии и переработки радиоактивных отходов, исследование радиационной стойкости сверхпроводников под действием пучков нейтронов и протонов.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Установка большой урановой мишени на Фазотроне ЛЯП, проводка пучка на мишень.
2. Установка и калибровка термопарных датчиков на большой урановой мишени.
3. Опытная эксплуатация нейтронного спектрометра по протонам отдачи на установке "Буран", облучении протонами на Фазотроне.
4. Исследование утечки нейтронов с поверхности большой урановой мишени активационной методикой.
5. Исследование влияния лазерного излучения большой мощности на радиоактивный распад минорных актинидов.
6. Исследование радиационных дефектов в ВТСП материалах под действием протонов с энергией  $E=660$  МэВ.

### Проекты по теме:

| Название проекта   | Руководитель проекта | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|--|----------------------|--------------------------------------|
| 1. Э&Т&РМ<br>Исследование глубоко подкритических электроядерных систем и возможностей их применения для производства энергии и трансмутации ОЯТ и исследований в области радиационного материаловедения. Квазибесконечная мишень | Тютюнников С.И.      | 1 (2018 – 2019)                      |

## Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории   | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|---|--|---------------------------------|
| 1. Разработка ТЗ на квази-<br>бесконечную урановую<br>мишень, установка<br>в ЛЯП на фазотроне.<br><br>ЛФВЭ  | Тютюнников С.И.<br>Солнышкин А.А.<br><br>Тарасов О.Г., Юдин И.П.   | Реализация                      |
| 2. Разработка ТЗ на детек-<br>торную систему большой<br>урановой мишени на<br>основе термодатчика и<br>кремниевых ФЭУ<br><br>ЛФВЭ                         | Тютюнников С.И.<br>Солнышкин А.А.<br>Балдин А.А.<br>Садыгов З.<br><br>Берелев А.И., Юдин И.П.  | Реализация                      |
| 3. Разработка, изготовление<br>детекторов для измерения<br>энергии ионов в диапазоне<br>$E_e=0,1$ ГэВ/нукл. на пучках<br>Нуклотрона–М<br><br>ЛФВЭ         | Замятин Н.И.<br><br>Тарасов О.Г., Хабаров С.В., Ковалев Ю.С.   | Реализация                      |
| 4. Модернизация спектро-<br>аналитического комплекса для<br>активационных измерений<br><br>ЛФВЭ<br><br>ЛЯП  | Шаляпин В.Н.<br>Юдин И.П.<br><br>Параипан М., Стрекаловская Е.В., Крячко И.А.<br><br>Стегайлов В.И.  | Реализация                      |
| 5. Исследование нейтронных<br>полей большой урановой<br>мишени на фазотроне под<br>действием протонов<br>$E_p=0,66$ ГэВ<br><br>ЛФВЭ<br><br>ЛЯП<br><br>ЛЯР | Тютюнников С.И.<br>Солнышкин А.А.<br>Смирнов Г.И.<br>Параипан М.<br><br>Еник Т.Л., Юдин И.П., Балдин А.А., Вишневский А.В.<br><br>Стегайлов В.И.<br><br>Козулин Э.М. | Набор данных                    |
| 6. Создание элементов мониторинга<br>сверхпроводящих систем   | Филиппов Ю.П.  | Создание прототипа              |

## Сотрудничество по теме:

| Страна или<br>международная<br>организация | Город  | Институт или<br>лаборатория | Участники  | Статус                              |
|--|--------|-----------------------------|--|-------------------------------------|
| Армения                                    | Ереван | ЕГУ                         | Балабекян А.Р. + 2 чел.                          | Протокол                            |
| Беларусь                                   | Минск  | НИИ ЯП БГУ                  | Федотова Ю.А. + 2 чел.<br>Батраков К.Г. + 4 чел. | Совместные работы<br>Обмен визитами |

|           |              |                           |                               |                            |
|-----------|--------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|           |              | ОИЭЯИ-Сосны<br>НАНБ       | Жук И.В. + 4 чел.             | Протокол<br>Обмен визитами |
| Болгария  | София        | INRNE BAS                 | Стоянов Ч. + 4 чел.           | Протокол                   |
| Молдова   | Кишинев      | ИПФ АНМ                   | Гудима К.К. + 1 чел.          | Протокол                   |
| Монголия  | Улан-Батор   | ИРТ MAS                   | Тогоо Р. + 2 чел.             | Совместные работы          |
| Польша    | Варшава      | WUT                       | Словински Б. + 3 чел.         | Совместные работы          |
|           | Краков       | NINP PAS                  | Гольник Н.                    |                            |
|           | Отвоцк-Сверк | NCBJ                      | Олько П. + 3 чел.             | Совместные работы          |
|           |              |                           | Шута М. + 4 чел.              | Протокол                   |
| Россия    | Дубна        | ИПИ "Омега"<br>ФНИИЯФ МГУ | Зельчински М.<br>Лузанов В.А. | Протокол                   |
|           | С.-Петербург | РИ                        | Тетерева Т.В.                 | Совместные работы          |
|           |              |                           | Явшиц С.Г.                    | Протокол                   |
|           | Томск        | ТПУ                       | Смирнов А.Н. + 1 чел.         |                            |
| Румыния   | Бухарест     | ISS                       | Пивоваров Ю.Л. + 4 чел.       | Совместные работы          |
|           |              | UMF                       | Хайдук М. + 4 чел.            | Протокол                   |
|           |              | IFIN-НН                   | Верга Н. + 2 чел.             | Совместные работы          |
|           | Бая-Маре     | TUCN-NUCBM                | Драголич А.К.                 | Протокол                   |
|           | Тимишоара    | UVT                       | Раколта Д.                    | Протокол                   |
|           | Яссы         | UAIC                      | Буною М.                      | Протокол                   |
| Словакия  | Братислава   | CU                        | Михаилеску Д. + 3 чел.        | Протокол                   |
|           |              | IP SAS                    | Ружичка Я. + 6 чел.           | Совместные работы          |
|           |              | SOSMT                     | Дубничка С. + 5 чел.          | Совместные работы          |
| Украина   | Харьков      | ННЦ ХФТИ                  | Подгорски Д.                  | Совместные работы          |
|           |              |                           | Воронко В.А. + 1 чел.         | Протокол                   |
| Чехия     | Прага        | СТУ                       | Сотников В.В. + 1 чел.        |                            |
|           | Ржеж         | NPI CAS                   | Заворка Л. + 2 чел.           | Совместные работы          |
|           |              |                           | Вагнер В. + 4 чел.            | Протокол                   |
|           |              |                           | Спурны Ф. + 2 чел.            |                            |
|           |              |                           | Турек К. + 2 чел.             |                            |
|           | Брно         | BUT                       | Куглер А.                     |                            |
| Австралия | Сидней       | Ун-т                      | Катовски К. + 3 чел.          | Совместные работы          |
|           |              |                           | Хашеми-Нежад С.Р.<br>+ 1 чел. | Совместные работы          |



Ядерная  
физика  
(03)

## Развитие ускорительного комплекса и экспериментальных установок ЛЯР (DRIBs-III)

**Руководители темы:** Гульбемян Г.Г.  
Дмитриев С.Н.  
**Научный руководитель темы:** Иткис М.Г.  
Оганесян Ю.Ц.

### Участвующие страны и международные организации:

Бельгия, Болгария, Германия, Египет, Италия, Казахстан, Китай, Монголия, Польша, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, США, Узбекистан, Украина, Франция, ЦЕРН, Чехия, ЮАР.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Реализация проекта DRIBs-III, включающего модернизацию и развитие циклотронного комплекса ЛЯР, расширение экспериментальной базы Лаборатории (создание новых физических установок), развитие систем ускорителей. Проект направлен на повышение стабильности работы ускорителей, увеличение интенсивности и улучшение качества пучков ионов как стабильных, так и радиоактивных нуклидов в диапазоне энергии от 5 до 100 МэВ/нуклон при одновременном снижении энергопотребления. Целью проекта является существенное повышение эффективности проведения экспериментов по синтезу и изучению свойств сверхтяжелых элементов, а также легких ядер на границах нуклонной стабильности, расширению программы экспериментов с пучками радиоактивных нуклидов.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Реализация основных возможностей, заложенных при создании Фабрики Сверхтяжелых элементов:
  - продолжительная (до нескольких месяцев) стабильная работа циклотрона ДЦ-280 в режиме ускорения частиц от углерода до урана;
  - получение пучков с плавной вариацией энергии ионов, получение максимальной интенсивности пучков (до 10 мкА частиц) в области ионов средних масс;
  - получение интенсивных пучков редких стабильных изотопов:  $^{36}\text{S}$ ,  $^{48}\text{Ca}$  и др., а также пучков долгоживущих радиоактивных ядер  $^{36}\text{Ar}$ ,  $^{50}\text{Ni}$ ;
  - создание инфраструктуры для размещения и эксплуатации экспериментальных установок из других исследовательских центров.
2. Модернизация ускорительного комплекса У-400М:
  - повышение энергии пучков ионов стабильных изотопов до энергии 50-70 МэВ·А в зависимости от массы иона;
  - повышение эффективности проводимых экспериментов за счет увеличения энергии ускоренных ионов и интенсивности пучка;
  - улучшение радиационной обстановки в экспериментальном зале ускорителя У-400М при проведении экспериментов на пучках высокой интенсивности;
  - повышение надёжности устройства и эффективности использования времени его работы.
3. Подготовка и начало реконструкции циклотрона У-400Р и создание нового экспериментального зала:
  - создание нового экспериментального зала с возможностью автономной работы в каждой из трех его радиационно-изолированных кабин;
  - расширение диапазона ускоряемых ионов от гелия до урана;
  - уменьшение разброса энергии ионов до 0,3% с возможностью плавной вариации энергии в интервале 0.8-25 МэВ·А;
  - получение пучков редких изотопов стабильных и долгоживущих ядер, а также короткоживущих ядер ( $T_{1/2} \geq 0.1$  сек.) из ионного источника;

- снижение энергопотребления и повышение стабильности работы ускорителя при длительных сеансах облучения.

4. Разработка, создание и ввод в эксплуатацию новых современных экспериментальных установок длительного действия:
  - универсального газонаполненного сепаратора для синтеза и изучения свойств сверхтяжелых элементов;
  - пресепаратора для химических и масс-спектрометрических экспериментов;
  - газ-кэтчера для изучения химических свойств сверхтяжелых элементов с временами жизни более 100 мсек.
  - развитие проекта фрагмент-сепаратора АКУЛИНА-2, включая создание комплекса криогенных мишеней (изотопы водорода и гелия) и увеличение их эффективной толщины до 5 мг/см<sup>2</sup>; создание ВЧ-фильтра для улучшения качества вторичного пучка, а также магнитного спектрометра нулевого градуса;
  - современных детекторных массивов, позволяющих регистрировать нейтроны, гамма-кванты и заряженные частицы в широком угловом диапазоне с высоким угловым и энергетическим разрешением; создание многопользовательского комплекса детекторов и электроники, существенно повышающего качество собираемых данных;
  - нового сепаратора, основанного на остановке продуктов ядерных реакций в газе и их резонансной лазерной ионизации (проект ГАЛС);
  - физической программы и технического обоснования для ускорительно-накопительного комплекса пучков радиоактивных ионов.

#### **Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:**

1. Проведение экспериментов на Фабрике сверхтяжелых элементов (СТЭ) для определения оптимальных параметров нового газонаполненного сепаратора продуктов ядерных реакций ГНС-2.
2. Получение пучков ускоренных тяжелых ионов на Фабрике СТЭ. Подготовка к экспериментам по синтезу нового элемента 119.
3. Создание пресепаратора для радиохимических исследований СТЭ – нового газонаполненного сепаратора продуктов ядерных реакций ГНС-3.
4. Проведение экспериментов на пучках лёгких ионов с энергией 30-50 МэВ/нуклон на новом фрагмент-сепараторе АКУЛИНА-2 (циклотрон У-400М). Развитие инфраструктуры фрагмент-сепаратора АКУЛИНА-2 (ВЧ-фильтр).
5. Начало работ по модернизации циклотрона У-400М.
6. Разработка проекта Экспериментального зала циклотрона У-400 (У-400R).
7. Выполнение программы физических экспериментов на циклотроне У-400 по синтезу и изучению сверхтяжёлых ядер и по спектроскопии тяжелых ядер.
8. Развитие новых методов диагностики пучков стабильных и радиоактивных нуклидов.
9. Создание новой сепарирующей установки GALS, основанной на селективной лазерной ионизации продуктов ядерных реакций в газе.
10. Развитие магнитного анализатора высокого разрешения МАВР (оснащение детектирующей аппаратурой) и проведение первых экспериментов на пучках тяжелых ионов.
11. Подготовка технических заданий для изготовления отдельных узлов газовой ионной ловушки и размещение заказов на изготовление.

#### **Основные этапы темы:**

| <b>Этап темы или эксперимент</b><br><b>Лаборатория или другие</b><br><b>подразделения ОИЯИ</b> | <b>Руководители</b><br><b>Основные исполнители</b> | <b>Статус проекта или эксперимента</b> |
|--|--|--|
| 1. Развитие Фабрики сверхтяжелых элементов   | Гульбекян Г.Г.                                     | Изготовление                           |

|   |  |                              |
|---|--|------------------------------|
| ЛЯР   | Калагин И.В., Богомолов С.Л., Бондаренко П.Г., Веревочкин В.А., Гикал Б.Н., Иванов Г.Н., Иваненко И.А., Калагин И.В., Казаринов Н.Ю., Костырев В.А., Осипов Н.Ф., Пащенко С.В., Пчелкин Н.Н., Решетов А.В., Семин В.А., Хабаров М.В.           |                              |
| ЛФВЭ  | Фатеев А.А. + 2 чел.   |                              |
| <b>2. Развитие комплексов У-400М и У-400R</b>                               | <b>Калагин И.В.</b> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>Изготовление<br/>Набор данных</td></tr></table>   | Изготовление<br>Набор данных |
| Изготовление<br>Набор данных  |  |                              |
| ЛЯР   | Бондаренко П.Г., Богомолов С.Л., Ваганов Р.Е., Иванов Г.Н., Иваненко И.А., Калагин И.В., Казаринов Н.Ю., Осипов Н.Ф., Пащенко С.В., Пчелкин Н.Н., Решетов А.В., Семин В.А., Соколов В.А., Хабаров М.В.   |                              |
| ЛИТ   | Акишин П.Г., Айриян Э.А. Кореньков В.В., Червяков А.М.   |                              |
| ЛЯП   | Ворожцов С.Б., Карамышева Г.А., Самсонов Е.В.  |                              |
| ЛФВЭ  | Фатеев А.А. + 2 чел.   |                              |
| <b>3. Разработка ЭЦР-источников</b>   | <b>Богомолов С.Л.</b> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>Изготовление</td></tr></table>  | Изготовление                 |
| Изготовление  |  |                              |
| ЛЯР   | Бехтерев В.В., Бондаренко А.Е., Ефремов А.А., Иванов Г.Н., Лебедев А.Н., Логинов В.Н., Миронов В.Е., Кузьменков К.И., Язвицкий Н.Ю.  |                              |
| ЛФВЭ  | Донец Е.Д., Дробин В.М. Донец Е.Е., Костромин С.А.   |                              |
| <b>4. Развитие микротрона МТ-25</b>   | <b>Митрофанов С.В.</b> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>Изготовление<br/>Набор данных</td></tr></table>  | Изготовление<br>Набор данных |
| Изготовление<br>Набор данных  |  |                              |
| ЛЯР   | Аксенов Н.В., Белов А.Г., Осипов Н.Ф., Пащенко С.В., Семин В.А., Тетерев Ю.Г., Хабаров М.В.  |                              |
| <b>5. Развитие фрагмент-сепаратора АКУЛИНА-2</b>                            | <b>Фомичев А.С.</b> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>Изготовление</td></tr></table>  | Изготовление                 |
| Изготовление  |  |                              |
| ЛЯР   | Безбах А.А., Белогуров С.Г., Вольски Р., Головков М.С., Горшков А.В., Горшков В.А., Каминьски Г., Крупко С.А., Никольский Е.Ю., Сидорчук С.И., Слепнев Р.С., Тер-Акопьян Г.М., Худоба В., Шаров П.Г.   |                              |
| ЛИТ   | Щетинин В.Н., Овчаренко Е.В.   |                              |
| <b>6. Развитие нового газонаполненного сепаратора ГНС-2</b>                 | <b>Утенков В.К.</b> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>Изготовление<br/>Набор данных</td></tr></table>   | Изготовление<br>Набор данных |
| Изготовление<br>Набор данных  |  |                              |
| ЛЯР   | Абдуллин Ф.Ш., Воинов А.А., Зубарева А.М., Коврижных Н.Д., Кузнецов Д.А., Поляков А.Н., Петрушкин О.В., Сагайдак Р.Н., Свиридченков А.С., Соловьев Д.И., Субботин В.Г., Сухов А.М., Цыганов Ю.С., Широковский И.В., Шумейко М.В., Шлаттауер Л. |                              |
| <b>7. Создание пресепаратора для радиохимических исследований СТЭ ГНС-3</b> | <b>Попеко А.Г.</b><br><b>Еремин А.В.</b> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>Изготовление</td></tr></table>   | Изготовление                 |
| Изготовление  |  |                              |
| ЛЯР   | Малышев О.Н., Попов Ю.А., Свирихин А.И.  |                              |

|                              |  |              |
|------------------------------|--|--------------|
| 8. Создание газового кэтчера | Родин А.М.   | Изготовление |
| ЛЯР                          | Крупа Л., Веденеев В.Ю., Гуляев А.В., Гуляева А.В., Комаров А.Б., Новоселов А.С., Саламатин В.С., Степанцов С.В., Юхимчук С.А. |              |

|   |   |              |
|---|---|--------------|
| 9. Создание сепаратора на основе резонансной лазерной ионизации | Земляной С.Г.   | Изготовление |
| ЛЯР   | Аввакумов К.А., Жеменик В.И., Зузаан Б., Козулин Э.М., Мышинский Г.В. |              |

### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город          | Институт или лаборатория   | Участники  | Статус            |
|--------------------------------------|----------------|----------------------------|--|-------------------|
| Болгария                             | София          | INRNE BAS                  | Генчев С.Г. + 3 чел.<br>Рашевский Г.Д.<br>Тонев Д.В. | Совместные работы |
| Казахстан                            | Астана         | АФ РГП ИЯФ                 | Здоровец М.В.<br>+ 3 чел.<br>Колобердин М.В.         | Совместные работы |
| Монголия                             | Улан-Батор     | NRC NUM                    | Зузаан П.  | Совместные работы |
| Польша                               | Варшава        | IEP WU<br>NIL WU           | Зенон Й.<br>Гмай П. + 4 чел.                         | Совместные работы |
|                                      | Краков         | NINP PAS                   | Талах М. + 3 чел.<br>Суликовски Я.                   | Совместные работы |
| Россия                               | Москва         | ИТТ-Груп                   | Конев Н.Н.   | Совместные работы |
|                                      |                | ИТЭФ                       | Голубев А.А. + 4 чел.                                | Совместные работы |
|                                      |                | МГУ                        | Петров В.Г.  | Протокол          |
|                                      | ЦВТД           | Ушаков А.М.<br>Гучкин А.С. | Совместные работы                                    |                   |
|                                      | Гатчина        | НИЦ КИ ПИЯФ                | Аксенов В.Л.<br>Иванов Е.М. + 3 чел.                 | Совместные работы |
|                                      | Нижн. Новгород | ИПФ РАН                    | Литвак А.Г.  | Совместные работы |
|                                      | Новосибирск    | ИЯФ СО РАН                 | Голубев С.В. + 5 чел.                                | Договор           |
| С.-Петербург                         |                | НИИЭФА                     | Строкач А.П.<br>+ 12 чел.<br>Сычевский С.Е.          | Совместные работы |
|                                      |                | Саров                      | Юхимчук А.А. + 3 чел.                                | Совместные работы |
|                                      | Бухарест       | ВНИИЭФ                     | Бадеску С.А. + 4 чел.                                | Совместные работы |
| Румыния                              |                | IFIN-НН                    | Натурел Ж.   | Совместные работы |
|                                      |                | N&V                        |  | Совместные работы |
| Словакия                             | Братислава     | IMS SAS                    | Дубничка Ш. + 1 чел.                                 | Совместные работы |
|                                      |                | IP SAS                     | Венхарт М. + 1 чел.                                  | Совместные работы |
| Узбекистан                           | Нова Дубница   | EVPU                       | Кухта Й. + 3 чел.                                    | Совместные работы |
|                                      | Самарканд      | СамГУ                      | Сафаров А.Н.   | Совместные работы |
| Украина                              | Киев           | ИЯИ НАНУ                   | Слисенко В.И.<br>+ 3 чел.                            | Совместные работы |
| Чехия                                | Прага          | СТУ                        | Штекл И. + 1 чел.                                    | Совместные работы |
|                                      |                |                            | Поспишил С. + 2 чел.                                 |                   |

|          |                |              |   |                              |
|----------|----------------|--------------|---|------------------------------|
|          |                | CU           | Долежал З.  | Совместные работы            |
|          |                | VP           | Стовичек П.<br>Хедбавны П.  | Совместные работы            |
|          | Брно           | BUT          | Крегер В.<br>Глинка Й.<br>Котовский К.<br>Форел Ш.                  | Совместные работы            |
|          | Ржеж           | NPI CAS      | Штурса Я. + 3 чел.<br>Маджик Н.А. + 2 чел.<br>Добеш Я.<br>Вогнар М. | Совместные работы            |
|          | Штеновице      | STREICHER    | Лопата И.,<br>Соннтаг А.  | Совместные работы            |
| Германия | Гейдельберг    | MPIK         | Блаум К. + 1 чел.   | Совместные работы            |
|          | Дармштадт      | GSI          | Айкхофф Х. + 20 чел.<br>Симон Х. + 2 чел.                           | Совместные работы            |
| Египет   | Аль-Минуфия    | MU           | Озман Х.А.  | Совместные работы            |
|          | Гиза           | CU           | Самман Х.Э.   | Совместные работы            |
| Италия   | Катания        | INFN LNS     | Калабретта П. + 2 чел.  | Совместные работы            |
| Сербия   | Белград        | INS "VINČA"  | Добросавлевич А.<br>Непкович Н.<br>Вуевич В.,<br>Беличев П.         | Совместные работы            |
| ЮАР      | Кейптаун       | iThemba LABS | Вилакази З. + 10 чел.<br>Барк Р.<br>Махатхини Л.                    | Совместные работы            |
| Бельгия  | Лёвен          | KU Leuven    | Леузел М. + 3 чел.<br>Пит ван Дюшпен<br>Кудрявцев Ю.                | Совместные работы            |
|          | Лувен-ля-Нев   | IBA          | Луазеле М. + 2 чел.   | Совместные работы            |
| Китай    | Ланьчжоу       | IMP CAS      | Джао Нонгвей + 5 чел.<br>Ган З. + 6 чел.                            | Совместные работы<br>Договор |
| США      | Колледж Стэйшн | Texas A&M    | Чубарян Г.Г. + 1 чел.   | Совместные работы            |
|          | Ливермор       | LLNL         | Стойер М. + 1 чел.  | Совместные работы            |
|          | Нашвилл        | VU           | Гамильтон Дж. + 6 чел.  | Договор                      |
|          | Ок-Ридж        | ORNL         | Роберто Дж.Б. + 6 чел.  | Договор                      |
| Франция  | Ван            | SigmaPhi     | Лансело Ж. + 4 чел.   | Совместные работы            |
|          | Кан            | GANIL        | Левитович М. + 4 чел.   | Совместные работы            |
| ЦЕРН     | Женева         | ЦЕРН         | Федосеев В.   | Совместные работы            |

## Синтез и свойства сверхтяжелых элементов, структура ядер на границах нуклонной стабильности

Руководитель темы: Иткис М.Г.  
 Научный руководитель темы: Оганесян Ю.Ц.

### Участвующие страны и международные организации:

Бельгия, Болгария, Великобритания, Вьетнам, Германия, Египет, Индия, Испания, Италия, Казахстан, Китай, Монголия, Польша, Россия, Румыния, Словакия, США, Украина, Финляндия, Франция, ЦЕРН, Чехия, Швейцария, Швеция, ЮАР, Япония.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Синтез и изучение свойств ядер на границах стабильности. Исследование механизмов реакций под действием тяжелых ионов. Изучение ядерно-физических и химических свойств тяжелых и сверхтяжелых элементов.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Синтез и изучение свойств сверхтяжелых элементов с  $Z=110-120$ , в том числе с использованием возможностей Фабрики сверхтяжелых элементов.
2. Получение данных о химических свойствах сверхтяжелых элементов.
3.  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -спектроскопия изотопов тяжелых и сверхтяжелых элементов.
4. Получение и изучение свойств новых тяжелых и сверхтяжелых ядер в бинарных процессах много-нуклонных передач и квазиделения.
5. Исследование ядерных реакций с участием легких стабильных и радиоактивных ядер.
6. Получение и изучение свойств ядер, лежащих вблизи границ нуклонной стабильности.
7. Теоретические исследования структуры ядер и ядерных реакций с участием стабильных и радиоактивных ядер.
8. Разработка и поддержка сетевой базы знаний по ядерной физике низких энергий.
9. Развитие физических установок и создание новых сепараторов для исследования ядер на границах стабильности.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Проведение экспериментов по изучению реакций полного слияния с ионами  $^{50}\text{Ti}$ .
2. Подготовка и проведение первых тестовых экспериментов по синтезу элемента 115 (Mc) в реакции  $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am}$  на Фабрике СТЭ.
3. Проведение экспериментов по измерению множественности мгновенных нейтронов спонтанного деления изотопов Sg в реакциях с  $^{54}\text{Cr}$  и тяжелых изотопов Rf в реакциях с  $^{22}\text{Ne}$ . Исследование редких каналов реакций с испусканием заряженных частиц, изучение свойств распада тяжелых изотопов Rf и Sg на сепараторе SHELS + GABRIELA. Подготовка экспериментов по спектрометрии свойств распада изотопа  $^{288}\text{Mc}$  и его дочерних продуктов.
4. Проведение экспериментов по изучению химических свойств элемента 113 в реакции  $^{48}\text{Ca} + ^{243}\text{Am}$  на сепараторе ГНС-1. Подготовка экспериментов по химии СТЭ на Фабрике СТЭ.
5. Измерение сечений  $xn$  каналов реакций полного слияния  $^{40}\text{Ar} + ^{144}\text{Sm}$ ,  $^{40}\text{Ar} + ^{166}\text{Er}$ ,  $^{40}\text{Ca} + ^{144}\text{Nd}$  и  $^{48}\text{Ca} + ^{142}\text{Nd}$ .

6. Исследование массово-энергетических распределений фрагментов, образованных в реакциях  $^{18}\text{O} + ^{232}\text{Th}, ^{238}\text{U}; ^{22}\text{Ne} + ^{232}\text{Th}, ^{238}\text{U}$  и  $^{48}\text{Ca} + ^{154}\text{Sm}$ . Исследование многотельного распада слабозбужденных тяжелых ядер. Изучение мультикласторного распада в тяжелых и сверхтяжелых ядрах. Развитие физических установок.
7. Исследование структуры экзотических ядер  $^7\text{H}$ ,  $^{17}\text{Ne}$  и  $^{26}\text{Si}$  с использованием радиоактивных пучков на установках АКУЛИНА-1 и АКУЛИНА-2.
8. Проведение экспериментов на пучках тяжелых ионов  $^{16}\text{O}$  и  $^{22}\text{Ne}$ . Измерение выходов продуктов реакций многонуклонных передач. Измерение полных сечений и отдельных каналов реакций с использованием высокоэффективных чувствительных методов регистрации и идентификации продуктов на пучках экзотических ядер с малой интенсивностью ( $10^3\text{-}10^5 \text{ c}^{-1}$ ).
9. Теоретические исследования механизмов ядерных реакций с участием тяжелых ионов.
10. Поддержка и развитие ядерно-физической базы знаний, функционирующей в сети Интернет.
11. Исследование размеров и формы экзотических ядер методами лазерной спектроскопии.

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ                       | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|--|--|---------------------------------|
| 1. Синтез новых изотопов сверхтяжелых элементов на установке ГНС<br><br>ЛЯР                  | Утенков В.К.<br><br>Абдуллин Ф.Ш., Воинов А.А., Зубарева А.М., Коврижных Н.Д., Кузнецов Д.А., Петрушкин О.В., Поляков А.Н., Сагайдак Р.Н., Свиридченко А.С., Соловьев Д.И., Субботин В.Г., Сухов А.М., Цыганов Ю.С., Широковский И.В., Шумейко М.В., Шлаттауер Л.  | Набор данных                    |
| 2. $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -спектроскопия тяжелых ядер на установке SHELS<br><br>ЛЯР | Еремин А.В.<br><br>Изосимов И.Н., Исаев А.В., Катрасев Д.Е., Кузнецов А.Н., Кузнецова А.А., Малышев О.Н., Попеко А.Г., Попов В.М., Попов Ю.А., Сбитнев В.А., Свирихин А.И., Сокол Е.А., Тезекбаева М.С., Челноков М.Л., Чепигин В.И.                               | Набор данных                    |
| 3. Химические свойства сверхтяжелых элементов<br><br>ЛЯР                                     | Дмитриев С.Н.<br><br>Аксенов Н.В., Альбин Ю.В., Бодров А.Ю., Божиков Г.А., Воронюк М.Г., Востокин Г.К., Густова Н.С., Звара И., Лебедев В.Я., Лебедев К.В., Мадумаров А.Ш., Мельник Е.В., Рыхлюк А.В., Сабельников А.В., Стародуб Г.Я., Чупраков И., Штайнеггер П. | Набор данных                    |
| 4. Проведение экспериментов на магнитном анализаторе сверхтяжелых атомов MASHA<br><br>ЛЯР    | Родин А.М.<br><br>Крупа Л., Веденеев А.Ю., Гуляев А.В., Гуляева А.В., Камас Д., Комаров А.Б., Новоселов А.С., Опихал А., Подшибякин А.В., Саламатин В.С., Степанцов С.В., Чернышева Е.В., Юхимчук С.А.   | Набор данных                    |

5. Изучение процессов слияния-деления, квазиделения, инверсного квазиделения и реакций многонуклонных передач.  
Установки КОРСЕТ-ДЕМОН, КОРСАР, МиниФобос  
ЛЯР  
Иткис М.Г. Набор данных  
Александров А.А., Александрова И.А., Воробьев И.В., Горяйнова З.И., Дятлов И.Н., Жукова А.О., Жучко В.Е., Иткис Ю.М., Каманин Д.В., Кирокасян В.В., Княжева Г.Н., Козулин Э.М., Козулина Н.И., Кузнецова Е.А., Новиков К.В., Пан А., Пчелинцев И.В., Пятков Ю.В., Савельева Е.О., Семенов Ю.Б., Солодов О.Н., Стрекаловский А.О., Стрекаловский О.В., Фаломкина А.В.
6. Исследования структуры экзотических ядер вблизи и за границей нуклонной стабильности на установках АКУЛИНА и КОМБАС  
ЛЯР  
ЛТФ  
Фомичев А.С. Набор данных  
Артюх А.Г., Батчулуун Э., Безбах А.А., Белогуров С.Г., Воронцов А.Н., Вольски Р., Головков М.С., Григоренко Л.В., Горшков А.В., Горшков В.А., Газеева Э.М., Залевски Б., Каминьски Г., Каржан Н., Кислуха Д.А., Крупко С.А., Клыгин С.А., Кононенко Г.А., Май К.А., Мауей Б., Музалевский И.А., Никольский Е.Ю., Парфенова Ю.Л., Рымжанова С.А., Сериков А., Сидорчук С.И., Слепнев Р.С., Середа Ю.М., Тер-Акопьян Г.М., Худоба В., Шаров П.Г.  
Ершов С.Н., Шульгина Н.Б.
7. Изучение реакций с пучками стабильных и радиоактивных нуклидов, приводящих к образованию экзотических ядер. Развитие установок МАВР и МУЛЬТИ  
ЛЯР  
Пенионжкевич Ю.Э. Набор данных  
Изготовление  
Азнабаев Д.Т., Иванов М.П., Лукьянов С.М., Маслов В.А., Мендибаев К.О., Покровская З.Д., Ревенко Р.В., Сивачек И., Скобелев Н.К., Соболев Ю.Г., Смирнов В.И., Тестов Д.А.
8. Теоретические исследования механизмов ядерных реакций  
ЛЯР  
Карпов А.В.  
Деникин А.С., Музыка Ю.А., Науменко М.А., Рачков В.А., Самарин В.В., Сайко В.В., Черепанов Е.А.
9. Развитие и поддержка ядерно-физической базы знаний, функционирующей в сети Интернет  
ЛЯР  
Карпов А.В. Набор данных  
Деникин А.С.  
Науменко М.А., Рачков В.А., Самарин В.В., Сайко В.В.

10. Лазерная спектроскопия  
изотопов

Земляной С.Г.

Набор данных

ЛЯР

Аввакумов К.А., Жеменик В.И., Зузаан Б., Мышинский Г.Н.

Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город              | Институт или лаборатория  | Участники   | Статус            |
|--------------------------------------|--------------------|---|---|-------------------|
| Болгария                             | София              | INRNE BAS   | Стоянов Ч. + 2 чел.<br>Тонев Д. + 2 чел.                    | Протокол          |
| Вьетнам                              | Ханой              | IOF VAST  | Ли Хонг Хим + 1 чел.  | Протокол          |
| Казахстан                            | Астана             | ЕНУ   | Кутербеков К.А. + 2 чел.                                    | Совместные работы |
|                                      | Алматы             | РГП ИЯФ   | Буртебаев Н. + 5 чел.<br>Квочкина Т.Н. + 3 чел.             | Совместные работы |
| Монголия                             | Улан-Батор         | НИИ ЭТФ КазНУ   | Юшков А.В.  | Протокол          |
|                                      |                    | NRC NUM   | Даваа С + 4 чел.  | Совместные работы |
| Польша                               | Варшава            | IEP WU  | Пфютцнер М. + 4 чел.<br>Зенон Й.<br>Напиорковки П. + 2 чел. | Протокол          |
|                                      | Краков             | NINP PAS  | Май А. + 3 чел.   | Совместные работы |
| Россия                               | Познань            | AMU   | Блащак З.   | Совместные работы |
|                                      | Москва             | ИФХЭ РАН  | Мясоедов Б.Ф. + 2 чел.                                      | Совместные работы |
|                                      |                    | МГУ   | Зеленская Н.С. + 2 чел.<br>Калмыков С.Н. + 3 чел.           | Совместные работы |
|                                      |                    | НИИЯФ МГУ   | Еременко Д.В. + 3 чел.                                      | Совместные работы |
|                                      |                    | НИЦ КИ  | Оглоблин А.А. + 3 чел.<br>Коршенинников А.А. + 3 чел.       | Совместные работы |
|                                      |                    | НИЯУ "МИФИ"   | Пятков Ю.В. + 3 чел.  | Совместные работы |
|                                      |                    | РХТУ  | Магомедбеков Э.П. + 3 чел.                                  | Совместные работы |
|                                      | Москва, Троицк     | ИЯИ РАН   | Конобеевский Е.С.   | Протокол          |
|                                      | Москва, Зеленоград | НИИМВ   | Егоров Н.Н. + 1 чел.  | Договор           |
|                                      | Воронеж            | ВГУ   | Кадменский С.Г. + 2 чел.                                    | Совместные работы |
| Гатчина                              | НИЦ КИ ПИЯФ        | Алхазов Г.Д. + 4 чел.<br>Пантелеев В.Н. + 2 чел.<br>Титов А.В. + 1 чел. | Совместные работы   |                   |
|                                      | Димитровград       | ГНЦ НИИАР   | Тузов А.А. + 5 чел.   | Совместные работы |
|                                      | С.-Петербург       | РИ  | Хлебников С.В. + 2 чел.<br>Рубченя В.А. + 1 чел.            | Совместные работы |
| Румыния                              | Саров              | ФТИ им. А.Ф.Иоффе   | Еремин В.К. + 1 чел.  | Совместные работы |
|                                      |                    | ВНИИЭФ  | Юхимчук А.А. + 4 чел.                                       | Совместные работы |
| Бухарест                             | IFIN-HH            | Борча К. + 2 чел.<br>Замфир Н.В.<br>Балабанский Д.П.                    | Протокол  |                   |
| Словакия                             | Братислава         | IP SAS  | Климан Я. + 2 чел.  | Протокол          |
|                                      |                    | CU  | Анталиц С. + 2 чел.   | Совместные работы |

|                |                |              |  |                   |
|----------------|----------------|--------------|--|-------------------|
| Украина        | Киев           | ИЯИ НАНУ     | Вишневский И.Н. + 5 чел.   | Совместные работы |
| Чехия          | Прага          | STU          | Штекл И. + 1 чел.<br>Поспишил С. + 2 чел.<br>Йон Я. + 3 чел.                                   | Совместные работы |
|                |                | VP           | Хедбавны П.  | Совместные работы |
|                | Оломоуц        | UP           | Пехоушек И. + 2 чел.   | Совместные работы |
|                | Ржеж           | NPI CAS      | Куглер А. + 5 чел.<br>Мразек Я. + 5 чел.   | Протокол          |
| Германия       | Берлин         | HZB          | фон Эртцен В. + 2 чел.   | Совместные работы |
|                | Дармштадт      | GSI          | Симон Х. + 2 чел.<br>Хофманн З. + 3 чел.<br>Хайниц С. + 2 чел.<br>Шайденбергер К.<br>Дикель Т. | Совместные работы |
|                | Тюбинген       | Ун-т         | Генненвайн Ф. + 1 чел.   | Совместные работы |
|                | Майнц          | JGU          | Вендт К.   | Совместные работы |
| Египет         | Гиза           | CU           | Исмаил М. + 4 чел.   | Совместные работы |
|                | Аль-Минуфия    | MU           | Озман Х.А.   | Совместные работы |
| Италия         | Катания        | INFN LNS     | Калабретта Л. + 3 чел.   | Совместные работы |
|                | Леньяро        | INFN LNL     | Коради Л. + 5 чел.   | Совместные работы |
|                | Мессина        | UniMe        | Джиардина Дж.<br>+ 2 чел.  | Совместные работы |
| ЮАР            | Неаполь        | Unina        | Вардачи Э. + 2 чел.  | Совместные работы |
|                | Претория       | UNISA        | Лекала М.Л. + 2 чел.   | Совместные работы |
|                | Кейптаун       | iThemba LABS | Барк Р. + 2 чел.   | Совместные работы |
|                | Стелленбос     | SU           | Махатхини Л.<br>Вингаард Ш. + 1 чел.   | Совместные работы |
| Бельгия        | Брюссель       | ULB          | Ханапше Ф. + 1 чел.  | Совместные работы |
|                | Лёвен          | KU Leuven    | Кудрявцев Ю.   | Совместные работы |
| Великобритания | Манчестер      | UoM          | Биллоуз Дж.  | Совместные работы |
| Индия          | Манипал        | MU           | Гупта М. + 2 чел.  | Совместные работы |
|                | Калькутта      | VECC         | Бхаттачарья Ч. + 9 чел.<br>Тилак Гош Кумар<br>Сен А.   | Совместные работы |
|                | Нью-Дели       | IUAC         | Мадхаван Н. + 4 чел.   | Совместные работы |
| Испания        | Уэльва         | UHU          | Браво И.М. + 1 чел.  | Совместные работы |
|                | Мадрид         | CSIC         | Тенгблад О. + 1 чел.   | Совместные работы |
| Китай          | Пекин          | PKU          | Янлинь Й.  | Совместные работы |
|                | Ланьчжоу       | IMP CAS      | Ган З. + 6 чел.  | Совместные работы |
| США            | Ист-Лансинг    | MSU          | Миттиг В. + 1 чел.<br>Тарасов О.Б. + 2 чел.  | Совместные работы |
|                | Колледж Стэйшн | Texas A&M    | Чубарян Г.Г. + 2 чел.<br>Рогачев Г. + 5 чел.   | Совместные работы |
|                | Лемонт         | ANL          | Савар Г. + 2 чел.  | Совместные работы |
|                | Ливермор       | LLNL         | Стойер М. + 6 чел.   | Договор           |
|                | Нашвилл        | VU           | Гамильтон Дж. + 3 чел.   | Совместные работы |
|                | Ок-Ридж        | ORNL         | Роберто Дж.Б. + 6 чел.   | Договор           |
| Финляндия      | Ювяскюля       | UJ           | Тржаска В. + 3 чел.<br>Юлин Р. + 3 чел.<br>Моор Й.<br>Гриндлис П.                              | Совместные работы |

|           |           |                    |  |                   |
|-----------|-----------|--------------------|--|-------------------|
| Франция   | Кан       | GANIL              | Пио Ж. + 3 чел.<br>Стодель К. + 2 чел.<br>Левитович М. + 5 чел.  | Совместные работы |
|           | Орсе      | CSNSM              | Хошильд К. + 2 чел.  | Совместные работы |
|           |           | IPN Orsay          | Ибрагим Ф. + 5 чел.<br>Матеа И К. + 6 чел.<br>Верней Д. + 3 чел. | Совместные работы |
|           | Сакле     | SPhN CEA<br>DAPNIA | Аламанос Н. + 3 чел.   | Совместные работы |
| ЦЕРН      | Страсбург | CRN                | Штутге Л. + 3 чел.   | Совместные работы |
|           |           | IPHC               | Дорво О. + 3 чел.  | Совместные работы |
|           | Женева    | ЦЕРН               | Федосеев В.<br>Джонстон К.                                       | Совместные работы |
| Швейцария | Виллиген  | PSI                | Айхлер Р. + 5 чел.   | Протокол          |
| Швеция    | Гётеборг  | Chalmers           | Нильсон Т. + 1 чел.  | Совместные работы |
|           | Лунд      | LU                 | Седеркал Й. + 1 чел.   | Совместные работы |
| Япония    | Вако      | RIKEN              | Сакураи Х. + 2 чел.  | Совместные работы |
|           | Токай     | JAEA               | Ногаме Ю. + 3 чел.   | Совместные работы |

## Неускорительная нейтринная физика и астрофизика

### Руководители темы:

Бруданин В.Б.  
Ковалик А.  
Якушев Е.А.

### Участвующие страны и международные организации:

Армения, Бельгия, Болгария, Великобритания, Германия, Испания, Казахстан, Монголия, Польша, Россия, Румыния, Словакия, США, Узбекистан, Украина, Франция, Финляндия, Чехия.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Поиск и изучение безнейтринной и двухнейтринной мод двойного бета-распада, выяснение природы майорановская или дираковская нейтрино, определение абсолютных значений нейтринных масс и их иерархии, поиск магнитного момента электронного нейтрино, поиск возможных проявлений темной материи в области низких и высоких энергий, изучение галактических и внегалактических нейтринных источников, диффузного нейтринного космологического фона и поиск экзотических частиц (магнитные монополи). Исследование внутриреакторных процессов на КАЭС. Поиск стерильных нейтрино. Спектроскопия ядер, удаленных от полосы бета-стабильности. Развитие новых методов регистрации заряженных и нейтральных частиц.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Поиск  $2\beta 0\nu$ -распада  $^{150}\text{Nd}$ ,  $^{106}\text{Cd}$ ,  $^{82}\text{Se}$ ,  $^{76}\text{Ge}$  на спектрометрах SuperNEMO, GERDA. Получение верхнего предела на существование безнейтринного  $2\beta$ -распада  $^{76}\text{Ge}$ ,  $^{82}\text{Se}$  на уровне  $T_{1/2} \geq 10^{25}$  лет, соответствующего майорановской массе нейтрино  $m_\nu \leq 0,1$  эВ.
2. Измерение  $T_{1/2}(2\beta 2\nu)$  для  $^{150}\text{Nd}$ ,  $^{116}\text{Cd}$ ,  $^{96}\text{Zr}$ ,  $^{82}\text{Se}$ ,  $^{76}\text{Ge}$ ,  $^{48}\text{Ca}$ ,  $^{130}\text{Te}$  на спектрометрах SuperNEMO, GERDA.
3. Поиск частиц темной материи в эксперименте EDELWEISS. Задачей новой фазы эксперимента EDELWEISS-LT является достижение чувствительности на уровне нейтринного сигнала (когерентное рассеяние  $^8\text{B}$  солнечных нейтрино). Будет проводиться набор данных с болометрами, работающими в моде с внутренним усилением фоновых сигналов, благодаря использованию эффекта Неганова-Люка. Проведение исследований, направленных на улучшение энергетических разрешений индивидуальных каналов измерений до уровня лучше 100 кэВ.
4. Измерение магнитного момента нейтрино на спектрометре GEMMA-II на уровне чувствительности  $3 \div 8 \cdot 10^{-12} \mu_B$ .
5. Исследование излучений радиоактивных нуклидов редкоземельной области и структуры возбужденных состояний ядер различной равновесной деформации.
6. Экспериментальное исследование Оже процессов в радиоактивном распаде. Измерение энергий и вероятностей излучения.
7. Внутри реакторная диагностика промышленных атомных реакторов с помощью спектрометра DANSS. Поиск стерильных нейтрино в экспериментах с реакторными антинейтрино.
8. Участие совместно с институтами России в создании глубоководного нейтринного телескопа мюонов и нейтрино масштаба  $1 \text{ км}^3$  на озере Байкал (HT1000). Исследование потоков нейтрино сверхвысоких энергий из космоса, поиск гипотетических частиц–магнитных монополей, а также частиц–кандидатов на роль темной материи.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Набор статистики в измерениях  $2\beta 0\nu$ - и  $2\beta 2\nu$ -распадов в ядрах  $^{106}\text{Cd}$ ,  $^{82}\text{Se}$ ,  $^{76}\text{Ge}$  на спектрометрах SuperNEMO, GERDA.
2. Обработка экспериментальных данных и определение  $T_{1/2}(2\beta 2\gamma)$  для  $^{82}\text{Se}$ ,  $^{76}\text{Ge}$ ,  $^{150}\text{Nd}$ ,  $^{96}\text{Zr}$ ,  $^{130}\text{Te}$ ,  $^{116}\text{Cd}$ ,  $^{48}\text{Ca}$ .
3. Набор статистики в измерениях на низкофоновой установке с HPGe детекторами на Калининской атомной электростанции. Поиск магнитного момента нейтрино на уровне чувствительности  $\sim 3 \cdot 10^{-12} \mu\text{B}$ . Поиск сигналов когерентного рассеяния нейтрино на ядрах германия.
4. Продолжение набора данных в эксперименте EDELWEISS с детекторами нового типа, работающими при пороге  $\sim 0.3$  кэВ. Анализ ранее накопленных данных.
5. Исследование и разработка детектирующих систем на основе полупроводниковых детекторов для экспериментов GERDA и MAJORANA. Продолжение набора статистики в этих экспериментах по поиску  $2\beta 0\nu$ -распада  $^{76}\text{Ge}$ .
6. Набор статистики и постановка 4 и 5 полномасштабных кластеров проекта Baikal-GDV (проект Байкал).
7. Исследование KLL и KMM групп Оже-электронов при распаде  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{67}\text{Cu}$ ,  $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{152,154,155}\text{Eu}$ .
8. Разработка и испытание низкороговых ( $\sim 200$  эВ) HPGe-детекторов. Изготовление низкофоновых пластических сцинтилляторов для поиска когерентного рассеяния нейтрино.
9. Испытание различных систем детектора DANSS. Набор статистики в эксперименте DANSS с целью поиска стерильных нейтрино. Обработка полученных данных, публикация результатов. Диагностика промышленного реактора с помощью спектрометра DANSS.
10. Завершение ремонта радиохимической лаборатории 2-ого класса; размещение оборудования для изготовления источников для брахитерапии раковых заболеваний; получение санитарно-эпидемиологического заключения на проведение работ в радиохимической лаборатории 2-ого класса.

### Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта               | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. SuperNEMO     | Кочетов О.И.                       | 1 (2013 – 2021)                      |
| 2. GEMMA-III     | Бруданин В.Б.                      | 1 (2010 – 2021)                      |
| 3. EDELWEISS-LT  | Якушев Е.А.                        | 1 (2010 – 2021)                      |
| 4. G&M (GERDA)   | Гусев К.Н.                         | 1 (2010 – 2021)                      |
| 5. DANSS         | Бруданин В.Б.<br>Егоров В.Г.       | 1 (2011 – 2021)                      |
| 6. БАЙКАЛ        | Белолаптиков И.А.<br>Бруданин В.Б. | 1 (2009 – 2023)                      |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории   | Руководители<br>Основные исполнители | Статус проекта или эксперимента |
|--|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Проект SuperNEMO.<br>Исследование $2\beta 0\nu$ - и $2\beta 2\nu$ -распадов $^{150}\text{Nd}$ , $^{116}\text{Cd}$ , $^{100}\text{Mo}$ , $^{96}\text{Zr}$ , $^{82}\text{Se}$ , $^{48}\text{Ca}$ и $^{130}\text{Te}$ на спектрометре NEMO-3 | Кочетов О.И.                         | R&D<br>Набор данных             |

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
| ЛЯП  | Камнев И.И., Бедняков В.А., Немченко И.Б., Тимкин В.В., Третьяк В.И., Философов Д.В., Вагина О.В., Караиванов Д.В., Шитов Ю.А.                                 |                              |
| ЛТФ  | Шимковиц Ф.  | Набор данных                 |
| 2. Исследование $2K2\nu$ и $2K0\nu$ распада $^{106}\text{Cd}$ на спектрометре TGV  | Рухадзе Н.И.<br>Штекл И.   | Набор данных                 |
| ЛЯП  | Сандуковский В.Г., Катулина С.Л., Тимкин В.В.  |                              |
| ЛТФ  | Шимковиц Ф.  | Изготовление<br>Набор данных |
| 3. Проект G&M (GERDA-MAJORANA). Исследование и разработка детектирующих систем на основе ППД для экспериментов GERDA и MAJORANA. Поиск $2\beta 0\nu$ -распада $^{76}\text{Ge}$   | Гусев К.Н.   | Изготовление<br>Набор данных |
| ЛЯП  | Сандуковский В.Г., Бруданин В.Б., Клименко А.А., Зинатулина Д.Р., Шевчик Е.А., Житников И.В., Катулина С.Л., Румянцева Н.С., Лубашевский А.В., Васильев С.И.   |                              |
| ЛТФ  | Шимковиц Ф.  | Модернизация<br>Набор данных |
| 4. Проект GEMMA-III. Поиск магнитного момента и когерентного рассеяния нейтрино  | Бруданин В.Б.<br>Лубашевский А.В.<br>Якушев Е.А.   | Модернизация<br>Набор данных |
| ЛЯП  | Белов В.В., Егоров В.Г., Житников И.В., Зинатулина Д.Р., Медведев Д.В., Пономарев Д.В., Розов С.В., Розова И.Е., Сандуковский В.Г., Фомина М.В., Ширченко М.В. |                              |
| 5. Проект EDELWEISS-LT. Поиск небарионной темной материи с криогенными детекторами в подземной лаборатории Фрежус  | Якушев Е.А.<br>Розов С.В.  | Модернизация<br>Набор данных |
| ЛЯП  | Бруданин В.Б., Каланинова З., Лубашевский А.В., Мирзаев Н.А., Перовошиков Л.Л., Пономарев Д.В., Рахимов А.В., Розова И.Е., Философов Д.В., Шахов К.В.          |                              |
| 6. Проект БАЙКАЛ. Создание 4 и 5 кластеров глубоководного нейтринного телескопа масштаба $1\text{ км}^3$ на озере Байкал (BAIKAL-GVD). Исследование потоков нейтрино сверхвысоких энергий из космоса, поиск гипотетических частиц-магнитных монополей, а также кандидатов на роль темной материи | Белолопчиков И.А.<br>Бруданин В.Б.   | Изготовление<br>Набор данных |

ЛЯП

Плисковский Е.Н., Конищев К.В., Ширченко М.В., Розова И.Е., Смольников А.А., Клименко А.А., Егоров В.Г., Саламатин А.В., Коробченко А.В., Панфилов А.И., Миленин М.Б., Дворницки Р., Колбин М.М., Дорошенко А.А., Сафронов Г.Б., Петухов Д.П., Голубков К.В., Назари В., Рушай В.Д.

7. Исследование спектров низкоэнергетических электронов, сопровождающих радиоактивный распад ядер, с целью получения данных для атомной и ядерной физики, а также для ядерной медицины. Разработка сверхстабильного энергетического репера для нейтринного проекта KATRIN. Исследование излучений радиоактивных нуклидов редкоземельной области и структуры возбужденных состояний ядер различной равновесной деформации

Иноятов А.Х.  
Ковалик А.

Набор данных

ЛЯП

Перевозищikov Л.Л., Стегайлов В.И., Морозов В.А., Морозова Н.В., Солнышкин А.А., Философов Д.В.

ЛЯР

Изосимов И.Н.

8. Радиохимическое обеспечение облучения мишеней, выделение из них радионуклидов методами радиохимии и масс-сепарации, приготовление источников ионизирующих излучений для проведения физических исследований в ЛЯП; химическое, радиохимическое и масс-сепараторное обеспечение низкофоновых измерений для нейтринной физики

Юшкевич Ю.В.  
Философов Д.В.

Изготовление

ЛЯП

Ваганов Ю.А., Солнышкин А.А., Лебедев Н.А., Караванов Д.В., Величков А.И.

ЛЯР

Божиков Г.А.

9. Разработка методов разделения элементов (радиохимия и масс-сепарация); разработка методов получения радиоизотопов для ядерной медицины и синтеза радиофармпрепаратов на их основе; разработка и изготовление микроисточников для брахитерапии раковых заболеваний; исследование физико-химических свойств конденсированных сред с использованием метода возмущенных угловых корреляций ядерных излучений

ЛЯП

ЛЯР

10. Разработка и создание низкопорговых HPGe-детекторов. Разработка и создание специальных типов Si- и Ge-детекторов для низкофоновых измерений. Разработка и создание пластических сцинтилляторов для низкофоновых спектрометров, для нейтронных детекторов, для детектирования космических мюонов. Разработка и создание сети мюонных годоскопов для непрерывного мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы над Московским регионом

ЛЯП

ЛЯР

ЛФВЭ

11. Проект DANSS

ЛЯП

Юшкевич Ю.В.  
Философов Д.В.  
Столяров А.В.

Изготовление

Ваганов Ю.А., Солнышкин А.А., Лебедев Н.А., Караванов Д.В., Величков А.И.

Божиков Г.А.

Бруданин В.Б.  
Якушев Е.А.

Изготовление

Гуров Ю.Б., Грубчин Л., Борович Д.В., Розов С.В., Катулина С.Л., Гусев К.Н., Немченко И.Б., Сандуковский В.Г., Пономарев Д.В.

Родин А.М.

Замятин Н.И.

Бруданин В.Б.  
Егоров В.Г.

Модернизация  
Набор данных

Зинатулина Д.Р., Шевчик Е.А., Житников И.В., Розова И.Е., Румянцева Н.С., Фомина М.В., Белов В.В., Кузнецов А.С., Ширченко М.В.

**Сотрудничество по теме:**

| <b>Страна или международная организация</b> | <b>Город</b>   | <b>Институт или лаборатория</b> | <b>Участники</b>   | <b>Статус</b>  |                   |
|---|----------------|---------------------------------|--|--|-------------------|
| Армения                                     | Ереван         | ЕГУ                             | Балабекян А.Р. + 2 чел.<br>Данагулян А.С. + 2 чел.                 | Протокол   |                   |
| Болгария                                    | София          | ННЛА                            | Погосов В.С. + 2 чел.  | Протокол   |                   |
|   |                | INRNE BAS                       | Костов Л. + 3 чел.<br>Миланов М.<br>Минкова А. + 3 чел.            | Протокол   |                   |
| Казахстан                                   | Пловдив        | РУ                              | Маринов А. + 1 чел.  | Совместные работы  |                   |
|   | Алматы         | РГП ИЯФ                         | Жданов + 2 чел.<br>Пеньков Ф.М. + 1 чел.<br>Тулеушев Ю.Ж. + 4 чел. | Протокол   |                   |
| Монголия                                    | Улан-Батор     | NRC NUM                         | Ганбаатар Н.<br>Лхагва О.  | Совместные работы  |                   |
| Польша                                      | Краков         | IPT MAS                         | Энхбат С.  | Совместные работы  |                   |
|   |                | AGH-UST                         | Возняк Я. + 2 чел.   | Протокол   |                   |
|   |                | NINP PAS                        | Юрковски Я. + 1 чел.   | Протокол   |                   |
| Россия                                      | Люблин         | UMCS                            | Будзынски М. + 5 чел.  | Протокол   |                   |
|   | Отвоцк-Сверк   | NCBJ                            | Садовски М. + 3 чел.   | Протокол   |                   |
|   | Москва         | АО "ВНИИНМ"<br>ИТЭФ             | АО "ВНИИНМ"  | Ривкис Л.А. + 4 чел.   | Совместные работы |
|   |                |                                 | ИТЭФ   | Барабаш А.С.<br>Старостин А.С. + 3 чел.<br>Данилов М.В. + 6 чел. | Протокол          |
|   |                |                                 | ИНТРА  | Шевчик А.А.  | Протокол          |
|   |                |                                 | НИЯУ "МИФИ"  | Самедов В.В.<br>Гуров Ю.Б. + 5 чел.<br>Петрухин А.Ф. + 5 чел.    | Совместные работы |
|   | Москва, Троицк | НИИЯФ МГУ                       | НИИЯФ МГУ  | Блохинцев Л.Д.<br>Тетерева Т.В. + 1 чел.                         | Протокол          |
|   |                |                                 | РАДОН  |  | Совместные работы |
|   |                |                                 | ИЯИ РАН  | Домогацкий Г.В. + 10 чел.<br>Безруков Л.Б. + 10 чел.             | Протокол          |
|   |                |                                 | ИФВД РАН   | Цвященко А.В.  | Протокол          |
| Воронеж                                     |                |                                 | ВГУ  | Вахтель В.М. + 4 чел.  | Протокол          |
| Гатчина                                     |                |                                 | НИЦ КИ ПИЯФ  | Музилев К.А. + 5 чел.  | Совместные работы |
| Дубна                                       |                |                                 | Гос. ун-т "Дубна"  | Немченко И.Б. + 2 чел.   | Совместные работы |
| Нейтрино                                    |                |                                 | БНО ИЯИ РАН  | Кузьминов В.В. + 20 чел.   | Совместные работы |
| С.-Петербург                                | НИИФ СПбГУ     | НИИФ СПбГУ                      | Власников К.А. + 3 чел.  | Совместные работы  |                   |
|   |                | РИ                              | Изосимов И.Н. + 2 чел.   | Совместные работы  |                   |
|   |                | ФТИ им. А.Ф.Иоффе               | Пастернак А.А. + 4 чел.  | Совместные работы  |                   |
|   |                | Саров                           | ВНИИЭФ   | Борискин А.С.  | Совместные работы |
| Томск                                       | ИСЭ СО РАН     | ИСЭ СО РАН                      | Ратахин Н.А. + 5 чел.  | Совместные работы  |                   |
|   |                | НИИ ЯФ ТПУ                      | Дудкин Г.Н. + 4 чел.<br>Петров А. + 4 чел.                         | Протокол   |                   |
| Румыния                                     | Бухарест       | IFIN-НН<br>UB                   | Бэдика Т. + 1 чел.<br>Тудор Тибериу                                | Протокол<br>Совместные работы                                    |                   |

|                |                                |                                  |   |   |
|----------------|--------------------------------|----------------------------------|---|---|
| Словакия       | Братислава                     | CU<br>IEE SAS                    | Шимкович Ф. + 2 чел.<br>Гуран Й.  | Протокол<br>Совместные работы   |
| Узбекистан     | Ташкент                        | ИЯФ АН РУз<br>НИИПФ НУУз         | Салихбаев У.С. + 6 чел.<br>Муминов Т.М. + 4 чел.                                    | Протокол<br>Протокол  |
| Украина        | Самарканд<br>Киев              | СамГУ<br>ИЯИ НАНУ                | Сафаров А.Н. + 2 чел.<br>Вишнеvский И.Н. + 5 чел.<br>Третьяк В.И. + 4 чел.          | Совместные работы<br>Совместные работы                                    |
| Чехия          | Прага<br>Ржеж                  | СТУ<br>NPI CAS                   | Яноут З. + 2 чел.<br>Куглер А.<br>Гонс З.   | Протокол<br>Совместные работы   |
| Германия       | Гейдельберг<br>Мюнхен<br>Майнц | МРІК<br>TUM<br>JGU               | Швингенхоер Б. + 7 чел.<br>Шонерт С. + 5 чел.<br>Вендт К. + 3 чел.                  | Совместные работы<br>Совместные работы<br>Совместные работы               |
| Бельгия        | Лёвен                          | KU Leuven                        | Приелс Р. + 5 чел.  | Совместные работы   |
| Великобритания | Лондон<br>Манчестер            | UCL<br>UoM                       | Саакян + 10 чел.<br>Ремболд С. + 8 чел.   | Совместные работы<br>Совместные работы                                    |
| США            | Ирвайн<br>Остин                | UCI<br>UT                        | Быстрицкий В.М. + 4 чел.<br>Ланг К. + 3 чел.  | Совместные работы<br>Совместные работы                                    |
| Финляндия      | Ювяскюля                       | UJ                               | Сухонен И. + 1 чел.   | Совместные работы   |
| Франция        | Бордо<br>Кан<br>Орсе           | CENBG<br>UNICAEN<br>CSNSM<br>LAL | Марке К. + 8 чел.<br>Маже Ф. + 8 чел.<br>Бриансон Ш. + 5 чел.<br>Жюлиан С. + 7 чел. | Совместные работы<br>Совместные работы<br>Соглашение<br>Совместные работы |

## Совершенствование Фазотрона ЛЯП и разработка циклотронов для физических и прикладных исследований

**Руководители темы:** Карамышева Г.А.  
Яковенко С.Л.

**Участвующие страны и международные организации:**  
Бельгия, Китай, Польша, США, Узбекистан, Чехия, Япония.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Совершенствование и модернизация фазотрона и трактов пучков. Разработка циклотронов для медицинских применений. Развитие циклотронного метода ускорения сильноточных пучков.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Устойчивая работа фазотрона, модернизация систем электропитания трактов пучков фазотрона.
2. Участие в запуске сверхпроводящего изохронного циклотрона для протонной терапии.
3. Создание методик и программ для проектирования ускорителей циклотронного типа. Применение разработок в проектах ускорителей.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Модернизация систем электропитания элементов трактов пучков фазотрона.
2. Участие в создании магнитов для канала транспортировки пучка в кабину терапии меланомы глаза. Участие в создании циклотрона SC202 для медицинского центра в г.Хефэй.
3. Разработка проекта сверхпроводящего циклотрона для протонной терапии SC202.
4. Проведение компьютерного моделирования на стадии сооружения ProNova K230 сверхпроводящего циклотрона для протонной терапии. Подготовка физ.обоснования циклотронного комплекса для адронной терапии.

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент   | Руководители  | Статус проекта или эксперимента |
|---|---|---------------------------------|
| Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Основные исполнители  |                                 |
| 1. Совершенствование фазотрона и трактов пучков<br><br>ЛЯП                | Яковенко С.Л.<br>Шакун Н.Г.<br><br>Ворожцов С.Б., Густов С.А., Кононенко Г.А., Миронин И.В., Поляков Ю.А., Смирнов В.И., Романов В.М., Уткин В.А. | Реализация                      |
| 2. Разработка циклотронов для медицинских применений                      | Карамышева Г.А.   | Техпроект                       |

ЛЯП

Ворожцов С.Б., Гурский С.В., Доля С.Н., Заплатин Н.Л., Казакова Г.Г., Киян И.Н., Петров Д.С., Чеснов А.Ф., Галкин Р.В., Лепкина О.Е., Ломакина О.В., Карамышев О.В., Ширков С.Г., Романов В.М., Сазонов В.Г., Седых М.Н.

ЛИТ

Амирханов И.В.

**3. Разработка и изготовление сверхпроводящего циклотрона для протонной терапии для ИФП (Хефэй, КНР)**

Ширков Г.Д.

R&D

ЛЯП

Бунятов К.С., Галкин Р.В., Гурский С.В., Карамышев О.В., Лепкина О.Е., Киян И.Н., Ломакина О.В., Малинин В.А., Чеснов А.Ф., Романов В.М., Попов Д.В., Ширков С.Г.

ЛФВЭ

Костромин С.А.

ЛЯР

Иваненко И.А.

ЛИТ

Амирханов И.В., Карамышева Т.В.

**4. Развитие циклотронного метода ускорения сильноточных пучков**

Ворожцов С.Б.

Реализация

ЛЯП

Ворожцов А.С., Заплатин Н.Л., Романов В.М., Смирнов В.Л.

**Сотрудничество по теме:**

| <b>Страна или международная организация</b> | <b>Город</b> | <b>Институт или лаборатория</b> | <b>Участники</b>            | <b>Статус</b>     |
|---|--------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Польша                                      | Краков       | NINP PAS                        | Ежабек М.<br>Суликовский Я. | Протокол          |
| Узбекистан                                  | Ташкент      | ИЯФ АН РУз                      | Гуламов И.Р.<br>Умеров Р.А. | Протокол          |
| Чехия                                       | Ржеж         | NPI CAS                         | Майлочка Т.                 | Совместные работы |
| Бельгия                                     | Лувен-ля-Нев | IBA                             | Ионген И.                   | Совместные работы |
| Китай                                       | Хэфэй        | IPP CAS                         | Сонг Ю.                     | Совместные работы |
| США   | Лансинг      | IONETIX                         | Винсент Д.                  | Совместные работы |
| Япония                                      | Тиба         | NIRS                            | Нода К.<br>Гото А.          | Совместные работы |

## Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона

**Руководитель темы:** Швецов В.Н.  
**Заместители:** Копач Ю.Н.  
 Лычагин Е.В.  
 Седышев П.В.

### Участвующие страны и международные организации:

Австралия, Австрия, Азербайджан, Албания, Беларусь, Бельгия, Болгария, Венгрия, Вьетнам, Германия, Греция, Грузия, Египет, Индия, Казахстан, Китай, Македония, Молдова, Монголия, Норвегия, Польша, Республика Корея, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, Словения, США, Таиланд, Турция, Узбекистан, Украина, Финляндия, Франция, Хорватия, ЦЕРН, Чехия, Швейцария, ЮАР, Япония.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Экспериментальные и теоретические исследования эффектов нарушения симметрий в реакциях с нейтронами и фундаментальных свойств нейтрона для проверки параметров Стандартной модели и поиска "новой физики". Исследования свойств возбужденных ядер, реакций с вылетом заряженных частиц, физики деления. Получение актуальных данных для астрофизики, ядерной энергетики и проблемы трансмутации ядерных отходов с помощью нейтроно- и гамма-индуцированных реакций. Применение методов нейтронной физики в других областях науки и техники. Разработка и создание детекторов нейтронов и других ионизирующих излучений, а также прикладных методов в нейтронной ядерной физике. Развитие импульсного источника резонансных нейтронов ИРЕН и экспериментальной базы на установке ИРЕН и исследовательской ядерной установке (ИЯУ) ИБР-2.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

#### Научные результаты:

1. Определение ограничения на величину Т-нечетных эффектов в делении в низколежащем резонансе  $^{235}\text{U}$ .
2. Определение величин Р-четных эффектов в реакциях  $^{14}\text{N}(n, p)^{14}\text{C}$ ,  $^{35}\text{Cl}(n, p)^{35}\text{S}$ .
3. Измерение полных и парциальных нейтронных сечений в области энергий от тепловых до нескольких МэВ.
4. Исследование распределений мгновенных нейтронов, гамма-квантов и осколков деления, в реакциях спонтанного и нейтронно-индуцированного деления актинидов. Определение порогов разрыва куперовских пар нуклонов в этих ядрах при захвате нейтронов для поиска и изучения влияния сверхтекучих свойств ядра на динамику процесса деления и увеличения точности расчетов ядерно-физических параметров актинидов и осколков их деления.
5. Исследование парамагнитного резонанса нейтронов первого рода для разных ядер в интервале энергии нейтронов 0.062-2.3 эВ на установке КОЛХИДА реактора ИБР-2.
6. Экспериментальное исследование физики взаимодействия нейтронной волны с веществом, движущимся с ускорением  $(10^4 - 10^5)\text{g}$ .
7. Измерение характеристик резонансных переходов между квантовыми состояниями нейтрона в гравитационном поле Земли на спектрометре GRANIT.
8. Установление ограничения на уровне  $10^{-16}$  на произведение констант связи скалярного и псевдоскалярного аксионоподобного взаимодействия на расстояниях  $\sim 10$  мкм на спектрометре GRANIT.
9. Измерение глубинных профилей различных элементов в различных по составу и структуре образцах.

### Методические результаты:

1. Определение элементного состава различных образцов ядерно-физическими методами.
2. Обеспечение стабильной работы установки ИРЕН на физический эксперимент. Увеличение интенсивности ИРЕН в 5 раз.
3. Разработка позиционно-чувствительных спектрометров нового типа для регистрации осколков деления и легких заряженных частиц.
4. Разработка и изготовления шестисекционного детектора множественных нейтронов на базе счетчиков СНМ-14Д с эффективностью регистрации не менее 50% для исследования флуктуаций множественности нейтронов в резонансной области при вынужденном нейтронами делении изотопов урана и плутония.
5. Разработка и создание детектора и регистрирующей аппаратуры для измерения Р-нечетного эффекта в реакции  ${}^3\text{He}(n, p){}^3\text{H}$  на холодных поляризованных нейтронах в рамках исследования слабого NN-потенциала.
6. Проект экспериментальной установки, нацеленной на измерения времени жизни нейтрона с точностью  $3 \cdot 10^{-4}$ .
7. Развитие ядерно-физических методик для элементного анализа твердых тел на пучках ускоренных частиц электростатического генератора ЭГ-5..
8. Создание и развитие нейтронных детекторов для космических аппаратов.
9. Создание низкофоновой установки для проведения радиоэкологических исследований.
10. Проект всеволнового поляризатора нейтронов на основе современных технологий.
11. Определение оптимальной технологии приготовления покрытий ловушек УХН с высокой граничной энергией и малым коэффициентом потерь.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

#### Исследования нарушений фундаментальных симметрий во взаимодействиях нейтронов с ядрами и сопутствующие данные:

1. Подготовка и проведение эксперимента по измерению Т-нечетных эффектов в делении  ${}^{233}\text{U}$  на пучке реактора ИБР-2.
2. Проведение эксперимента по измерению парамагнитного резонанса нейтронов первого рода в образцах гидрида титана  $TiH_2$  в интервале энергии поляризованных нейтронов 0.062-2.3 эВ на установке КОЛХИДА реактора ИБР-2.
3. Измерение четверного и поиск пятерного деления на спонтанном источнике  ${}^{252}\text{Cf}$ .
4. Измерение угловых и энергетических корреляций нейтрон-гамма и нейтрон-нейтрон в реакциях неупругого рассеяния нейтронов и  $(n, 2n)$  в рамках проекта TANGRA.
5. Проведение измерений реакции  ${}^{35}\text{Cl}(n, p){}^{35}\text{S}$  на резонансных нейтронах установки ИРЕН.
6. Проведение измерений реакции  $(n, \alpha)$  на изотопах Ni-60,61 при  $E_n=4.5-6.5$  МэВ на установке ЭГ-4.5 Института физики тяжелых ионов Пекинского университета.

#### Исследования фундаментальных свойств нейтрона, физика УХН:

1. Подготовка проекта по измерению времени жизни нейтрона на пучке реактора ИБР-2. Проведение методических измерений.
2. Установление ограничения на уровне  $10^{-16}$  на произведение констант связи скалярного и псевдоскалярного аксионоподобного взаимодействия на расстояниях  $\sim 10$  мкм на спектрометре GRANIT.
3. Проведение эксперимента по изучению “малого нагрева УХН” при взаимодействии с наночастицами различных размеров для проверки теоретической модели наблюдаемого эффекта.
4. Изготовление и тестирование установки для измерения зависимости коэффициента потерь УХН от энергии в диапазоне энергий, примыкающем к граничным значениям.
5. Подготовка проекта новой экспериментальной установки по наблюдению квантового туннелирования

6. Проведение экспериментов по дифракция нейтронов на поверхностной ультразвуковой волне.

**Прикладные и методические работы:**

1. Изготовление и тестирование 2D позиционно-чувствительного детектора
2. Создание 32 канальной детекторной системы множественности нейтронов на базе сцинтилляционных детекторов.
3. Изготовление двух секций детектора множественных нейтронов на базе счетчиков СНМ-14Д.
4. Измерения тонких слоев методами ядер отдачи, резерфордовского обратного рассеяния и рентгеновского анализа для различных материалов на установке ЭГ-5.
5. Проведение элементного и изотопного анализа археологических образцов на установке ИРЕН методом нейтронного активационного анализа.
6. Создание 16 канального сцинтилляционного детектора для проведения элементного и изотопного анализа образцов на установке ИРЕН методом нейтронной резонансной спектроскопии.
7. Разработка методики элементного анализа с использованием метода меченых нейтронов и стандартных источников нейтронов с использованием детекторов из сверхчистого германия, ВGO и NaI(Tl).
8. Проведение нейтронного активационного анализа экологических, геологических, биологических образцов и новых материалов на реакторе ИБР-2 с использованием ПТУ РЕГАТА.
9. Оснащение установки для нейтронного активационного анализа в Институте ядерной физики Алматы (Казахстан) компьютерной техникой и современными программными продуктами. Продолжение обучения сотрудников ИЯФ основам нейтронного активационного анализа.

**Развитие установки ИРЕН:**

1. Замена клистрона 2129 Thomson второй ускоряющей секции на клистрон E3730A Toshiba.
2. Обеспечение работы установки ИРЕН на физический эксперимент.

**Проекты по теме:**

| <b>Название проекта</b> | <b>Руководитель проекта</b>                         | <b>Приоритет проекта<br/>(сроки реализации)</b> |
|-------------------------|---|---|
| 1. TANGRA               | Копач Ю.Н.<br>Заместитель:<br>Быстрицкий В.М. (ЛЯП) | 1 (2014 – 2019)                                 |

**Основные этапы темы:**

| <b>Этап темы или эксперимент<br/>Лаборатория или другие<br/>подразделения ОИЯИ</b>                               | <b>Руководители<br/>Основные исполнители</b> | <b>Статус проекта или эксперимента</b>             |
|--|--|--|
| 1. Исследования нарушений фундаментальных симметрий во взаимодействиях нейтронов с ядрами и сопутствующие данные | Копач Ю.Н.                                   | Модернизация<br>Набор данных<br>Анализ результатов |

|   |  |
|---|--|
| ЛНФ   | Ахмедов Г.С., Бажажина Н.В., Бериков Д., Борзаков С.Б., Буадзе Б., Ву Дык Конг, Гледенов Ю.М., Грозданов Д.Н., Гундорин Н.А., Данилян Г.В., Демир Э., Зейналов Ш.С., Кобзев А.П., Кузнецов В.Л., Кулик М., Мезенцева Ж.В., Нгуен Нгок Ань, Нгуен Тхи Бао Ми, Новицкий В.В., Опра И.А., Опра К.Д., Покотилковский Ю.Н., Попов А.Б., Самадов С.Ф., Седышев П.В., Седышева М.В., Сидорова О.В., Ской В.Р., Суховой А.М., Тележников С.А., Третьякова Т.Ю., Фан Лыонг Туан, Цулая М., Чан Ван Фук, Чупраков И., Энхболд С. + 20 инженеров, + 3 рабочих   |
| <b>2. Исследования фундаментальных свойств нейтрона, физика УХН</b> | <b>Лычагин Е.В.</b><br><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">Модернизация<br/>Набор данных<br/>Анализ результатов</div>   |
| ЛНФ   | Бунатян Г.Г., Горюнов С.В., Еник Т.Л., Жерненков К.Н. Игнатович В.К., Кулин Г.В., Мицына Л.В., Музыка А.Ю., Несипбай А., Покотилковский Ю.Н., Реброва Н.Ю., Стрелков А.В., Франк А.И., Фурман В.И., Шараров Э.И. + 3 инженера, + 2 рабочих   |
| <b>3. Прикладные и методические работы</b>                          | <b>Седышев П.В.</b><br><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">Модернизация<br/>Набор данных<br/>Анализ результатов</div>   |
| ЛНФ   | Алексёнок Ю.В., Ахмедов Г.С., Бажажина Н.В., Бериков Д., Борзаков С.Б., Буадзе Б., Бунатян Г.Г., Василев А.С., Вергель К.Н., Виеру Е., Ву Дык Конг, Гайдошикова Л., Гед В.М.Б., Гледенов Ю.М., Горюнов С.В., Грозданов Д.Н., Гундорин Н.А., Данилян Г.В., Дулиу О.-Г., Еник Т.Л., Жерненков К.Н., Зейналов Ш.С., Зиньковская И.И., Игнатович В.К., Кобзев А.П., Куликов О.А., Кулин Г.В., Кулик М., Махайдик Д., Мададзаде А.И., Мезенцева Ж.В., Мицына Л.В., Музыка А.Ю., Несипбай А., Нехорошков П.С., Нгуен Тхи Бао Ми, Новицкий В.В., Опра И.А., Опра К.Д., Павлов С.С., Покотилковский Ю.Н., Попов А.Б., Русков И.Н., Самадов С.Ф., Седышева М.В., Сидорова О.В., Ской В.Р., Стрелков А.В., Суховой А.М., Тележников С.А., Франк А.И., Фронтасьева М.В. Фурман В.И., Христовова Г.Я., Цулая М., Чан Ван Фук, Чилигава О., Чупраков И., Шараров Э.И., Швецов В.Н. Энхболд С., Янчик П. + 31 инженер, + 9 рабочих |
| <b>4. Развитие установки ИРЕН</b>                                   | <b>Швецов В.Н.</b><br><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">Модернизация</div>  |
| ЛНФ   | Кобец В.В., Пятаев В.Г., Шабратов Г.В. + 16 инженеров, + 1 рабочий   |
| ЛФВЭ<br>Сумбаев А.П.  | Замрий В.Н., Минашкин В.Ф. + 5 инженеров   |
| ЛЯП   | Мешков И.Н.  |
| <b>5. Проект TANGRA</b>   | <b>Копач Ю.Н.</b><br><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto; margin-right: auto;">Модернизация<br/>Набор данных<br/>Анализ результатов</div>   |

|      |   |
|------|---|
| ЛНФ  | Борзаков С.Б., Грозданов Д.Н., Гундорин Н.А., Дубасов П.А., Зонтиков А.О, Опреа И.А., Опреа К.Д., Седышев П.В., Ской В.Р., Третьякова Т.Ю., Шведов В.Н. |
| ЛФВЭ | Алексахин В.Ю., Замятин Н.И., Зубарев Е.В., Рапачкий В.Л., Рогов Ю.Н., Салмин Р.А., Сапожников М.Г., Слепнев В.М., Хабаров С.В.                         |
| ЛЯП  | Быстрицкий В.М., Красноперов А.В., Садовский А.Б., Саламатин А.В.   |
| ЛРБ  | Крылов А.Р., Тимошенко Г.Н.   |

### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город            | Институт или лаборатория | Участники   | Статус   |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------|---|--|
| Азербайджан                          | Баку             | БГУ                      | Алиев С. + 3 чел.<br>Гаджиева С.Р.                                      | Протокол   |
|                                      | Гянджа           | ИГГ НАНА<br>АГАУ<br>АТУ  | Алиев Ф.А.<br>Ибрагимов З. + 5чел.<br>Мамедов Э. + 5чел.                | Протокол<br>Совместные работы<br>Совместные работы |
| Армения                              | Ереван           | ЦЭНИ НАН РА              | Сагателян А.К.<br>Тепаносян Г. + 5 чел.<br>Саакян Л.В.                  | Совместные работы                                  |
| Беларусь                             | Минск            | НИИ ЯП БГУ               | Максименко С.А.<br>+ 5 чел.<br>Барышевский В.Г.<br>+ 1 чел.             | Совместные работы                                  |
| Болгария                             | София            | INRNE BAS                | Русков И.<br>Русков Т.<br>Коюмджиева Н. + 2 чел.<br>Стоянов Ч. + 2 чел. | Протокол   |
|                                      | Пловдив          | РУ                       | Балабанов Н. + 2 чел.<br>Маринова С. + 3 чел.                           | Совместные работы                                  |
| Вьетнам                              | Ханой            | UFT                      | Ангелов А. + 5 чел.   | Совместные работы                                  |
|                                      |                  | IOP VAST<br>VNU          | Ле Хонг Кхьем + 2 чел.<br>Фам Динг Кнанг + 5 чел.                       | Совместные работы<br>Совместные работы             |
| Грузия                               | Тбилиси          | AIP TSU                  | Джапаридзе Г. + 4 чел.<br>Калабагешвили Т.Л.<br>+ 5 чел.                | Совместные работы<br>Обмен визитами                |
| Казахстан                            | Астана           | TSU                      | Шетекаури Ш. + 5 чел.   | Совместные работы                                  |
|                                      | Алматы           | ЕНУ<br>РГП ИЯФ           | Омарова Н. + 5 чел.<br>Глущенко В.Н.<br>Ленник С.Г.<br>Шаймерденов А.А. | Совместные работы<br>Протокол                      |
|                                      | Усть-Каменогорск | УНИЦ Экологии            | Чурсин А.С.   | Совместные работы                                  |
| Молдова                              | Кишинев          | ИМБ АНМ                  | Чепой Л.Е.<br>Рудник В.Ф.   | Протокол   |
| Монголия                             | Улан-Батор       | ИХ АНМ                   | Арыку А.Н.  | Протокол   |
|                                      |                  | CGI                      | Балжинням Н. + 5 чел.   | Совместные работы<br>Обмен визитами                |

|         |              |  |  |   |                   |
|---------|--------------|--|--|---|-------------------|
| Польша  | Краков       | NRC NUM                                    | Хуухэнхуу Г. + 3 чел.  | Совместные работы   |                   |
|         |              | NINP PAS                                   | Юрковски Я. + 1 чел.<br>Гродзиньска К. + 4 чел.  | Совместные работы   |                   |
|         | Вроцлав      | UW   | Косиор Г. + 5 чел.   | Совместные работы   |                   |
|         |              | Гданьск                                    | GUT  | Намесник Я. + 2 чел.<br>Бизюк М. + 4 чел.                                       | Совместные работы |
|         | Лодзь        | UL   | Анджеевски Ю. + 3 чел.   | Совместные работы   |                   |
|         | Люблин       | UMCS                                       | Жук Е. + 3 чел.  | Совместные работы   |                   |
|         | Ополе        | UO   | Вацлавек М. + 5 чел.   | Совместные работы<br>Обмен визитами   |                   |
|         | Отвоцк-Сверк | NCBJ                                       | Поланский А. + 2 чел.<br>Мияновский С.   | Совместные работы   |                   |
| Познань | AMU          | Навроцик В. + 4 чел.<br>Блащак З. + 4 чел. | Совместные работы  |   |                   |
| Россия  | Москва       | ВНИИА                                      | Гаврюченков А.В.<br>Батяев В.Ф.<br>Боголюбов Е.П.  | Протокол<br>Совместные работы   |                   |
|         |              | ГИКМЗ "МК"                                 | Панова Т.Д. + 2 чел.   | Совместные работы   |                   |
|         |              | ГИН РАН                                    | Ляпунов С.М. + 3 чел.  | Совместные работы   |                   |
|         |              | ИКИ РАН                                    | Митрофанов И.Г. + 5 чел.   | Совместные работы   |                   |
|         |              | ИТЭФ                                       | Абов Ю.Г. + 3 чел.<br>Данилян Г.В. + 3 чел.<br>Беда А.Г.   | Протокол  |                   |
|         |              | ИОФ РАН                                    | Михайлова Г.Н.   | Совместные работы   |                   |
|         |              | ИФХЭ РАН                                   | Сафонов А.С. + 3 чел.  | Совместные работы   |                   |
|         |              | МГУ  | Краснушкин А.Б.<br>+ 1 чел.<br>Бацевич В.А. + 2 чел.<br>Бушуев В.А.<br>Третьякова Т.Ю. + 2 чел.              | Совместные работы   |                   |
|         |              | НИИЯФ МГУ                                  | Чувильский Ю.М.<br>+ 1 чел.  | Протокол  |                   |
|         |              | НИЦ КИ                                     | Ишханов Б.С.<br>Барабанов А.Л. + 2 чел.<br>Стрепетов А.Н.<br>Субботин С.А. + 2 чел.<br>Арзумов С.С. + 4 чел. | Совместные работы   |                   |
|         |              | ФГУП "ВНИИА"                               | Гаврюченков А.В.<br>Батяев В.Ф.  | Протокол  |                   |
|         |              | ЦФТП<br>"Атомэнергомаш"                    | Чилап В.В. + 9 чел.  | Совместные работы   |                   |
|         |              | Москва, Троицк                             | ИЯИ РАН  | Берлев А.И.<br>Рябов Ю.В. + 7 чел.<br>Кузнецов В.Л. + 1 чел.<br>Джилкибаев Р.М. | Протокол          |
|         |              | Борок                                      | ИБВВ РАН   | Павлов Д.Ф. + 3 чел.  | Совместные работы |
|         |              | Воронеж                                    | ВГУ  | Кадменский С.Г. + 3 чел.<br>Вахтель В.М.  | Совместные работы |
|         |              | Гатчина                                    | НИЦ КИ ПИЯФ  | Воробьев А.С. + 9 чел.<br>Весна В.А. + 1 чел.<br>Смотрицкий В.М.                | Совместные работы |
| Дубна   | Диамант      | Матвеев В.А.<br>Сыроватская Т.Н.           | Протокол   |   |                   |

|                |  |                       |   |  |
|----------------|--|-----------------------|---|--|
|                |  | Гос. ун-т “Дубна”     | Моржухина С.В. + 5 чел.<br>Черемисина Е.Н. + 4 чел.<br>Сеннер А.Е. + 3 чел.                     | Совместные работы                                  |
| Екатеринбург   | УрФУ   |                       | Кружалов А.В. + 5 чел.  | Совместные работы                                  |
| Иваново        | ИГХТУ  |                       | Дунаев А.М.<br>Гриневиц В.И.  | Совместные работы<br>Совместные работы             |
| Ижевск         | УдГУ   |                       | Колодкин В.М.<br>Бухарина И.Л.  | Протокол   |
| Иркутск        | ЛИН СО РАН                                       |                       | Ходжер Т.В.   | Совместные работы                                  |
| Нижн. Новгород | ИФМ РАН  |                       | Чхало Н.И.<br>Полковников В.Н.  | Совместные работы                                  |
| Обнинск        | ФЭИ  |                       | Говердовский А.В.<br>+ 10 чел.  | Совместные работы                                  |
| Рязань         | РГУ  |                       | Иванов Е.С.   | Протокол   |
| С.-Петербург   | Ботанический сад<br>БИН РАН<br>НИИФ СПбГУ        |                       | Ткаченко К.Г. + 3 чел.<br>Бунаков В.Е. + 1 чел.<br>Смирнов И.Г.                                 | Совместные работы<br>Совместные работы             |
|                | РИ<br>СПбГЛТУ<br>ФТИ им.<br>А.Ф.Иоффе<br>Эрмитаж |                       | Хлебников С.В.<br>Алексеев А.С. + 10 чел.<br>Вуль А.Я.  | Совместные работы<br>Совместные работы<br>Протокол |
| Севастополь    | ИнБЮМ  |                       | Пиотровский Б.М.<br>+ 3 чел.  | Совместные работы                                  |
| Снежинск       | ВНИИТФ   |                       | Мильчакова Н.А. + 2 чел.  | Совместные работы                                  |
| Тула           | ТГПУ   |                       | Лыжин А.Г. + 15 чел.  | Совместные работы                                  |
| Черноголовка   | ИПТМ РАН   |                       | Горелова С.В.<br>Рошупкин Д.В.<br>Иржак Д.В.  | Протокол<br>Совместные работы                      |
| Румыния        | Бухарест   | IFIN-HH               | Пантелика А. + 3 чел.<br>Гита Д.<br>Апостол А.<br>Сетнеску Р.<br>Марджинян Н.<br>Келареску Е.Д. | Протокол   |
|                |  | INCDIE ICPE-CA<br>ISS | Христеа Г.<br>Згура С.<br>Потлог П.М.<br>Неагу А.   | Протокол<br>Протокол                               |
|                |  | UB                    | Опреа К.<br>Опреа А.<br>Жипа А.<br>Лазану И.<br>Тудора А.<br>Дулиу О.<br>Груя И.                | Протокол   |
| Бая-Маре       | TUCN-NUCBM                                       |                       | Тодоран Р. + 3 чел.   | Совместные работы                                  |
| Галац          | UG   |                       | Энэ А. + 3 чел.   | Протокол   |
| Констанца      | NIMRD<br>UOC                                     |                       | Пэтрашку В. + 3 чел.<br>Белк М. + 2 чел.<br>Чиокан К.   | Совместные работы<br>Протокол                      |

|            |   |                                    |  |  |
|------------|---|------------------------------------|--|--|
|            | Орадя                                   | UO                                 | Опря А.<br>Опря К. + 5 чел.<br>Филип С.<br>Макочиан Е.<br>Купша Д.<br>Телчян И.<br>Тодераш М.  | Протокол   |
|            | Питешти<br>Тырговиште                   | ICN<br>UVT                         | Преда М.<br>Бреткан П.<br>Гебояну А.<br>Стихи К. + 4 чел.<br>Радулеску К.<br>Сетнеску Т.<br>Банкута И.<br>Бумбак М.<br>Логин В.<br>Муратореану Г.<br>Горгиу Г.<br>Николеску К.<br>Бусуиок Г.<br>Попеску И.В. | Совместные работы<br>Протокол  |
|            | Яссы                                    | UAIC                               | Куку-Ман С. + 2 чел.<br>Хумельнику Д.  | Протокол   |
| Словакия   | Братислава                              | IEE SAS<br>ILE SAS<br>IP SAS<br>CU | Махайдик Д. + 3 чел.<br>Гуран Е.<br>Манковска Б.<br>Климан Я. + 3 чел.<br>Холи К.<br>Кучерка Н. + 5 чел.   | Совместные работы<br>Совместные работы<br>Совместные работы<br>Совместные работы |
| Узбекистан | Ташкент                                 | ИЯФ АН РУз                         | Аршенов Ю.Н.   | Протокол   |
| Украина    | Киев                                    | ИЯИ НАНУ<br>КНУ                    | Грицай О. + 5 чел.<br>Майданюк В. + 5 чел.   | Совместные работы<br>Совместные работы   |
|            | Донецк<br>Сумы                          | ДонФТИ<br>ИПФ НАНУ                 | Дорошкевич А.С. + 5 чел.<br>Сторижек В.Е.<br>Пономарев А.Г.  | Совместные работы<br>Совместные работы   |
|            | Ужгород<br>Харьков                      | ИЭФ НАНУ<br>ИСМА НАНУ<br>ННЦ ХФТИ  | Маслюк В.Т. + 5 чел.<br>Гринев Б.В.<br>Воронко В.А. + 1 чел.<br>Сотников В.В. + 1 чел.   | Совместные работы<br>Совместные работы<br>Совместные работы                      |
| Чехия      | Прага                                   | CTU<br>CEI                         | Поспишил С. + 15 чел.<br>Кучера Я. + 2 чел.  | Совместные работы<br>Совместные работы   |
|            | Острава                                 | UO<br>VŠB-TUO                      | Янчик К. + 10 чел.<br>Янчик П.   | Совместные работы<br>Совместные работы   |
| Венгрия    | Будапешт                                | RKK OU                             | Мезарос-Балинт А.  | Совместные работы  |
| Германия   | Дрезден<br>Дармштадт<br>Майнц<br>Мюнхен | HZDR<br>GSI<br>JGU<br>TUM          | Вагнер А.<br>Муттерер М.<br>Дюзинг К.<br>Лауэр Т.<br>Кленке Й.   | Совместные работы<br>Совместные работы<br>Совместные работы<br>Совместные работы |
|            | Тюбинген                                | Ун-т                               | Генненвайн Ф.  | Совместные работы  |
| Египет     | Каир                                    | ЕАЕА                               | Рамадан А.Б.   | Совместные работы  |

|                  |               |          |   |                    |                   |
|------------------|---------------|----------|---|--------------------|-------------------|
| Сербия           | Александрия   | Ун-т     | Бадави М.С. + 3 чел.  | Совместные работы  |                   |
|                  | Шибин эль Ком | MU       | Эль Самман Х. + 5 чел.  | Совместные работы  |                   |
|                  | Белград       | IPB      | Аничич М. + 5 чел.  | Совместные работы  |                   |
| ЮАР              |               | Ун-т     | Попович Д.  | Совместные работы  |                   |
|                  | Нови-Сад      | UNS      | Крмар М. + 3 чел.   | Совместные работы  |                   |
|                  | Претория      | UNISA    | Софианос С.   | Совместные работы  |                   |
|                  | Беллвилл      | UWC      | Петрик Л. + 5 чел.  | Совместные работы  |                   |
|                  | Стелленбос    | SU       | Ньюман Р. + 3 чел.<br>Безюденов Ж. + 3 чел.                   | Совместные работы  |                   |
| Австралия        | Мельбурн      | Ун-т     | Клейн А.Г. + 3 чел.   | Совместные работы  |                   |
| Австрия          | Вена          | IAEA     | Фесенко С.  | Совместные работы  |                   |
|                  | Инсбрук       | Ун-т     | Цайлингер + 1 чел.  | Совместные работы  |                   |
| Албания          | Тирана        | UT       | Лазо П. + 3 чел.  | Совместные работы  |                   |
| Бельгия          | Гел           | IRMM     | Хамбш Ф.-И.   | Совместные работы  |                   |
| Греция           | Салоники      | AUTH     | Иоаннидоу А.  | Протокол           |                   |
| Индия            | Варанаси      | BHU      | Кумар А. + 3 чел.   | Совместные работы  |                   |
| Китай            | Пекин         | INER CAS | Жанг Гуохи  | Совместные работы  |                   |
| Македония        | Скопье        | UKiM     | Стафилов Т. + 3 чел.  | Совместные работы  |                   |
| Норвегия         | Тронхейм      | NTNU     | Стейннес Э. + 2 чел.  | Совместные работы  |                   |
| Республика Корея | Сеул          | Dawonsys | Ким Донг Су   | Совместные работы  |                   |
| Словения         | Пхохан        | PAL      | Ким Г. + 3 чел.   | Совместные работы  |                   |
|                  | Тэджон        | KAERI    | Чанг Д.   | Совместные работы  |                   |
|                  | Любляна       | GeoSS    | Шайн Р.   | Совместные работы  |                   |
|                  | Атенс         | ASU      | Пикута Е.В.   | Протокол           |                   |
|                  | Геттисбург    | GC       | Стефенсон Ш.  | Совместные работы  |                   |
|                  | Дарем         | Duke     | Торноу В.<br>Гоулд К. + 2 чел.                                | Договор            |                   |
|                  |               | Кингстон | URI   | Штаерл А. + 2 чел. | Совместные работы |
| США              | Лос-Аламос    | LANL     | Систрем С. + 5 чел.   | Совместные работы  |                   |
|                  | Ок-Ридж       | ORNL     | Келер П.  | Совместные работы  |                   |
|                  | Таскалуса     | UA       | Гувер Р.  | Договор            |                   |
|                  |               | Хат Яй   | PSU   | Бонгсуван Т.       | Совместные работы |
| Таиланд          | Хат Яй        | PSU      | Бонгсуван Т.  | Совместные работы  |                   |
| Турция           | Чанаккале     | ÇOMU     | Кошкун М. + 3 чел.  | Совместные работы  |                   |
| Финляндия        | Оулу          | UO       | Керонен А. + 3 чел.   | Совместные работы  |                   |
|                  | Ювяскюля      | UJ       | Тржаска В.  | Совместные работы  |                   |
| Франция          | Гренобль      | ILL      | Гельтенборт П.<br>Несвижевский В.<br>Петухов А.<br>Йенчель М. | Совместные работы  |                   |
|                  |               | LPSC     | Протасов К.В. + 2 чел.  | Совместные работы  |                   |
|                  | Кадараш       | CC CEA   | Соул Р. + 5 чел.  | Совместные работы  |                   |
|                  | Сакле         | LLB      | Лерой С. + 2 чел.   | Совместные работы  |                   |
|                  | Страсбург     | IPHC     | Стуттже Л. + 2 чел.   | Совместные работы  |                   |
|                  | Хорватия      | Загреб   | RBI   | Валкович + 2 чел.  | Совместные работы |
|                  |               |          | Oikon IAE   | Спирич З. + 5 чел. | Совместные работы |

|           |          |      |                      |                   |
|-----------|----------|------|----------------------|-------------------|
| ЦЕРН      | Женева   | ЦЕРН | Киавери Э. + 12 чел. | Совместные работы |
| Швейцария | Виллиген | PSI  | Лаусс Б.             | Совместные работы |
|           |          |      | Шмидт-Веленбург Ф.   |                   |
| Япония    | Киото    | KSU  | Кимура И. + 3 чел.   | Совместные работы |
|           | Цукуба   | КЕК  | Масуда Я. + 5 чел.   | Совместные работы |



**Физика  
конденсированных сред,  
радиационные  
и радиобиологические  
исследования  
(04)**

## **Исследования конденсированного состояния вещества с использованием современных методов нейтронографии**

**Руководители темы:**

Козленко Д.П.  
Аксёнов В.Л.  
Балагуров А.М.

**Участвующие страны и международные организации:**

Азербайджан, Аргентина, Беларусь, Болгария, Великобритания, Венгрия, Вьетнам, Германия, Египет, Индия, Испания, Италия, Казахстан, Латвия, Молдова, Монголия, Норвегия, Польша, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, Таджикистан, Тайвань, Узбекистан, Украина, Франция, Чехия, Швейцария, ЮАР, Япония.

**Изучаемая проблема и основная цель исследований:**

Изучение структуры, динамики и микроскопических свойств новых материалов и наносистем, интересных с точки зрения фундаментальных исследований в области физики конденсированных сред, химии, материаловедения, биофизики, геофизики, или имеющих большое значение для развития нанотехнологий в сфере электроники, фармакологии, медицины, методами рассеяния нейтронов и комплементарными методами.

**Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:**

1. В результате реализации научной программы будут получены новые физические результаты по микроскопическим свойствам новых материалов и наносистем, имеющие важное значение для развития современных представлений в области физики конденсированных сред, химии, материаловедения, биофизики, геофизики и развития нанотехнологий в сфере электроники, фармакологии, медицины. Будут экспериментально проверены теоретические предсказания и модели, обнаружены новые явления и закономерности. В результате реализации методической программы будет проведена модернизация существующих и создание новых спектрометров на ИЯУ ИБР-2, что позволит расширить область их применения для проведения междисциплинарных научных исследований новых материалов и наносистем.

**Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:****Реализация научной программы:**

1. Определение характеристик атомной и магнитной структуры функциональных и наноструктурированных материалов, проявляющих интересные физические явления, и перспективных для практических применений, в широком диапазоне термодинамических параметров, выявление роли структурных параметров и кластерообразования в формировании физических свойств.
2. Анализ особенностей атомной и магнитной структуры наноструктурированных магнитных материалов.
3. Определение структурных изменений при процессах заряда-разряда и их взаимосвязи с микроструктурой электродов различного состава в малогабаритных источниках электрического тока.
4. Анализ процессов осаждения электрически активных ионов из жидких электролитов на электрохимические границы раздела в процессе их функционирования.
5. Установление эффектов близости в магнитных слоистых наноструктурах и анализ их магнитных свойств в постоянных и переменных магнитных полях.
6. Определение структурной устойчивости коллоидных систем, в том числе медико-биологических растворов, в объеме и на межфазных границах в различных условиях.

7. Определение структуры наносистем на основе композиционных углерод- и кремний содержащих материалов, в том числе на основе фуллеренов, наноалмазов и их биоактивных производных.
8. Определение структурных характеристик магнитных эластомеров и карбосилановых дендримеров, перспективных для технологических применений.
9. Определение структуры и колебательных спектров молекулярных комплексов: ионно-молекулярных инклюзивных материалов и комплексов с переносом электрического заряда, структурных и динамических параметров водородных связей в биологически активных материалах.
10. Выявление молекулярных механизмов взаимодействия белков и мембран, процессов димеризации, кристаллизации и функциональных характеристик надмолекулярных структур и молекулярных комплексов.
11. Определение структурных характеристик и диффузионных свойств липидных наносистем в интересах изучения процессов транспорта лекарственных средств через кожу.
12. Изучение метаморфических, геодинамических и эволюционных процессов в литосфере по данным о текстурах глубинных и приповерхностных горных пород. Выявление природы сейсмической анизотропии.
13. Определение остаточных внутренних напряжений и микродеформаций в реальных промышленных изделиях и современных конструкционных материалах, возникающих в результате различных технологических процессов (металло- и термообработка, сварка и др.).
14. Определение взаимосвязи между микроструктурой и термомеханическими свойствами перспективных функциональных и конструкционных материалов (стали, сплавы, композиты, металлокерамики и т.д.).
15. Построение 3D моделей внутреннего строения объектов культурного и природного наследия, промышленных материалов и изделий по данным нейтронной томографии.
16. Уточнение механизмов радиационных повреждений твердых тел, получение ресурсных данных по радиационной стойкости материалов.

#### **Реализация методической программы развития спектрометров на ИЯУ ИБР-2:**

1. Улучшение технических параметров и расширение экспериментальных возможностей нового дифрактометра ДН-6 для исследования микрообразцов (замена хвостовой части нейтроновода, разработка и создание камер высокого давления, инфраструктуры для зарядки камер).
2. Улучшение технических параметров и расширение экспериментальных возможностей многофункционального рефлектометра ГРЭИНС (установка поляризационной системы, разработка и создание новых электрохимических и жидкостных ячеек для проведения экспериментов).
3. Модернизация действующих спектрометров реактора ИБР-2 (ФДВР, РТД, ДН-12, ЮМО, ФСД, РЕФЛЕКС, РЕМУР, СКАТ, ЭПСИЛОН, ДИН-2ПИ) направленная на улучшение их технических характеристик – увеличение светосилы, улучшение фоновых условий, усовершенствование системы сбора данных и расширение имеющихся экспериментальных возможностей.
4. Создание макетного варианта спектрометра малоуглового спин-эхо рассеяния на 9 канале.
5. Разработка концепции модернизации или реконструкции спектрометра неупругого рассеяния НЕРА и начало ее поэтапной реализации.
6. Улучшение технических характеристик спектрометра радиографии и томографии на 14 канале (пространственного разрешения, радиационной устойчивости детекторной системы).
7. Адаптация корреляционного спектрометра FSS на 13 канале ИБР-2 и улучшение его технических параметров. Дальнейшее развитие корреляционного RTOF-метода.
8. Разработка и создание элементов основной конфигурации спектрометра малоуглового рассеяния и имиджинга (система формирования нейтронного пучка, биологическая защита).
9. Развитие нейтронных методов исследования конденсированных сред, включая спин-эхо, нейтронные стоячие волны, изотопная рефлектометрия нейтронов, нейтронный магнитный резонанс, радиографию, томографию и др. методики.
10. Разработка методов нейтронного рассеяния для in-operando мониторинга и изучения электрохимических материалов и интерфейсов.

## Проекты по теме:

| Название проекта  | Руководитель проекта  | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|---|---|--------------------------------------|
| 1. ЭЛХИМ-НР<br>Система нейтронного operando мониторинга и диагностики материалов и интерфейсов для электрохимических накопителей энергии на ИЯУ ИБР-2 | Авдеев М.В.<br>Заместители:<br>Петренко В.И.<br>Бобриков И.А. | 1 (2018 – 2020)                      |

## Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ                                | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|---|--|---------------------------------|
| 1. Исследование структуры и свойств новых функциональных материалов<br><br>ЛНФ                        | Балагуров А.М.<br>Козленко Д.П.<br><br>Аргымбек Б., Аскеров Э.Б., Бескровный А.И., Бобриков И.А., Голосова Н.О., Ермакова Е.В., Кичанов С.Е., Краус М.Л., Лукин Е.В., Миронова Г.М., Неов Д., Павлюкойч А., Попов Е., Руткаускас А.В., Савенко Б.Н., Самойлова Н.Ю., Сумников С.В., То С.Т., Турченко В.А. | Набор данных                    |
| 2. Исследование структуры и свойств материалов в экстремальных условиях<br><br>ЛИТ<br>ЛНФ             | Козленко Д.П.<br><br>Злоказов В.Б.   | Набор данных                    |
| 3. Изучение фундаментальных закономерностей переходных процессов в конденсированных средах<br><br>ЛНФ | Балагуров А.М.<br><br>Белозерова Н.М., Джабаров С.Г., Кичанов С.Е., Лукин Е.В., Руткаускас А.В., Савенко Б.Н.  | Набор данных                    |
| 4. Компьютерное моделирование структуры и свойств новых материалов<br><br>ЛНФ                         | Павлюкойч А.<br><br>Дружбицки К., Лучиньска К.   | Набор данных                    |
| 5. Исследование магнитных свойств слоистых наноструктур<br><br>ЛНФ                                    | Никитенко Ю.В.<br><br>Жакетов В.Д., Кожевников С.В,  | Набор данных                    |
| 6. Исследование структуры углерод- и кремнийсодержащих наноматериалов<br><br>ЛНФ                      | Аксенов В.Л.<br><br>Кизима О.А., Нагорная Т., Тропин Т.В., Томчук А.А., Худоба Д.  | Набор данных                    |

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <p>7. <b>Исследование наноструктур и возможностей их применения в качестве носителей для доставки лекарств</b></p> <p>ЛНФ</p>  | <p>Худоба Д.М.</p> <p>Луджик-Дыхто К.Б., Яжджевска М., Нагорная Т., Назарова А.</p>  | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Набор данных</div> |
| <p>8. <b>Исследование молекулярной динамики функциональных материалов</b></p> <p>ЛНФ</p>   | <p>Худоба Д.М.</p> <p>Бильски П., Валишевский Я., Горемычкин Е., Дружбицки К., Лучиньска К., Луджик-Дыхто К.Б., Нагорная Т., Назарова А., Яжджевска М.</p>                               | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Набор данных</div> |
| <p>9. <b>Исследование дисперсных систем и сложных жидкостей в объеме и на межфазных границах</b></p> <p>ЛНФ</p>  | <p>Авдеев М.В.</p> <p>Артикульный А.П., Гапон И.В., Кузьменко М.О., Нагорный А.В., Петренко В.И., Томчук А.В., Холмуродов Х.Т.</p>   | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Набор данных</div> |
| <p>10. <b>Структурный анализ полимерных и нанодисперсных материалов</b></p> <p>ЛНФ</p>   | <p>Балашою М.</p> <p>Исламов А.Х., Иванов О., Куклин А.И., Рогачев А.В., Соловьев Д.В.</p>   | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Набор данных</div> |
| <p>11. <b>Исследование надмолекулярной структуры и функциональных характеристик биологических макромолекул, комплексов и мембранных белков</b></p> <p>ЛНФ</p> <p>ЛИТ</p> | <p>Куклин А.И.</p> <p>Балашою М., Горшкова Ю.Е., Исламов А.Х., Иванов О., Ковалев Ю.С., Муругова Т.Н., Набиев А.А., Рогачев А.В., Соловьев Д.В.</p> <p>Соловьев А.Г., Соловьева Т.В.</p> | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Набор данных</div> |
| <p>12. <b>Исследования структуры и свойств липидных мембран и липидных комплексов</b></p> <p>ЛИТ</p>   | <p>Киселев М.А.</p> <p>Земляная Е.В., Жабицкая Е.И.</p>  | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Набор данных</div> |
| <p>13. <b>Исследование текстуры и свойств минералов, горных пород и конструкционных материалов</b></p> <p>ЛНФ</p>  | <p>Шеффцюк К.<br/>Николаев Д.И.</p> <p>Алтангэрэл Б., Васин Р.Н., Зель И.Ю., Иванкина Т.И., Лычагина Т.А., Сиколенко В.В.</p>  | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Набор данных</div> |
| <p>14. <b>Неразрушающий контроль внутренних напряжений в промышленных изделиях и конструкционных материалах</b></p>  | <p>Бокучава Г.Д.</p>   | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Набор данных</div> |

ЛНФ

Васин Р.Н., Круглов А.А., Левин Д.М., Мухаметулы Б., Папушкин И.В., Сумин В.В., Тамонов А.В., Таран Ю.В.,

15. Интроскопия внутренней структуры и процессов в промышленных изделиях, горных породах, объектах культурного и природного наследия

Козленко Д.П.  
Бокучава Г.Д.

Набор данных

ЛНФ

Кичанов С.Е., Лукин Е.В., Назаров К., Руткаускас А.В., Савенко Б.Н.

16. Исследование радиационных повреждений конденсированных сред

Тютюнников С.И.  
(ЛФВЭ)

Набор данных

ЛФВЭ

Ефимов В.В., Ефимова Е.А., Замятин Н.И., Ковалев Ю.С., Крячко И.А., Рогачев А.В., Шаляпин В.Н.,

17. Развитие нейтронных методов исследования наносистем и материалов

Боднарчук В.И.  
Бокучава Г.Д.  
Козленко Д.П.

Набор данных

ЛНФ

Кичанов С.Е., Кожевников С.В., Лукин Е.В., Никитенко Ю.В., Ярадайкин С.П.

18. Развитие комплекса спектрометров на ИЯУ ИБР-2

Козленко Д.П.  
Балагуров А.М.

Реализация

ЛНФ

Авдеев М.В., Бескровный А.И., Бобриков И.А., Боднарчук В.И., Бокучава Г.Д., Дорошкевич А.С., Куклин А.И., Морозов В.М., Неов Д., Никитенко Ю.В., Петренко А.В., Попов Е., Савенко Б.Н., Симкин В.Г., Суханов В.И., Худоба Д.М., Шеффцюк К.

### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город | Институт или лаборатория | Участники  | Статус                              |
|--------------------------------------|-------|--------------------------|--|-------------------------------------|
| Азербайджан                          | Баку  | АзТУ                     | Джабаров С.Г.<br>Ходжаев Э.М.  | Совместные работы                   |
|                                      |       | ИФ НАНА                  | Мехтиева Р.З. + 2 чел.<br>Мамедов А.И.                                     | Протокол                            |
| Беларусь                             | Минск | БГТУ                     | Рачковская Г.Е. + 3 чел.<br>Клындюк А.И. + 3 чел.<br>Дяденко М.В. + 6 чел. | Совместные работы<br>Обмен визитами |
|                                      |       | ИПФ НАНБ                 | Венгринович В.Л. + 3 чел.  | Совместные работы<br>Обмен визитами |
|                                      |       | НИИ ФХП БГУ              | Ивашкевич О.А. + 4 чел.<br>Артемьев М.В. + 3 чел.                          | Совместные работы<br>Обмен визитами |
|                                      |       | НИИ ЯП БГУ               | Федотова Ю.А. + 2 чел.<br>Пушкарчук А.Л.<br>Кутень С.А. + 3 чел.           | Совместные работы<br>Обмен визитами |

|           |              |  |   |   |
|-----------|--------------|--|---|---|
|           |              | НПЦ НАНБ по<br>материаловедению                                    | Троянчук И.О. + 5 чел.<br>Янушкевич К.И.<br>+ 10 чел.<br>Игнатенко О.В. + 2 чел.                          | Совместные работы<br>Обмен визитами   |
| Болгария  | София        | ASCI Ltd<br>IE BAS<br>IEES BAS<br>IMS BAS<br>INRNE BAS<br>ISSP BAS | Близнюк Л.А.<br>Цаков И.<br>Петров П.И. + 2 чел.<br>Владикова Д.Е.<br>Рашев Ц.<br>Крежов К.А. + 2 чел.    | Совместные работы<br>Совместные работы<br>Протокол<br>Совместные работы<br>Протокол |
| Вьетнам   | Ханой        | IOP VAST   | Кхием Л.Х.  | Совместные работы   |
| Казахстан | Дананг       | DTU  | Данг Н.Т.   | Совместные работы   |
|           | Алматы       | РГП ИЯФ  | Буртебаев Н.Т.<br>Кенжин Е.А. + 3 чел.  | Совместные работы   |
| Молдова   | Рудный       | РИИ  | Божко Л.Л.  | Совместные работы   |
|           | Кишинев      | ИМБ АНМ<br>ИХ АНМ  | Рудь Л.Б.<br>Туртэ К. + 2 чел.  | Совместные работы<br>Протокол   |
| Монголия  | Улан-Батор   | ИРТ MAS  | Сангаа Д. 3 чел.<br>Сэвжидсурэн Г.<br>Чадраабал Ш. + 2 чел.   | Совместные работы   |
| Польша    | Варшава      | MUST<br>INCT   | Староста В. + 2 чел.  | Совместные работы   |
|           | Белосток     | UwB  | Валишевски Я. +1 чел.   | Совместные работы   |
|           | Вроцлав      | UW<br>WUT  | Батор Г. + 3 чел.<br>Шостак М. + 3 чел.   | Совместные работы<br>Совместные работы  |
|           | Краков       | AGH-UST<br>JU<br>NINP PAS  | Бачманьски А. + 4 чел.<br>Урбан С. + 2 чел.<br>Микули Е. + 3 чел.<br>Массальска-Ародзь М.<br>+ 3 чел.     | Протокол<br>Совместные работы<br>Совместные работы                                  |
|           | Люблин       | UMCS   | Будзински М. + 2 чел.<br>Грушецки В.<br>Малиновска И. + 2 чел.  | Совместные работы   |
|           | Лодзь        | UL   | Юзвяк М.  | Протокол  |
|           | Ольштын      | UWM  | Крук Д. + 2 чел.  | Совместные работы   |
|           | Познань      | AMU  | Вонсицки Я. + 2 чел.<br>Наврочик В. + 2 чел.<br>Сливиньска М. +1 чел.<br>Холдерна-Нагканец К.<br>+ 2 чел. | Протокол  |
|           | Отвоцк-Сверк | NCBJ   | Курпаски Л. + 3 чел.  | Совместные работы   |
|           | Седльце      | UPH  | Хрустель Я. + 2 чел.  | Протокол  |
|           | Щецин        | WPUT   | Гускос Н. + 2 чел.<br>Новицка-Шайбе И.<br>+ 1 чел.  | Совместные работы   |
| Россия    | Москва       | АО "ВНИИНМ"  | Никулин А.Д.<br>Шиков А.К.<br>Иолтуховский А.Г.<br>Колотушкин В.П.<br>Остривной А.Ф. + 3 чел.             | Совместные работы   |

|                |              |   |                   |
|----------------|--------------|---|-------------------|
|                | ГЦ РАН       | Родкин М.В.   | Совместные работы |
|                | ИА РАН       | Сапрыкина И.А.  | Совместные работы |
|                | ИБМХ         | Ипатова О.М.  | Совместные работы |
|                | ИГЕМ РАН     | Лобанов К.В.<br>Жариков А.В.  | Совместные работы |
|                | ИК РАН       | Любутин И.С. + 2 чел.<br>Волков В.В. + 1 чел.<br>Григорьев Ю.В.+2 чел.  | Совместные работы |
|                | ИМЕТ РАН     | Баннх О.А.  | Совместные работы |
|                | ИНМИ РАН     | Блинов В.М.<br>Гальченко В.Ф.   | Совместные работы |
|                | ИОНХ РАН     | Филлипова С.Н.  | Совместные работы |
|                | ИСПМ РАН     | Родникова М.Н.<br>Озерин А.Н.<br>Музафаров А.М.   | Совместные работы |
|                | ИТПЗ РАН     | Родкин М.В.   | Совместные работы |
|                | ИТЭФ         | Джепаров Ф.С.   | Совместные работы |
|                | ИФЗ РАН      | Баюк И.О.<br>Пономарев А.В. + 2 чел.  | Протокол          |
|                | ИФХЭ РАН     | Салтыковский А.Я.<br>Маленков Г.Г. + 3 чел.   | Совместные работы |
|                | МГУ          | Асланов Л.А. + 3 чел.<br>Антипов Е.В. + 2 чел.<br>Кауль А.Р. + 2 чел.<br>Перов Н.С. +2 чел.<br>Хохлов А.Р. + 3 чел.<br>Ягужинский А.С.<br>+ 3 чел.<br>Коробов М.В. + 2 чел.<br>Мелик-Нубаров Н.Н. | Совместные работы |
|                | МИТХТ        | Василенко И.А. + 2 чел.   | Совместные работы |
|                | МИЭТ         | Яковлев В.Б. + 2 чел.   | Совместные работы |
|                | НИТУ "МИСиС" | Панина Л.В.   | Совместные работы |
|                | НИЯУ "МИФИ"  | Головин И.В. + 3 чел.<br>Савелова Т.Н. + 3 чел.<br>Менушенков А.П.<br>+ 2 чел.  | Совместные работы |
|                | НИИЯФ МГУ    | Панасюк М.И.<br>Тетерева Т.В.   | Совместные работы |
|                | НИЦ КИ       | Эм В.Т. + 3 чел.<br>Алексеев П.А. + 3 чел.<br>Мухамеджанов Э.Х.<br>+ 2 чел.<br>Артемьев А.В. + 2 чел.<br>Зубавичус Я.В. + 2 чел.  | Совместные работы |
|                | ОКСАТ НИКИЭТ | Субботин А.В.<br>Европин С.В.<br>Аржаев А.И.<br>Тюрин В.Н.  | Совместные работы |
|                | ПИН РАН      | Иахневич А.В.   | Совместные работы |
| Москва, Троицк | ИСАН         | Маврин Б.Н. + 2 чел.  | Совместные работы |
|                | ИФВД РАН     | Бражкин.В.В.+2 чел.<br>Стишов С.М. + 2 чел.   | Совместные работы |

|                |  |                   |                          |                   |
|----------------|--|-------------------|--------------------------|-------------------|
|                |  | ИЯИ РАН           | Садыков Р.А. + 2 чел.    | Совместные работы |
| Белгород       |  | БелГУ             | Коптелов Э.А.            | Совместные работы |
| Гатчина        |  | НИЦ КИ ПИЯФ       | Вершинина Т.Н.           | Совместные работы |
|                |  |                   | Григорьев С.В. + 5 чел.  | Совместные работы |
|                |  |                   | Курбаков А.И. + 2 чел.   |                   |
|                |  |                   | Булкин А.П. + 2 чел.     |                   |
|                |  |                   | Исаев-Иванов В.В.        |                   |
|                |  |                   | + 2 чел.                 |                   |
|                |  |                   | Лебедев В.Т. + 2 чел.    |                   |
| Долгопрудный   |  | МФТИ              | Трунин М.Р. + 15 чел.    | Совместные работы |
| Дубна          |  | Гос. ун-т "Дубна" | Гладышев П.П.            | Совместные работы |
| Екатеринбург   |  | ИФМ УрО РАН       | Устинов В.В. + 2 чел.    | Совместные работы |
|                |  |                   | Гощицкий Б.Н.            |                   |
|                |  |                   | Бобровский В.И. + 2 чел. |                   |
|                |  | УрФУ              | Бабушкин А.Н. + 2 чел.   | Совместные работы |
|                |  |                   | Иванов А.О. + 2 чел.     |                   |
| Казань         |  | КНИТУ             | Бакеева Р.Ф.             | Совместные работы |
|                |  | КФУ               | Никитин С.И. + 3 чел.    | Совместные работы |
| Калининград    |  | БФУ им. И.Канта   | Клементьев Е.С.          | Совместные работы |
|                |  |                   | Гойхман А.Ю.             |                   |
| Красноярск     |  | ИФ СО РАН         | Исхаков Р.С. + 2 чел.    | Совместные работы |
|                |  | СФУ               | Столяр С.В. + 2 чел.     | Совместные работы |
| Нижн. Новгород |  | ННГУ              | Орлова А.И.              | Совместные работы |
|                |  |                   | Межов-Деглин Л.          |                   |
|                |  |                   | Корытцева А.К.           |                   |
|                |  | ИФМ РАН           | Фраерман А.А. + 3 чел.   | Совместные работы |
| Пермь          |  | ИМСС УрО РАН      | Райхер Ю.Л.              | Совместные работы |
|                |  | ИТХ УрО РАН       | Лысенко С.Н. + 2 чел.    | Совместные работы |
| Петрозаводск   |  | ИГ КарНЦ РАН      | Рожкова Н.Н. + 2 чел.    | Совместные работы |
| Подольск       |  | Гидропресс        | Ведерников П.А.          | Совместные работы |
| Ростов-на-Дону |  | НИИФ ЮФУ          | Боровик А.С.             | Совместные работы |
|                |  |                   | Налбандян В.Б.           |                   |
| С.-Петербург   |  | СПбГУ             | Григорьева Н.А. + 2 чел. | Совместные работы |
|                |  | ИВС РАН           | Смыслов Р.Ю. + 1 чел.    | Совместные работы |
|                |  | ФТИ им.           | Вахрушев С.Б. + 2 чел.   | Совместные работы |
|                |  | А.Ф.Иоффе         | Вуль А.Я. + 2 чел.       |                   |
| Стерлитамак    |  | СГПА              | Бикулова Н.Н. + 2 чел.   | Совместные работы |
| Томск          |  | НИИ ЯФ ТПУ        | Сохорева В.В.            | Совместные работы |
| Тула           |  | ТулГУ             | Левин Д.М.               | Совместные работы |
| Черноголовка   |  | ИФТТ РАН          | Антонов В.Е. + 2 чел.    | Совместные работы |
| Румыния        |  | Бухарест          | Фикай А.                 | Протокол          |
|                |  | CNMN              | Рада М.                  | Протокол          |
|                |  | IFIN-HH           | Рышеану С. + 3 чел.      |                   |
|                |  |                   | Мэрджинеан Н.            |                   |
|                |  |                   | Трипадуш В.              |                   |
|                |  |                   | Эрхан Р.В.               |                   |
|                |  |                   | Балашою М.               |                   |
|                |  |                   | Арангел Д.               |                   |
|                |  |                   | Драголич А.              |                   |

|             |                |  |                   |
|-------------|----------------|--|-------------------|
|             | INCDIE ICPE-CA | Лукач М.<br>Патрой Е.А.<br>Кырстеа К.Д.<br>Бара А.<br>Вечю Г.<br>Ион И.<br>Патруа Д.<br>Кодеску М.М.<br>Банчиу К.<br>Добрин И.<br>Китану Е.<br>Сетнеску Р.<br>Манта Э.<br>Ликсандру А. | Протокол          |
|             | INFLPR         | Попеску Г.В.<br>Стэнкали А.<br>Михай Л.<br>Сима Ф.<br>Аксенте Э.<br>Джипа Ф.<br>Йосуб С.   | Протокол          |
|             | ISS            | Хашеган Д.   | Совместные работы |
|             | NIMP           | Санду В. + 1 чел.<br>Кунчер В.   | Совместные работы |
|             | UB             | Барна Е. + 2 чел.<br>Дулиу О.<br>Гадаару Д.<br>Барбинта-Патраску М.Э.<br>Килом К.  | Протокол          |
|             | UMF            | Ионица А.К.  | Совместные работы |
|             | UPB            | Петреску Е.<br>Бузулою В.<br>Стан К.   | Протокол          |
|             | UTM            | Петреску К.  | Совместные работы |
| Бая-Маре    | TUCN-NUCBM     | Раколта Д. + 4 чел.  | Протокол          |
| Клуж-Напока | INCDTIM        | Алмашан В.<br>Рада С.<br>Рада. Н.<br>Пана О.<br>Турку Р.<br>Бланита Г.<br>Лазер Д.   | Протокол          |
|             | RA BC-N        | Бурзо Э.   | Протокол          |
|             | UBB            | Бурзо Е. + 2 чел.<br>Рошиору К. + 3 чел.   | Протокол          |
|             | UTC-N          | Кулеа Е.   | Протокол          |
| Констанца   | UOC            | Владою Р.<br>Москалу Ф.<br>Белх М.   | Протокол          |
| Крайова     | UC             | Петреску К.<br>Якобеску Е.   | Протокол          |
| Питешти     | ICN            | Динка М.   | Протокол          |
|             | UPIT           | Дуку К.  | Протокол          |

|            |            |             |   |                   |
|------------|------------|-------------|---|-------------------|
|            | Тимишоара  | ICT         | Пуц А-М.<br>Сави Ч.<br>Янаши К.<br>Пичоруш М.   | Протокол          |
|            |            | LMF CCTFA   | Векаш Л. + 2 чел.   | Совместные работы |
|            |            | RA TB       | Векаш Л.  | Протокол          |
|            |            | UPT         | Грозеску И.   | Совместные работы |
|            |            | UVT         | Бика И. + 2 чел.<br>Буною М.<br>Малаевски И.<br>Радулеску К.                              | Протокол          |
|            | Тулча      | DDNI        | Орхан И.  | Протокол          |
|            | Тырговиште | UVT         | Пехою Г.<br>Радулеску К.  | Протокол          |
|            | Яссы       | NIRDTP      | Кириак Х.<br>Лупу Н.  | Протокол          |
|            |            | UAI         | Петреску К.   | Совместные работы |
|            |            | UAIC        | Ишан В.<br>Петреску К.<br>Оприка Л.<br>Креанга Д.<br>Якоми Ф.<br>Онофрей М.<br>Феличия И. | Протокол          |
|            |            | USAMV       | Мирон Л.  | Протокол          |
| Словакия   | Братислава | CU          | Балгавы П. + 3 чел.<br>Дубничкова М.  | Совместные работы |
|            | Кошице     | IEP SAS     | Копчански П. + 2 чел.<br>Тимко М.   | Протокол          |
| Узбекистан | Ташкент    | ИЯФ АН РУз  | Ташметов М.Ю. + 2 чел.  | Совместные работы |
| Украина    | Киев       | ДонФТИ НАНУ | Белошенко В.А. + 2 чел.   | Совместные работы |
|            |            | ИПМ НАНУ    | Лашкарёв Г.В. + 1 чел.  | Совместные работы |
|            |            | ИХП НАНУ    | Снегирь С.В. + 1 чел.   | Совместные работы |
|            |            | КНУ         | Булавин Л.А. + 2 чел.   | Совместные работы |
|            | Донецк     | ДонНУ       | Дорошкевич В.С.   | Совместные работы |
|            |            | ДонФТИ      | Вальков В.И. + 2 чел.<br>Варюхин В.Н.<br>Решидова И.Ю.                                    | Протокол          |
|            | Харьков    | ИЭРТ НАНУ   | Клепиков В.Ф.<br>Литвиненко В.В.<br>Базалеев Н.И.   | Совместные работы |
|            |            | ННЦ ХФТИ    | Гугля А.Г. + 4 чел.   | Совместные работы |
| Чехия      | Прага      | СТУ         | Вратислав С. + 3 чел.   | Совместные работы |
|            |            | IG CAS      | Локайчик Т. + 3 чел.  | Протокол          |
|            |            | IMC CAS     | Жигунов А.<br>Штейнгарт М.<br>Кофенал М.  | Протокол          |
|            |            | IP CAS      | Ирак З. + 2 чел.<br>Ангелов Б. + 2 чел.   | Совместные работы |
|            | Острава    | VŠB-TUO     | Водарек В. + 3 чел.   | Совместные работы |
|            | Ржеж       | NPI CAS     | Рюхтин В.<br>Микула П. + 3 чел.   | Протокол          |

|                |            |   |  |                   |
|----------------|------------|---|--|-------------------|
| Венгрия        | Будапешт   | Wigner RCP  | Рошта Л. + 2 чел.<br>Надь Д.Л. + 2 чел.<br>Чер Л. + 1 чел.<br>Боттяну Л. | Совместные работы |
| Германия       | Сегед      | US  | Томбац Э. + 1 чел.   | Совместные работы |
|                | Берлин     | BAM   | Бруно Д. + 1 чел.  | Совместные работы |
|                |            | HZB   | Лэйк Б. + 2 чел.<br>Раду Ф.<br>Карджилов Н.                              | Совместные работы |
|                | Байройт    | Ун-т  | Хоффман Х. + 2 чел.<br>Дубровинский Л. + 2 чел.                          | Совместные работы |
|                | Бохум      | RUB   | Вирфлингер А.<br>Цабель Х.   | Совместные работы |
|                | Галле      | MLU   | Нойберт Р. + 4 чел.  | Совместные работы |
|                | Гамбург    | DESY  | Лате К.<br>Лирман Х.П.<br>Свергун Д.И. + 1 чел.                          | Совместные работы |
|                | Гёттинген  | Ун-т  | Сигизмунд Э.<br>Лайсс Б.<br>Экольд Г.                                    | Совместные работы |
|                | Гестахт    | GKSS  | Виллумаит Р. + 4 чел.<br>Брокмайер Х.Г.                                  | Совместные работы |
|                | Дармштадт  | TU Darmstadt  | Фусс Х. + 2 чел.<br>Випф Г.  | Совместные работы |
|                | Дортмунд   | TU Dortmund   | Винтер Р. + 2 чел.   | Совместные работы |
|                | Дрезден    | TU Dresden  | Скротцки В.<br>Оертел К.-Г.  | Совместные работы |
|                | Карлсруэ   | IKTS  | Херрманн М. + 1 чел.   | Совместные работы |
|                |            | KIT   | Шиллинг Ф. + 2 чел.  | Совместные работы |
| Киль           | CAU        | Керн Х.   | Совместные работы  |                   |
|                | IFM-GEOMAR | Берманн Я.<br>Стипн М.                                      | Совместные работы  |                   |
| Потсдам        | GFZ        | Цанг А. + 1 чел.  | Совместные работы  |                   |
| Росток         | Ун-т       | Шмельцер Ю.   | Совместные работы  |                   |
| Фрайберг       | IMF TUBAF  | Гук С. + 1 чел.   | Совместные работы  |                   |
|                | TUBAF      | Шэбен Х. + 1 чел.   | Совместные работы  |                   |
| Штутгарт       | MPI-FKF    | Рюм А.<br>Майор Й.  | Совместные работы  |                   |
| Юлих           | FZJ        | Бюлфт Г. + 2 чел.<br>Шванн Х. + 2 чел.<br>Иоффе А. + 2 чел. | Совместные работы  |                   |
| Египет         | Каир       | EAEA  | Ата-Аллах С. + 3 чел.  | Совместные работы |
|                | Гиза       | CU  | Свейлам Н.Х. + 1 чел.  | Совместные работы |
| Италия         | Тренто     | UniTn   | Леони М.   | Совместные работы |
| Сербия         | Белград    | INS "VINČA"   | Матович Б. + 2 чел.  | Совместные работы |
|                | Нови-Сад   | UNS   | Крмар М. + 2 чел.  | Совместные работы |
| ЮАР            | Претория   | Necsa   | Вентер Э. + 5 чел.   | Совместные работы |
| Аргентина      | Барилоче   | CAB CNEA  | Сантистебан Х.   | Совместные работы |
| Великобритания | Дидкот     | RAL   | Макгриви Р.Л. + 5 чел.   | Совместные работы |
| Индия          | Гургаон    | AMITY   | Шарма Ш. + 2 чел.  | Совместные работы |

|             |          |               |                        |                   |
|-------------|----------|---------------|------------------------|-------------------|
| Испания     | Патна    | NITP          | Маджумдер С.           | Совместные работы |
|             | Мадрид   | CENIM-CSIC    | Фернандес Р. + 1 чел.  | Совместные работы |
| Латвия      | Рига     | IPE           | Райтман Е. + 2 чел.    | Совместные работы |
|             |          | ISSP UL       | Гаврилов В.            | Совместные работы |
| Норвегия    | Тронхейм | NGU           | Штернберг А.Р.         | Совместные работы |
|             |          | ИХ АН РТ      | Кузьмин А.             | Совместные работы |
| Таджикистан | Душанбе  | NSRRC         | Мюллер А.              | Совместные работы |
| Тайвань     | Синьчжу  | IBS           | Халиков Д.Х.           | Протокол          |
| Франция     | Гренобль | LLB           | Шеу Х.Ш.               | Совместные работы |
|             |          | Сакле         | Танг М.                | Совместные работы |
| Швейцария   | Виллиген | PSI           | Горделий В.И. + 5 чел. | Совместные работы |
|             |          | ETH           | Гукасов А.             | Совместные работы |
| Япония      | Цюрих    | Shinshu Univ. | Тексейра Дж.           | Совместные работы |
|             | Нагано   | Keio Univ.    | Мирабо И.              | Совместные работы |
|             | Минато   |               | Отт Ф.                 | Совместные работы |
|             |          |               | Шефер И. + 2 чел.      | Совместные работы |
|             |          |               | Леманн Э.              | Совместные работы |
|             |          |               | Амато А. + 2 чел.      | Совместные работы |
|             |          |               | Осава Е. + 2 чел.      | Совместные работы |
|             |          |               | Ясуоко К. + 1 чел.     | Совместные работы |

## Развитие исследовательской ядерной установки ИБР-2 с комплексом криогенных замедлителей нейтронов

**Руководители темы:** Белушкин А.В.  
Виноградов А.В.

### Участвующие страны и международные организации:

Азербайджан, Аргентина, Беларусь, Великобритания, Монголия, Польша, Россия, Румыния, США, Япония.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Повышение эффективности использования ИЯУ ИБР-2 при реализации программы экспериментальных исследований, обеспечение эксплуатационной надежности и безопасности реактора, создание комплекса криогенных замедлителей.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. В ОИЯИ эксплуатируется высокоинтенсивный источник нейтронов мирового класса для исследований в области физики конденсированных сред:
  - импульсный исследовательский реактор ИБР-2 повышенной безопасности и надежности со сроком службы 30 лет, на реакторе будут созданы и использоваться:
  - уникальный комплекс криогенных замедлителей, обеспечивающий выполнение перспективной и конкурентной программы физических исследований;
  - современные системы контроля, анализа и диагностики состояния реактора.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Обеспечение программы физических исследований.
2. Сборка резервного подвижного отражателя ПО-ЗР на испытательном стенде ЛНФ.
3. Ввод в опытную эксплуатацию оборудования криогенного замедлителя КЗ-201.
4. Поэтапное проведение работ по замене и обновлению технологического и электрического оборудования в соответствии с условиями действия лицензии Ростехнадзора на эксплуатацию ИЯУ ИБР-2.

### Проекты по теме:

| Название проекта  | Руководитель проекта | Приоритет проекта<br>(сроки реализации) |
|---|----------------------|---|
| 1. Создание комплекса криогенных замедлителей ИЯУ ИБР-2 | Беляков А.А.         | 1 (2014 – 2019)                         |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ | Руководители<br>Основные исполнители  | Статус проекта или эксперимента |
|---|---|---------------------------------|
| 1. Эксплуатация ИЯУ ИБР-2<br>в штатном режиме<br><br>ЛНФ                  | Долгих А.В.<br>Виноградов А.В.<br><br>Андрианов М.В., Беляков А.А., Пепельшев Ю.Н.,<br>Руденко С.В., Трепалин В.А., Царенков С.А.<br>+ 30 инженеров, + 50 рабочих | Реализация                      |

|  |   |            |
|--|---|------------|
| 2. Обеспечение программы физических исследований   | Виноградов А.В.<br>Долгих А.В.  | Реализация |
| ЛНФ  | Беляков А.А., Пепельшев Ю.Н., Руденко С.В.,<br>Трепалин В.А. + 30 инженеров, + 50 рабочих |            |
| 3. Эксперименты на стенде криогенного замедлителя КЗ 201.  | Беляков А.А.<br>Мухин К.А.  | Реализация |
| Опытная эксплуатация оборудования криогенного замедлителя КЗ-201.<br>Эксплуатация криогенных замедлителей с использованием новой криогенной установки фирмы "Линде" на штатном месте | Куликов С.А., Шабалин Е.П. + 15 инженеров,<br>+ 15 рабочих                                |            |
| 4. Сборка резервного подвижного отражателя ПО-3Р   | Виноградов А.В.<br>Долгих А.В.  | Реализация |
| ЛНФ  | Беляков А.А. + 5 инженеров, + 5 рабочих   |            |
| 5. Поэтапное проведение работ по замене и обновлению основного технологического и электрического оборудования  | Виноградов А.В.<br>Долгих А.В.  | Реализация |
| ЛНФ  | Беляков А.А., Трепалин В.А. + 30 инженеров,<br>+ 50 рабочих                               |            |

#### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город        | Институт или лаборатория                                     | Участники               | Статус            |
|--------------------------------------|--------------|--|-------------------------|-------------------|
| Азербайджан                          | Баку         | ИРП НАНА<br>НЦЯИ   | Таибов Л.               | Совместные работы |
|                                      |              |  | Гарибов А.А.            | Протокол          |
| Беларусь                             | Минск        | ОИЭЯИ-Сосны<br>НАНБ  | Бабичев Л.Ф. + 2 чел.   | Совместные работы |
| Монголия                             | Улан-Батор   | ИРТ MAS  | Сангаа Д. + 2 чел.      | Совместные работы |
| Польша                               | Краков       | AGH-UST  | Дзвинель В. + 2 чел.    | Совместные работы |
| Россия                               | Москва       | Гелиймаш<br>ГСПИ<br>ИНЭУМ<br>ИЦП МАЭ<br>НИКИЭТ<br>СИСТЕМАТОМ | Краковский Б.Д.         | Договор           |
|                                      |              |  | Дворяшин И.В. + 5 чел.  | Совместные работы |
|                                      |              |  | Глухов В.И. + 5 чел.    | Договор           |
|                                      |              |  | Сизарев В.Д.            | Договор           |
|                                      |              |  | Третьяков И.Т. + 5 чел. | Договор           |
| Румыния                              | Бухарест     | IFIN-HH  | Зайкин А.А. + 10 чел.   | Договор           |
| Аргентина                            | Буэнос-Айрес | CNEA   | Дима О. + 2 чел.        | Протокол          |
| Великобритания                       | Дидкот       | RAL  | Гранада Р. + 3 чел.     | Совместные работы |
|                                      |              |  | Ансель С. + 5 чел.      | Совместные работы |

|        |              |                |                     |                   |
|--------|--------------|----------------|---------------------|-------------------|
| США    | Индианаполис | IUPUI          | Бакстер Д. + 2 чел. | Совместные работы |
| Япония | Осака        | ISIR           | Вашио А.            | Совместные работы |
|        | Саппоро      | Hokkaido Univ. | Кианаги Ё. + 2 чел. | Совместные работы |

## Развитие экспериментальной базы для проведения исследований конденсированных сред на пучках ИЯУ ИБР-2

### Руководители темы:

Куликов С.А.  
Приходько В.И.  
Боднарчук В.И.

### Участвующие страны и международные организации:

Аргентина, Беларусь, Болгария, Великобритания, Венгрия, Германия, Республика Корея, Россия, Румыния, Узбекистан, Украина, Чехия, Швейцария, Швеция, ЮАР.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Разработка и создание системы управления и контроля криогенного замедлителя КЗ-201 в направлении пучков № 1, 4, 5, 6, 9 реактора ИБР-2. Создание оборудования, электронной аппаратуры и программного обеспечения для комплекса спектрометров реактора ИБР-2; развитие информационно-вычислительной инфраструктуры ЛНФ в соответствии с потребностями Лаборатории и стратегией развития вычислительной сети ОИЯИ.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Разработка и создание системы управления замедлителя КЗ201. Пуск и наладка замедлителя КЗ201 после завершения монтажа. Проведение пробных загрузок камеры. Поддержка и текущая модернизация замедлителя КЗ202 с системами управления и контроля. Проведение экспериментов по исследованию материалов для холодных замедлителей.
2. Исследование радиационной стойкости материалов и электронных компонентов на облучательной установке 3-го канала ИБР-2.
3. Развитие и применение программного комплекса VITESS и других пакетов программ для моделирования нейтронного рассеяния в образцах и в отдельных компонентах спектрометров. Комплексный расчет и оптимизация спектрометров.
4. Разработка детекторов нейтронов (в том числе с негелиевыми конвертерами), детекторной электроники и систем сбора и накопления данных для оснащения спектрометров ИЯУ ИБР-2.
5. Разработка проточных криостатов на базе криокулеров замкнутого цикла. Проведение испытаний комбинированного горизонтально-вертикального криостата со сверхпроводящим магнитом и изменяемой температурой 4-300K на дифрактометре ДН-12 и ввод криостата в эксплуатацию. Разработка и модернизация криостатов на спектрометрах ИЯУ ИБР-2.
6. Развитие систем контроля и управления исполнительными механизмами, оборудованием окружения образца и прерывателями спектрометров ИЯУ ИБР-2.
7. Совершенствование программного обеспечения спектрометров ИЯУ ИБР-2. Развитие сетевой и вычислительной инфраструктуры ЛНФ в соответствии с потребностями Лаборатории и стратегией развития вычислительной сети ОИЯИ.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Ввод в тестовую эксплуатацию системы управления и контроля замедлителя КЗ-201 в направлении пучков № 1, 4, 6-9, отработка и наладка системы при работе реактора на мощности 2 МВт. Проведение пробных загрузок камеры замедлителя КЗ-201 замороженными шариками из мезитилена на мощности реактора. Испытания оптического датчика, используемого для контроля движения шариков и их подсчета при транспортировке в камеру замедлителя, на специальном испытательном

стенде КЗ-201. Текущая модернизация и эксплуатация КЗ-202. Определение выхода радиолитического водорода в камере замедлителя КЗ-202 с помощью хроматографического оборудования при работе замедлителя на мощности реактора.

2. Изучение радиационной стойкости материалов на установке для радиационных исследований. Разработка системы перемещения высокоактивных образцов при помощи роботизированного манипулятора.
3. Оптимизация параметров элементов спектрометров методом Монте Карло моделирования.
4. Сборка горизонтально-вертикального криостата со сверхпроводящим магнитом и изменяемой температурой в диапазоне 4-300 К; пуск криостата в режиме охлаждения магнита в теплообменном газе; проведение подготовительных работ для установки криостата на дифрактометре ДН-12. Разработка проточных криостатов на базе криокулеров замкнутого цикла. Запуск и исследование мини-ожижителя с откачкой изотопов гелия-4 и гелия-3. Разработка и модернизация криостатов, криогенного и вакуумного оборудования спектрометров ИБР-2.
5. Выполнение работ по проекту создания широкоапертурного детектора обратного рассеяния дифрактометра ФДВР: закупка оборудования и расходных материалов; изготовление несущей рамы, элементов секций детектора и оснастки для монтажа элементов детектора; разработка макета электроники для сбора и накопления данных. Тестирование и ввод в эксплуатацию детектора «АСТРА-М» на фурье-дифрактометре ФСД. Завершение разработки и исследование сцинтилляционного годоскопа.
6. Замена модулей счетчиков детекторной системы спектрометра НЕРА-ПР. Изготовление, тестирование и ввод в эксплуатацию 2Д ПЧД на дифрактометре ФДВР. Приобретение комплектующих изделий (трубки и электроника съема и регистрации сигналов), сборка и измерение характеристик 1Д ПЧД на основе трубок с резистивной нитью. Исследование возможности применения аддитивных технологий (3Д печать) для изготовления элементов нейтронных детекторов. Проектирование и изготовление нового намоточного станка. Разработка прототипа нейтронного детектора с твердотельным конвертером.
7. Проведение исследований и создание макета аналоговой электроники для обработки сигналов с одного модуля широкоапертурного сцинтилляционного детектора по проекту ДОР и завершение разработки системы сбора данных на основе блоков МРD32 интерфейсом USB 3.0 для этого детектора. Разработка алгоритмов отбора событий для сцинтилляционных детекторов и их отладка на стенде с новой системой сбора данных МРD32. Адаптация системы сбора данных МРD32-USB3 для других типов детекторов.
8. Модернизация систем управления исполнительными механизмами спектрометров ФДВР и ФСД. Включение в состав спектрометров диафрагм для коллимации нейтронных пучков. Монтаж, наладка и запуск в опытную эксплуатацию контроллеров прерывателя СС-3U в составе системы управления прерывателями на спектрометрах ГРЕЙНС и РЕФЛЕКС. Разработка систем управления двухдисковых прерывателей для 10-го канала ИБР-2.
9. Совершенствование комплекса Sonix+, разработка программных модулей для новых устройств и новых DAQ-контроллеров. Адаптация программы Journal для работы с экспериментальными данными в центральном хранилище ЛНФ. Обеспечение доступа к хранилищу пользователей, работающих на рефлектометрах РЕМУР, РЕФЛЕКС и ГРЕЙНС. Подготовка к переходу на стандарт 100 Гбит/сек в вычислительной сети ЛНФ (поэтапная замена маршрутизаторов, кабелей, трансиверов и т.п.).

### Проекты по теме:

| Название проекта  | Руководитель проекта | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|---|----------------------|--------------------------------------|
| 1. Разработка ДТМ-системы окружения образца для дифрактометра ДН-12 на ИЯУ ИБР-2            | Черников А.Н.        | 1 (2015 – 2020)                      |
| 2. ДОР<br>Разработка широкоапертурного детектора обратного рассеяния для дифрактометра ФДВР | Круглов В.В.         | 1 (2018 – 2020)                      |

## Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ   | Руководители<br>Основные исполнители  | Статус проекта или эксперимента |
|---|---|---------------------------------|
| 1. Создание и ввод в эксплуатацию системы управления и контроля замедлителя КЗ201 в направлении нейтронных пучков № 1, 4, 5, 6, 9<br><br>ЛНФ  | Куликов С.А.<br>Шабалин Е.П.  | Реализация                      |
| 2. Расчет и моделирование элементов спектрометров. Развитие программного комплекса VITESS<br><br>ЛНФ  | Булавин М.В. + 5 инженеров, Кирилов А.С. + 1 инженер, Мухин К.А., Сиротин А.П. + 2 инженера<br><br>Белушкин А.В.<br>Боднарчук В.И.                              | Реализация                      |
| 3. Исследование радиационной стойкости материалов и электронных компонентов<br><br>ЛНФ  | Куликов С.А., + 1 инженер, Маношин С.А.<br><br>Булавин М.В.<br>Куликов С.А.   | Реализация                      |
| 4. Проведение испытаний комбинированного горизонтально – вертикального криостата со сверхпроводящим магнитом на дифрактометре ДН-12. Разработка и модернизация криостатов на спектрометрах ИБР-2<br><br>ЛНФ | Шабалин Е.П. + 4 инженера<br><br>Черников А.Н.<br>Кичанов С.Е.  | Реализация                      |
| 5. Разработка проточных криостатов на базе криокулеров замкнутого цикла<br><br>ЛНФ  | Коваленко Н.А. + 2 инженера, Лукин Е.В.<br><br>Черников А.Н.  | Реализация                      |
| 6. Разработка и внедрение газовых и сцинтилляционных детекторных систем на спектрометрах ИБР-2<br><br>ЛНФ   | Коваленко Н.А. + 2 инженера<br><br>Чураков А.В.<br>Круглов В.В.<br>Богдзель А.А.  | Реализация                      |
| 7. Развитие систем сбора данных, систем управления и автоматизации экспериментов, а также программного комплекса Sonix+ на спектрометрах ИБР-2<br><br>ЛНФ   | Дроздов В.А. + 3 инженера, Журавлев В.В. + 3 инженера, Кирилов А.С. + 1 инженер, Милков В.М. + 3 инженера<br><br>Приходько В.И.<br>Сиротин А.П.<br>Кирилов А.С. | Реализация                      |
|   | Богдзель А.А. + 4 инженера, Боднарчук В.И., Журавлев В.В. + 3 инженера, Зернин Н.Д. + 1, Мурашквич С.М. + 2 инженера  |                                 |

8. Развитие сетевой инфраструктуры ЛНФ в соответствии со стратегией развития вычислительной сети ОИЯИ

Приходько В.И.

Реализация

ЛНФ

Кирилов А.С. + 2 инженера, Маношин С.А. + 1 инженер, Сухомлинов Г.А. + 2 инженера

ЛИТ

Кореньков В.В. + 2 инженера

**Сотрудничество по теме:**

| Страна или международная организация | Город          | Институт или лаборатория | Участники   | Статус                                 |
|--------------------------------------|----------------|--------------------------|---|--|
| Беларусь                             | Минск          | БГТУ                     | Павлюкевич Ю.Г. + 6 чел.<br>Дормешкин О.Б.<br>Прокопчук Н.Р.                          | Протокол                               |
| Болгария                             | София          | INRNE BAS                | Богданова Н.Б.  | Совместные работы                      |
| Россия                               | Москва         | НИЦ КИ<br>НИЯУ "МИФИ"    | Эмм В.Т. + 2 чел.<br>Волков Ю.А.<br>Аткин Э.В. + 2 чел.<br>Васильевский И.С. + 2 чел. | Совместные работы<br>Совместные работы |
|                                      | Москва, Троицк | ПЦ ИТЭР РФ<br>ИЯИ РАН    | Кашук Ю.А. + 1 чел.<br>Садыков Р.А. + 2 чел.  | Совместные работы<br>Совместные работы |
|                                      | Гатчина        | НИЦ КИ ПИЯФ              | Григорьев С.В. + 2 чел.<br>Булкин А.П. + 2 чел.                                       | Совместные работы                      |
|                                      | Дубна          | Гос. ун-т "Дубна"        | Крюков Ю.А. + 3 чел.  | Совместные работы                      |
|                                      | Екатеринбург   | ИФМ УрО РАН              | Бобровский В.И. + 2 чел.  | Совместные работы                      |
| Румыния                              | Бухарест       | INCDIE ICPE-CA           | Сетнеску Р.<br>Добрин И.<br>Лунгулеску М.   | Протокол                               |
| Узбекистан                           | Ташкент        | ИЯФ АН РУз               | Юлдашев Б.С.  | Совместные работы                      |
| Украина                              | Львов          | НУЛП                     | Большакова И.   | Совместные работы                      |
| Чехия                                | Ржеж           | NPI CAS                  | Штрунц П. + 1 чел.  | Совместные работы                      |
| Венгрия                              | Будапешт       | Wigner RCP               | Рошта Л. + 2 чел.   | Совместные работы                      |
| Германия                             | Берлин         | HZB                      | Вильперт Т.   | Совместные работы                      |
|                                      | Юлих           | FZJ                      | Брюкель Т.<br>Иоффе А.  | Совместные работы                      |
| ЮАР                                  | Претория       | Necsa                    | Радебе М.   | Совместные работы                      |
| Аргентина                            | Барилоче       | CAB CNEA                 | Гранада Р. + 2 чел.   | Совместные работы                      |
| Великобритания                       | Дидкот         | RAL                      | Бодуэн Э. + 3 чел.  | Совместные работы                      |
| Республика Корея                     | Тэджон         | NFRI                     | Ли Юнг-Сеок + 2 чел.  | Совместные работы                      |
| Швеция                               | Лунд           | ESS ERIC                 | Халл-Вилтон Р.  | Протокол                               |
| Швейцария                            | Виллиген       | PSI                      | Волмутер М. + 1 чел.  | Совместные работы                      |

## Современные тенденции и разработки в области Рамановской микроспектроскопии и фотолюминесценции для исследований конденсированных сред

**Руководитель темы:** Арзуманян Г.М.  
Кучерка Н.

### Участвующие страны и международные организации:

Армения, Беларусь, Болгария, Германия, Египет, Латвия, Польша, Россия, Словакия, Украина.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Современные тенденции в микроспектроскопии на основе комбинационного (рамановского) рассеяния света, обеспечивающие ультрачувствительные, высококонтрастные и химически селективные подходы для исследований конденсированных сред при предельно малых концентрациях молекул исследуемого вещества, находятся в центре внимания настоящей исследовательской программы. Обнаружение и идентификация одиночных молекул представляет собой предельный уровень чувствительности в химическом анализе. Возможность отслеживания и мониторинга одиночных молекул с информацией об их химической структуре предопределяет далеко идущие перспективы в фундаментальных и прикладных исследованиях в данной области. В этой связи, колебательная спектроскопия, такая как рамановская спектроскопия, будучи неинвазивной и не требующей специальных меток методика, представляется весьма информативным и предпочтительным инструментом для изучения одиночных органических/биологических молекул. Данная цель может быть достигнута с помощью уникальной методики комбинирования двух усиленных модификаций комбинационного рассеяния света, а именно КАРС (когерентное антистоксово рассеяние света) и ГКР (гигантское комбинационное рассеяние) спектроскопии. Основанная на таком подходе ультрачувствительная спектроскопия, известная как ГКАРС – гигантское когерентное антистоксово рассеяние света, в настоящее время мало изучена.

Исследования в области фото- и апконверсионной люминесценции на основе перспективных наноструктур типа «ядро-оболочка». В последние годы, благодаря ряду своих привлекательных свойств, таких как полифункциональность, регулируемость и стабильность, подобные структуры эффективно применяются в современных исследованиях, связанных с биомедициной, оптикой, экологией, материаловедением, энергетикой и т.д. Наноструктуры «ядро-оболочка», содержащие благородные металлы, представляют собой плазмонные наноматериалы, и успешно применяются для контрастной визуализации исследуемых объектов, а также в различных биомедицинских задачах и т.д.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Модернизированная под ультрачувствительную спектроскопию ГКАРС многомодальная оптическая платформа.
2. Достижение уровня воспроизводимой регистрации спектров комбинационного рассеяния одиночных/единиц органических молекул методами ГКР и ГКАРС.
3. Изучение спектрально-структурных характеристик апконверсионных люминофоров с различными редкоземельными элементами на основе наноструктур «ядро-оболочка».
4. Тестовые результаты по выявлению эффективности применения порфиринов в качестве оболочек, и нанокристаллов  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Tm}^{3+}/\text{Er}^{3+}$  в качестве ядра, в фотодинамической терапии рака.
5. Создание единой платформы для комплементарной спектрально-селективной визуализации образцов методами нелинейной микроскопии комбинационного рассеяния и апконверсионной люминесценции.

6. Комплексный анализ исследуемых в рамках темы структур и образцов методами комбинационного рассеяния, рентгеноструктурного анализа, атомно-силовой микроскопии и электронной микроскопии.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Разработка сканируемой по длине волны пикосекундного «КАРС»-микроспектрометра.
2. Продолжение тестирования различных по конфигурации ГКР-активных подложек с целью оптимального выбора для эффективной ГКАРС спектроскопии.
3. Сравнение ГКР и ГКАРС спектров и карт интенсивности света, рассеянного от исследуемых органических молекул.
4. Синтез наноструктур «ядро-оболочка»:  $\text{NaYF}_4: \text{Yb}^{3+}, \text{Er}^{3+}, \text{Tm}^{3+}@\text{SiO}_2$  и тестирование на их токсичность.
5. Реализация метода контрастной и селективной визуализации на модельных образцах методом комбинационного рассеяния и апконверсионной люминесценции.

### Проекты по теме:

| Название проекта   | Руководитель проекта  | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|--|---|--------------------------------------|
| 1. НАНОБИОФОТОНИКА<br>Ультрочувствительная микроспектроскопия SECARS и люминесцентные наноструктуры <ядро-оболочка>. | Арзуманян Г.М.<br>Кучерка Н.<br>Заместитель:<br>Маматкулов К.З. | 1 (2018 – 2020)                      |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ   | Руководители<br>Основные исполнители  | Статус проекта или эксперимента |
|--|---|---------------------------------|
| 1. Разработка научно-технических требований по модификации микроспектрометра «КАРС» под ультрочувствительную модальность ГКАРС “SECARS”<br><br>ЛНФ       | Арзуманян Г.М.<br><br>Дорошкевич Н.В., Маматкулов К.З., Морковников И.А.                            | Набор данных                    |
| 2. Изучение спектральных и плазмонных характеристик ГКР-активных подложек на основе серебряных и золотых наночастиц с различной конфигурацией<br><br>ЛНФ | Арзуманян Г.М.<br>Кучерка Н.<br><br>Маматкулов К.З., Дорошкевич Н.В., Воробьева М.Ю., Марченко А.С. | Набор данных                    |
| 3. Систематические эксперименты по микроспектроскопии ГКАРС на ГКР-активных подложках с пикосекундным возбуждением – спектроскопия одиночных молекул     | Арзуманян Г.М.<br>Маматкулов К.З.   | Реализация<br>Набор данных      |

- ЛНФ Дорощкевич Н.В., Восканян К.Ш., Воробьева М.Ю., Морковников И.А.
4. Разработка модели плазмонного усиления Рамановского рассеяния на “КАРС” микроскопе Арзуманян Г.М. Моделирование  
Кучерка Н.
- ЛНФ Маматкулов К.З., Морковников И.А.
5. Изучение спектрально-структурных характеристик апконверсионных люминофоров на основе наноструктур типа «ядро-оболочка» Арзуманян Г.М. Набор данных  
Кучерка Н.
- ЛНФ Маматкулов К.З., Воробьева М.Ю., Дорощкевич Н.В., Восканян К.Ш., Марченко А.С.
6. Тестовое применение люминофоров на основе наноструктур “ядро-оболочка” в фотодинамической терапии (ФДТ) рака Арзуманян Г.М. Реализация  
Кучерка Н.
- ЛНФ Маматкулов К.З., Воробьева М.Ю., Дорощкевич Н.В., Восканян К.Ш., Марченко А.С.
7. Разработка концепции единой оптической платформы для контрастной и селективной визуализации образцов методами нелинейной рамановской микроскопии и апконверсионной люминесценции Арзуманян Г.М. Реализация
- ЛНФ Маматкулов К.З., Марченко А.С.
8. Расширение исследовательской программы на микроскопе “КАРС” как “дружественного прибора пользователя” Арзуманян Г.М. Реализация  
Кучерка Н.
- ЛНФ Маматкулов К.З., Дорощкевич Н.В.

#### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город   | Институт или лаборатория | Участники                  | Статус                              |
|--------------------------------------|---------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Армения                              | Ереван  | Ин-т биохимии НАН РА     | Гюльханданян Г.В. + 2 чел. | Совместные работы<br>Договор        |
| Беларусь                             | Минск   | БГУИР                    | Бондаренко А.В. + 1чел.    | Договор<br>Обмен визитами           |
|                                      |         | СОЛ инструментс          | Копачевский В.Дж. + 3 чел. | Договорные работы<br>Обмен визитами |
| Болгария                             | София   | Inst. Microbiology BAS   | Троянова П. + 2 чел.       | Обмен визитами                      |
| Польша                               | Вроцлав | UW                       | Филаровски А. + 1 чел      | Обмен визитами                      |

|          |                   |                |  |  |
|----------|-------------------|----------------|--|--|
| Россия   | Познань<br>Москва | AMU<br>ИОФ РАН | Яздвезска М.<br>Фабелинский В.И. +3 чел.         | Обмен визитами<br>Протокол             |
| Словакия | Кошице            | МГУ<br>РJSU    | Курочкин И.Н. + 2 чел.                           | Обмен визитами<br>Совместные работы    |
| Украина  | Донецк            | ДонНУ          | Грубовчак П. + 1 чел.<br>Пойманова Е.Ю. + 2 чел. | Совместные работы<br>Совместные работы |
| Германия | Юлих              | FZJ            | Половинкин В.                                    | Обмен визитами<br>Совместные работы    |
| Египет   | Гиза              | CU             | Амин Р. + 2 чел.                                 | Обмен визитами<br>Совместные работы    |
| Латвия   | Рига              | ISSP UL        | Шараковски А. + 1 чел.                           | Обмен визитами<br>Протокол             |

## **Радиационно-физические, радиохимические и нанотехнологические исследования на пучках ускоренных тяжелых ионов**

**Руководители темы:** Дмитриев С.Н.  
Апель П.Ю.

### **Участвующие страны и международные организации:**

Беларусь, Болгария, Великобритания, Венгрия, Вьетнам, Германия, Испания, Казахстан, Китай, Куба, Молдова, Монголия, Польша, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, США, Чехия, ЮАР.

### **Изучаемая проблема и основная цель исследований:**

Переход на новый уровень исследований и разработок в области радиационной физики твердого тела, прикладной радиохимии и материаловедения с выходом на нанотехнологические приложения. Главные акценты будут сделаны на модификацию материалов в нанометровом диапазоне, на исследование эффектов, производимых тяжелыми ионами в веществе, с целью выяснения фундаментальных механизмов и разработки нанотехнологических приложений ионных пучков. Модернизация инструментальной базы ЛЯР для получения медицинских изотопов и развития методов модификации материалов.

### **Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:**

1. Детальные исследования структурных эффектов, вызываемых тяжелыми ионами в материалах, направленные на понимание фундаментальных механизмов взаимодействия ионов с веществом и на применение пучков ускоренных тяжелых ионов в нанотехнологиях.
2. Исследования радиационной стойкости материалов, облучаемых высокоэнергетическими многозарядными ионами, включая тестирование электронных компонент для космических применений в режиме реального времени.
3. Синтез наноструктурированных материалов и исследование их оптических, электрических и магнитных свойств.
4. Разработка следующих поколений функциональных трековых мембран и основанных на них функциональных материалов для оптических, медицинских, биохимических и сенсорных применений.
5. Развитие гибридных технологий, сочетающих в себе ионно-трековую технологию с технологиями тонкопленочных покрытий, многослойных композитов, и модификации поверхности.
6. Получение радиоизотопов для ядерной медицины и радиоэкологических исследований с использованием гамма-квантов, альфа-частиц и ионных пучков.
7. Создание специализированных каналов для проведения прикладных исследований на вновь создаваемом циклотроне ДЦ-280 и модернизированном циклотроне У-400R.
8. Развитие лабораторного комплекса в новом лабораторном корпусе ЛЯР в кооперации с Международным Инновационным Нанотехнологическим Центром (МИНЦ, совместный проект ОИЯИ и Роснано).

### **Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:**

1. Моделирование методами молекулярной динамики структурных изменений в монокристаллах оксидов при перекрытии треков быстрых тяжелых ионов.
2. Исследование воздействия облучения высокоэнергетическими ионами на процессы развития водородной и гелиевой пористости в металлах и сплавах.
3. Исследование радиационных дефектов, образующихся в графене при облучении высокоэнергетическими тяжелыми ионами.

4. Исследование распределения наночастиц серебра на поверхности и в порах трековых мембран, модифицированных полиэтиленмином и другими линкерами.
5. Изучение осмотических эффектов, вызываемых низкомолекулярными электролитами в нанопорах цилиндрической и конической геометрии.
6. Получение методом планарного магнетронного напыления композитных трековых мембраны с тонким слоем оксида цинка, и детальное исследование его структуры, фазового состава и электрических свойств.
7. Исследование поверхностных и электротранспортных свойства композитных трековых мембран с гидрофобным слоем фторсодержащих полимеров, полученных методами магнетронного и термовакуумного напыления.
8. Применение ядерно-физических методов для анализа редко-земельных элементов и радионуклидов семейств U, Th в образцах объектов окружающей среды, предоставленных исследовательскими организациями Монголии, ЮАР, Болгарии.

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ                       | Руководители<br>Основные исполнители  | Статус проекта или эксперимента |
|---|---|---------------------------------|
| 1. Исследование радиационной повреждаемости твердого тела и образования наноструктур<br><br>ЛЯР | Скуратов В.А.<br>Апель П.Ю.   | Набор данных                    |
| ЛИТ   | Трофимов В.В.   |                                 |
| ЛНФ   | Куклин А.И., Фронтасьева М.В.   |                                 |
| 2. Получение ультрачистых изотопов<br><br>ЛЯР   | Дмитриев С.Н.   | Изготовление                    |
|   | Альбин Ю.В., Божиков Г.А., Востокин Г.К., Густова М.В., Дробина Т.П., Стародуб Г.Я., Сабельников А.В. |                                 |
| 3. Радиоаналитические исследования<br><br>ЛЯР   | Густова М.В.  | Набор данных                    |
|   | Густова Н.С., Каплина С.П., Сабельников А.В.  |                                 |
| 4. Создание ускорительных комплексов для радиационнофизических исследований<br><br>ЛЯР          | Дмитриев С.Н.<br>Чумбалов А.А.  | Проектирование<br>Изготовление  |
|   | Богомолов С.Л., Калагин И.В., Колесов И.В., Чумбалов А.А.   |                                 |

**Сотрудничество по теме:**

| <b>Страна или международная организация</b> | <b>Город</b> | <b>Институт или лаборатория</b> | <b>Участники</b>   | <b>Статус</b>                       |
|---|--------------|---------------------------------|--|-------------------------------------|
| Беларусь                                    | Минск        | БГУ                             | Анищик В.М. + 3 чел.<br>Углов В.В. + 3 чел.<br>Казючиц Н.М.<br>Макаренко Л.Ф. + 1 чел.<br>Федотов А.К. + 2 чел.<br>Тиванов М.С. + 3 чел. | Совместные работы<br>Обмен визитами |
|   |              | НЦ ФЧВЭ БГУ                     | Федотова Ю.А. + 2 чел.   | Совместные работы                   |
|   |              | НИИПФП БГУ                      | Комаров Ф.Ф. + 3 чел.  | Совместные работы                   |
|   | Гомель       | УГЗ МЧС                         | Станкевич В.С. + 2 чел.  | Совместные работы                   |
|   |              | НПЦ НАНБ по материаловедению    | Грабчиков С. С. + 2 чел.   | Совместные работы                   |
|   |              | БНТУ                            | Плескачевский Ю.М. + 2 чел.  | Совместные работы                   |
| Болгария                                    | Пловдив      | ГГУ                             | Рогачев А.В. + 4 чел.  | Совместные работы                   |
| Вьетнам                                     | Ханой        | РУ                              | Маринова С.  | Протокол                            |
| Казахстан                                   | Астана       | ИОР VAST                        | Тип ТранДук + 3 чел.   | Совместные работы                   |
|   |              | АФ РГП ИЯФ                      | Здоровец М.В. + 4 чел.   | Совместные работы                   |
|   | Алматы       | ЕНУ                             | Акалбеков А.Т. + 4 чел.  | Совместные работы                   |
|   |              | НУ                              | Тихонов А.В.<br>Утегулов Ж. + 3 чел.   | Совместные работы                   |
|   |              | ФТИ                             | Мукашев Б.Н. + 8 чел.<br>Кислицын С.Б. + 3 чел.  | Совместные работы                   |
| Куба  | Гавана       | CEADEN                          | Монталван А.   | Совместные работы                   |
| Молдова                                     | Кишинев      | ИПФ АНМ                         | Акимова Е.А.   | Совместные работы                   |
| Монголия                                    | Улан-Батор   | МолдГУ                          | Куляк И.   | Совместные работы                   |
|   |              | CGL                             | Ариунбат А.  | Протокол                            |
|   |              | NRC NUM                         | Норов Н.   | Совместные работы                   |
| Польша                                      | Варшава      | WUT                             | Вишневский Р. + 2 чел.   | Совместные работы                   |
|   |              | INCT                            | Сартовска Б.<br>Староста В. + 3 чел.<br>Хмелевска-Сметанко Д. + 2 чел.   | Совместные работы                   |
|   |              | UMCS                            | Будзински М. + 3 чел.  | Совместные работы                   |
|   | Люблин       | UMK                             | Лукашевич Е.<br>Шостенко А.Г.  | Протокол                            |
|   | Россия       | Москва                          | ИОФ РАН  | Васильев А.Б. + 2 чел.              |
| ИОФ РАН                                     |              |                                 | Гарн С.В.<br>Михайлова Г.Н.<br>Кузьмин Г.П.  | Протокол                            |
| ИСПМ РАН                                    |              |                                 | Гильман А.Б.   | Совместные работы                   |
| Торунь                                      |              | МАТИ                            | Слепцов В.В.<br>Елинсон В.М. + 3 чел.  | Совместные работы                   |
|   |              | МИЭМ                            | Бондаренко Г.Г. + 3 чел.   | Совместные работы                   |
|   |              | НИИВС                           | Зверьев В.В. + 2 чел.  | Совместные работы                   |
|   |              | НИИЯФ МГУ                       | Шведун В.И.  | Совместные работы                   |

|                |               |                       |                                  |                   |
|----------------|---------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------|
|                |               | ФИАН                  | Никулин В.Я.<br>Митрофанов А.В.  | Совместные работы |
|                | Владимир      | Владисарт             | Осипов Н.Н.                      | Совместные работы |
|                | Дубна         | Трекпор<br>Технолоджи | Терентьев В.А.                   | Совместные работы |
|                | Калининград   | БФУ им. И.Канта       | Савин В.В. + 2 чел.              | Протокол          |
|                | Краснодар     | КубГУ                 | Никоненко В.В. + 3 чел.          | Совместные работы |
|                | Новосибирск   | ИФП СО РАН            | Антонова И.В. + 2 чел.           | Совместные работы |
|                | Обнинск       | РЕАТРЕК-Фильтр        | Соснин А.Н.                      | Совместные работы |
|                | С.-Петербург  | ФТИ им.<br>А.Ф.Иоффе  | Калинина Е.В. + 2 чел.           | Совместные работы |
|                | Симферополь   | СИМПЭКС               | Антипов В.А. + 3 чел.            | Совместные работы |
|                | Черноголовка  | ИФТТ РАН              | Кукушкин И.В. + 3 чел.           | Совместные работы |
|                |               | ФИНЭПХФ РАН           | Козловский В.И.                  | Совместные работы |
| Румыния        | Бухарест      | CSSNT-UPB             | Енакеску М.                      | Протокол          |
|                |               | INFLPR                | Динеску Г.                       | Протокол          |
|                |               | UPB                   | Еначеску М.                      | Протокол          |
|                |               | IFIN-НН               | Драголич А.К.                    | Совместные работы |
|                | Бая-Маре      | TUCN-NUCBM            | Раколта Д.                       | Совместные работы |
| Словакия       | Братислава    | BIONT                 | Ковач П. + 6 чел.                | Совместные работы |
|                |               | IEE SAS               | Вавра И.                         | Совместные работы |
| Чехия          | Прага         | SU                    | Чижек Я.                         | Совместные работы |
|                | Брно          | BUT                   | Флорал Ш.                        | Совместные работы |
|                | Оломоуц       | UP                    | Пичусек И.                       | Совместные работы |
|                | Ржеж          | NPI CAS               | Гнатович В. + 2 чел.<br>Вацек И. | Совместные работы |
| Венгрия        | Будапешт      | GetGiro Kft           | Ковач З.                         | Совместные работы |
| Германия       | Дармштадт     | GSI                   | Траутманн К.                     | Совместные работы |
|                | Кведлинбург   | IST                   | Данцигер М.                      | Совместные работы |
|                |               | MiCryon Technik       | Шульц А.                         | Совместные работы |
| Сербия         | Белград       | INS "VINČA"           | Лаушевич З.<br>Петрович С.       | Совместные работы |
| ЮАР            | Претория      | UP                    | Хлаттшвайо Т.                    | Совместные работы |
|                | Беллвилл      | UWC                   | Петрик Л.                        | Совместные работы |
|                | Порт-Элизабет | NMMU                  | Нийтлинг Я.                      | Совместные работы |
|                | Стелленбос    | SU                    | Россоу А.                        | Совместные работы |
| Великобритания | Лондон        | Middlesex Univ.       | Прист Н. + 2 чел.                | Совместные работы |
| Испания        | Валенсия      | UV                    | Рамирес П.                       | Совместные работы |
| Китай          | Пекин         | Beijing Fert Co       | Ши-Лун Гуо                       | Совместные работы |
|                |               | PKU                   | Юганг Ванг                       | Совместные работы |
| США            | Стэнфорд      | SU                    | Ивинг Р.                         | Совместные работы |
|                | Ноксвилл      | UTK                   | Зинкле С.                        | Совместные работы |
|                | Ок-Ридж       | ORNL                  | Власюк И.<br>Ланг М.             | Совместные работы |

## Исследования биологического действия тяжелых заряженных частиц различных энергий

**Руководители темы:** Красавин Е.А.  
Тимошенко Г.Н.

### Участвующие страны и международные организации:

Армения, Болгария, Вьетнам, Италия, Монголия, Польша, Россия, Румыния, Словакия, Чехия.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Теоретические и экспериментальные исследования биологического действия тяжелых заряженных частиц различных энергий на базовых установках ОИЯИ.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Исследование закономерностей и механизмов возникновения молекулярных нарушений структуры ДНК и их репарации в клетках млекопитающих и человека при действии излучений с разной ЛПЭ *in vivo* и *in vitro*.
2. Получение сравнительных данных о закономерностях индукции генных и структурных мутаций в клетках млекопитающих и низших эукариот при действии редко и плотно ионизирующих излучений с разными ЛПЭ.
3. Исследование механизмов повреждения и восстановления сетчатки глаза после воздействия ТЗЧ.
4. Исследование характера повреждений и закономерностей гибели клеток центральной нервной системы. Выявление функциональных и морфологических нарушений в ЦНС в результате действия ТЗЧ.
5. Математическое моделирование радиационно-индуцированных эффектов ионизирующих излучений с разной ЛПЭ на молекулярном и клеточном уровне. Разработка и анализ математических моделей молекулярных механизмов нарушений структуры и функций центральной нервной системы в результате действия ионизирующих излучений.
6. Расчет защит новых ядерно-физических установок, оценка радиационной обстановки и разработка систем радиационной безопасности.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Продолжить изучение закономерностей индукции, формирования, кинетики репарации и структуры кластерных ДР ДНК при действии ТЗЧ в клетках фибробластов кожи человека.
2. Определить вклад различных путей репарации кластерных ДР ДНК в фибробластах человека при действии излучений разного качества методом иммуноцитохимического окрашивания белков репарации RAD51 (HR) и Ku70, DNA PKcs (NHEJ).
3. Исследовать влияние ингибиторов синтеза ДНК на формирование кластерных повреждений ДНК.
4. Изучить закономерности формирования и элиминации ДР ДНК в нейронах головного мозга грызунов при облучении *in vivo* и *in vitro* с использованием первичной культуры гиппокампа, получаемой из крыс возраста P0-P1.
5. Разработать подходы для изучения радиационных эффектов в глиальных клетках мозга лабораторных животных при действии ионизирующих излучений разного качества. Продолжить изучение закономерностей активации микроглиальных клеток мыши при действии излучений с разными ЛПЭ.
6. Исследовать действие гамма-квантов, протонов и ТЗЧ на лимфоциты периферической крови человека методом multicolor FISH.

7. Продолжить изучение закономерностей индукции генных и структурных мутаций в клетках дрожжей при действии излучений с разными ЛПЭ.
8. Оценить выход хромосомных aberrаций в клетках млекопитающих в отдаленные сроки после действия ионизирующих излучений с разными ЛПЭ. Сопоставить данные молекулярного и цитогенетического анализа HPRГ-мутантных субклонов.
9. Продолжить исследование механизмов, лежащих в основе нарушений и восстановления клеточных элементов сетчатки после радиационного воздействия. Отследить изменение в составе бисретиноидов в сетчатке и ретинальном пигментном эпителии глаза мыши при действии плотноионизирующего излучения.
10. Провести исследование модификации сложных поведенческих реакций мелких лабораторных животных при действии ТЗЧ. Выявить специфику нарушений клеточных структур головного мозга и возможность купирования подобных нарушений различными фармакологическими агентами после облучения.
11. Продолжить разработку математических моделей индукции и репарации ключевых типов повреждений ДНК после облучения ТЗЧ.
12. Продолжить компьютерное моделирование процессов формирования радиационно-индуцированных повреждений в мембранных ионных каналах и синаптических контактах.
13. Провести математическое моделирование развития радиационно-индуцированного оксидативного стресса в нервных клетках.
- 14.
15. Продолжить проектирование, тестирование и калибровку приборов ядерной планетологии с генераторами быстрых нейтронов на стенде ЛРБ.
16. Обеспечить проведение радиобиологических экспериментов на ускорителе У400М ЛЯР и медицинском пучке фазотрона ЛЯП.
17. Подготовить техническое задание на проектирование канала для радиобиологических исследований на Нуклотроне ЛФВЭ.

#### Проекты по теме:

| Название проекта  | Руководитель проекта            | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Исследования биологического действия тяжелых заряженных частиц различных энергий | Красавин Е.А.<br>Тимошенко Г.Н. | 1 (2015 – 2020)                      |

#### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ | Руководители<br>Основные исполнители | Статус проекта или эксперимента             |
|--|--------------------------------------|---|
| 1. Радиобиологические исследования на пучках заряженных частиц         | Красавин Е.А.                        | Набор данных<br>Реализация<br>Моделирование |

ЛРБ

Аксенова С.В., Блаха П., Богданова Ю.В., Борейко А.В., Бугай А.Н., Буденная Н.Н., Буланова Т.С., Васильева М.А., Виноградова Ю.В., Ву Т.Х., Говорун Р.Д., Душанов Э.Б., Жучкина Н.И., Заднепрянец М.Г., Иванов А.А., Ильина Е.В., Йежкова Л., Коваленко М.А., Кожина Р.А., Кокорева А.Н., Колтовая Н.А., Колесникова Е.А., Комова О.В., Корогодина В.Л., Кошлань И.В., Кошлань Н.А., Круглякова Е.А., Кузьмина Е.А., Куцало П.В., Лисы В.Н., Ляхова К.Н., Лхагваа Б., Мунхбаатар Б., Насонова Е.А., Островский М.А., Панина М.С., Пархоменко А.Ю., Петрова Д.В., Северюхин Ю.С., Смирнова Е.В., Тиунчик С.И., Утина Д.М., Чаусов В.Н., Шванева Н.В., Шмакова Н.Л. + 4 инженера, + 7 рабочих

**2. Радиационные исследования**

**Тимошенко Г.Н.**

|   |
|---|
| Изготовление<br>Набор данных<br>Моделирование |
|---|

ЛРБ

Алейников В.Е., Бескровная Л.Г., Комочков М.М., Крылов А.Р., Крылов В.А., Лесовая Е.Н. + 10 инженеров, + 2 рабочих

**3. Подготовка специалистов по радиационной безопасности и радиобиологии**

**Красавин Е.А.  
Пакуляк С.З. (УНЦ)**

ЛРБ

Алейников В.Е., Бакерин О.А., Борейко А.В., Бугай А.Н., Буденная Н.Н., Иванов А.А., Колтовая Н.А., Комова О.В., Комочков М.М., Кошлань И.В., Островский М.А., Пархоменко А.Ю., Тимошенко Г.Н.

**Сотрудничество по теме:**

| Страна или международная организация | Город      | Институт или лаборатория | Участники                                  | Статус            |
|--------------------------------------|------------|--------------------------|--|-------------------|
| Армения                              | Ереван     | ЕГУ                      | Арутюнян Р.М.                              | Совместные работы |
| Болгария                             | София      | IE BAS                   | Аврамов Л.                                 | Совместные работы |
|                                      |            | NCRRP                    | Хаджидекова В. + 2 чел.<br>Ботева Р.       | Протокол          |
| Вьетнам                              | Ханой      | INPC VAST                | Ву Тхи Ха                                  | Протокол          |
| Монголия                             | Улан-Батор | NUM                      | Лхагва О. + 2 чел.                         | Совместные работы |
| Польша                               | Щецин      | US                       | Черски К                                   | Протокол          |
| Россия                               | Москва     | ИМБП РАН                 | Орлов О.И.                                 | Совместные работы |
|                                      |            |                          | Труханов К.А.<br>Штемберг А.С.<br>+ 2 чел. |                   |
|                                      |            |                          | Марков Н.В.                                | Совместные работы |
|                                      |            | ИТЭФ                     | Козлова Е.К.<br>Фельдман Т.Б.              | Совместные работы |
|                                      |            | МГУ                      | Латанов А.В.<br>Кудрин В.С.                | Совместные работы |
|                                      | Астрахань  | НИИ фармакологии<br>АГУ  | Байгушева И.А.                             | Протокол          |

|          |            |         |                                 |                   |
|----------|------------|---------|---------------------------------|-------------------|
| Румыния  | Сочи       | НИИ МП  | Лалин Б.А.                      | Совместные работы |
|          | Бухарест   | UMF     | Верга Н. + 2 чел.               | Совместные работы |
|          | Яссы       | IBR     | Вокица Г. + 4 чел.<br>Гергел Д. | Протокол          |
| Словакия | Братислава | UAIC    | Лука Д. + 3 чел.                | Совместные работы |
|          |            | CU      | Дубничкова М.<br>+ 3 чел.       | Совместные работы |
| Чехия    | Прага      | CTU     | Мучка В.<br>Екс И.              | Совместные работы |
|          | Брно       | IBP CAS | Козубек С.<br>+ 3 чел.          | Совместные работы |
|          | Ржеж       | NPI CAS | Турек К. + 2 чел.               | Совместные работы |
| Италия   | Удине      | UJV     | Штефаник М.                     | Совместные работы |
|          |            | Uniud   | Амбеси Ф.                       | Совместные работы |
|          |            |         |                                 |                   |

## **Исследование космического вещества на Земле и в ближайшем космосе; исследование биологических и геохимических особенностей ранней Земли**

**Руководители темы:** Красавин Е.А.  
Розанов А.Ю.  
Швецов В.Н.

**Участвующие страны и международные организации:**  
Великобритания, Италия, Норвегия, Польша, Россия, Румыния, США.

### **Исследуемая проблема и основная цель исследований:**

Биогеохимические исследования космической пыли; исследование биофоссилий и органических соединений в метеоритах и в древних земных породах; изучение космического вещества методами ядерной физики. В результате изучения и обобщения материалов по современной и ископаемой космической пыли, а также по древним земным объектам и современным организмам-экстремофилам будут получены данные о формах древней земной и внеземной жизни.

### **Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:**

1. Получение новых данных о количестве космического вещества, выпадающего на всю поверхность Земли. Получение данных о динамике выпадения космической пыли на больших территориях.
2. Определение параметров частиц внеземного происхождения: морфология, структура, распределение по размерам, элементный, изотопный и минералогический состав частиц. Определение изменения этих характеристик в различных планшетах на различных временных интервалах.
3. Создание коллекции космической пыли. Микрочастицы пыли в данной коллекции будут охарактеризованы по концентрации и распределению по размеру.
4. Получение новой информации о роли микроорганизмов в становлении и эволюции жизни на Земле, в процессах выветривания, осадкообразования и т.п.
5. Исследование синтеза сложных пребиотических соединений из формамида при действии ионизирующих излучений разного качества с участием метеоритов в роли катализаторов.
6. Обобщение полученных данных о формах древней земной и, возможно, внеземной жизни.

### **Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:**

1. Продолжить выявление и изучение биофоссилий и органического вещества в метеоритах и древнейших породах Земли с помощью электронной микроскопии.
2. Продолжить диагностику остатков микроорганизмов в горных породах архея и протерозоя и определения уровня их организации с помощью методов ядерной физики.
3. Продолжить исследование синтеза сложных пребиотических соединений из формамида при действии ускоренных ионов в разных температурных условиях.
4. Продолжить исследование катализаторов участвующих в синтезе сложных пребиотических соединений из формамида.
5. Составить иллюстрированный атлас по микрофоссилиям в метеорите Оргей.

## Проекты по теме:

| Название проекта   | Руководитель проекта                                  | Приоритет проекта<br>(сроки реализации) |
|--|---|---|
| 1. Исследование космического вещества на Земле и в ближайшем космосе; исследование биологических и геохимических особенностей ранней Земли | Красавин Е.А.<br>Научный руководитель:<br>Розанов А.Ю | 1 (2013 – 2019)                         |

## Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ            | Руководители<br>Основные исполнители                                      | Статус проекта или эксперимента             |
|---|---|---|
| 1. Изучение биофоссилий в метеоритах и древних земных породах<br><br>ЛРБ          | Розанов А.Ю.<br>Красавин Е.А.<br><br>Рюмин А.К. + 1 инженер               | Набор данных<br>Реализация<br>Моделирование |
| 2. Исследование синтеза сложных пребиотических соединений из формамида<br><br>ЛРБ | Саладино Р.<br><br>Капралов М.И. + 1 студент                              | Набор данных<br>Реализация<br>Моделирование |
| 3. Биогеохимическое и биологическое исследование космической пыли                 | Гиндилис Л.М.   | Набор данных<br>Реализация<br>Моделирование |
| 4. Изучение космического вещества методами ядерной физики<br><br>ЛНФ              | Швецов В.Н.<br>(ЛНФ)<br><br>Дмитриев А.Ю., Седышев П.В., Фронтасьева М.В. | Набор данных<br>Реализация<br>Моделирование |

## Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город       | Институт или лаборатория                          | Участники  | Статус  |
|--------------------------------------|-------------|---|--|---|
| Польша                               | Познань     | AMU   | Фиалкевич-Козиел Б.  | Совместные работы   |
| Россия                               | Москва      | ГАИШ МГУ<br>ИГЕМ РАН<br>ИКИ РАН<br>МГУ<br>ПИН РАН | Гиндилис Л.М. + 1 чел.<br>Шарков Е.В.<br>Манагадзе Г.Г.<br>Воробьева Е.А.<br>Розанов А.Ю. + 3 чел. | Совместные работы<br>Совместные работы<br>Совместные работы<br>Совместные работы<br>Совместные работы |
|                                      | Борок       | ИФЗ РАН   | Цельмович В.А.   | Совместные работы   |
|                                      | Гатчина     | НИЦ КИ ПИЯФ                                       | Булат С.А.   | Совместные работы   |
|                                      | Новосибирск | ИК СО РАН   | Снытников В.Н.   | Совместные работы   |
| Румыния                              | Бухарест    | UB  | Дулиу О.   | Совместные работы   |
|                                      | Яссы        | UAIC  | Михалеску Д.   | Протокол  |
| Великобритания                       | Бакингем    | UB  | Викрамасинге Ч. + 3 чел.   | Совместные работы   |

|          |          |                     |                      |                   |
|----------|----------|---------------------|----------------------|-------------------|
| Италия   | Рим      | Univ. "La Sapienza" | Ди Мауро Э. + 1 чел. | Совместные работы |
|          | Витербо  | UNITUS              | Саладино Р.          | Совместные работы |
| Норвегия | Тронхейм | NTNU                | Стейнес Э.           | Совместные работы |
| США      | Атенс    | ASU                 | Хувер Р.Б.           | Совместные работы |

## Проведение медико-биологических и радиационно-генетических исследований с использованием различных типов ионизирующих излучений

**Руководитель темы:**  
**Заместитель:**

Мицын Г.В.  
Швидкий С.В.

### Участвующие страны и международные организации:

Индия, Польша, Россия, Румыния, Чехия.

### Исследуемая проблема и основная цель исследований:

Медико-биологические и радиационно-генетические исследования с применением различных излучений.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

Проведение медико-биологических и клинических исследований по протонной терапии онкологических больных. Получение базы экспериментальных данных в области радиационного мутагенеза в генеративных клетках животных.

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Продолжение клинических исследований по протонной терапии онкологических больных в кабине № 1. Проведение статистического анализа результатов лечения различных заболеваний на протонном пучке.
2. Работы по расширению функциональных возможностей разрабатываемой трехмерной программы планирования протонной терапии и ее клинической апробации в сеансах облучения.
3. Испытание прототипа аппаратуры для проведения динамического конформного облучения протонным пучком глубоко залегающих новообразований.
4. Разработка и совершенствование детекторов и приборов для дозиметрии медицинских адронных пучков.
5. Исследование возможности лазерной радиозащиты от радиационных повреждений после воздействия ионизирующего излучения на клетках фибробластов мышей с использованием лазерного модуля с длиной волны 532 нм.
6. Проведение экспериментов по молекулярному анализу радиационно-индуцированных мутационных повреждений в генах животных, вызванных воздействием ионизирующего излучения разного качества.

### Проекты по теме:

| Название проекта  | Руководитель проекта        | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|---|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. Совершенствование методов, технологий, режимов планирования и проведения лучевой терапии   | Мицын Г.В.<br>Восканян К.Ш. | 1 (2017 – 2019)                      |
| 2. РАДИОГЕН: Экспериментальное обоснование оценки генетического риска ионизирующей радиации по частоте наследуемых изменений ДНК структурных генов животных и человека. | Александров И.Д.            | 1 (2017 – 2019)                      |

## Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории   | Руководители<br>Основные исполнители  | Статус проекта или эксперимента |
|---|---|---------------------------------|
| 1. Совершенствование методов,<br>технологий, режимов<br>планирования и проведения<br>лучевой терапии<br><br>ЛЯП   | Мицын Г.В.<br>Восканян К.Ш.<br><br>Агапов А.В., Александрова И.В., Белокопытова К., Борович Д.В., Гаевский В.Н., Демакова Т.Л., Донская Г.В., Лучин Е.И., Иванова А.Е., Клочков И.И., Миллер И.Е., Молоканов А.Г., Оанча К., Писарева С.А., Рзянина А.В., Цейтлина М.А., Швидкий С.В., Шипулин К.Н. | Реализация                      |
| 2. РАДИОГЕН: Экспериментальное<br>обоснование оценки генетического<br>риска ионизирующей радиации<br>по частоте наследуемых<br>изменений ДНК структурных<br>генов животных и человека.<br><br>ЛЯП | Александров И.Д.<br><br>Александрова М.В., Афанасьева К.П., Дубовик С.В., Кораблинова С.В., Коровина Л.Н., Кравченко Е.В., Майорова Е.С., Орлова Н.В., Русакович А.Н., Харченко Н.Е.  | Реализация                      |

## Сотрудничество по теме:

| Страна или<br>международная<br>организация | Город          | Институт или<br>лаборатория | Участники                | Статус            |
|--|----------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------|
| Польша                                     | Краков         | NINP PAS                    | Олько П. + 2 чел.        | Совместные работы |
|  | Отвоцк-Сверк   | NCBJ                        | Грызинский М. + 2 чел.   | Протокол          |
|  | Познань        | GPCC                        | Малицкий М. + 1 чел.     | Совместные работы |
| Россия                                     | Москва         | ИОГен РАН                   | Захаров И.А. + 2 чел.    | Совместные работы |
|  |                | ИМБП РАН                    | Абросимова А.Н. + 2 чел. | Совместные работы |
|  |                | РМАПО                       | Кижаяев Е.В. + 1 чел.    | Совместные работы |
|  | Дубна          | РО МСЧ-9                    | Курганский Я.В. + 2 чел. | Протокол          |
| Румыния                                    | Ростов-на-Дону | ЮФУ                         | Чистяков В.А. + 1 чел.   | Совместные работы |
|  | Бухарест       | UMF                         | Карачук Ю.-Т.            | Совместные работы |
|  |                | UB                          | Попеску А. + 1 чел.      | Протокол          |
| Чехия                                      |                | IFIN-HH                     |                          | Протокол          |
|  | Прага          | PTC                         | Вандрачек В. + 1 чел.    | Совместные работы |
|  | Ржеж           | UJV                         | Давидкова М. + 2 чел.    | Протокол          |
| Индия                                      | Нью-Дели       | IUAC                        | Лочаб С. + 1 чел.        | Совместные работы |
|  | Мумбаи         | BARC                        | Тринати С. + 1 чел.      | Совместные работы |

## Новые полупроводниковые детекторы для фундаментальных и прикладных исследований

**Руководитель темы:**  
**Заместитель:**

Шелков Г.А.  
Жемчугов А.С.

### Участвующие страны и международные организации:

Германия, Италия, Канада, Куба, Новая Зеландия, Польша, Россия, США, Украина, Чехия, Хорватия, Швейцария, ЮАР, ЦЕРН.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Развитие имеющегося научно-технического задела по проектированию и созданию полупроводниковых радиационно-стойких детекторов и гибридных пиксельных детекторов высокого разрешения на основе новых полупроводниковых материалов и микросхем семейства Medipix для физических исследований. Развитие имеющейся измерительной инфраструктуры, позволяющей проводить исследование свойств полупроводниковых детекторов, создаваемых в ОИЯИ и лабораториях стран-участниц, в сочетании с испытаниями на пучках частиц базовых установок ОИЯИ. Проведение совместных научных работ в сотрудничестве с исследовательскими группами из других научных центров для определения потенциала применения разработанных детекторов и технологий в других областях науки и техники, в особенности в геологии и биомедицине.

Исследования по физике твердого тела с применением метода позитронной аннигиляционной спектроскопии (ПАС). Развитие метода ПАС на потоке монохроматических позитронов, создание аппаратуры для спектроскопии методом Доплера и методом измерения времени жизни позитронов в веществе.

Создание установок и проведение экспериментов на ускорителях для получения новой информации и проверки теоретических представлений в процессах сильного, слабого и электромагнитного взаимодействий элементарных частиц и легких ядер при промежуточных энергиях.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Набор и анализ данных системы мониторинга радиационного фона ATLAS-GaAsPix в шахте установки ATLAS.
2. Исследование радиационной стойкости GaAs:Cr.
3. Измерение отклика пиксельных детекторов Timerix и развитие методов идентификации частиц.
4. Усовершенствование существующих стендов по измерению характеристик полупроводниковых детекторов.
5. Установка в микромограф MARS пиксельного детектора большой площади.
6. Создание микромографа с детектором большой площади и большим геометрическим увеличением.
7. Разработка полнофункционального блока электроники считывания для микросхем Timerix и подготовка к созданию детекторов на базе микросхемы Medipix4.
8. Развитие методов спектральной микромографии, включая совершенствование вычислительных алгоритмов.
9. Проведение сканирования биоматериала в рамках программы совместных исследований с медиками.
10. Изучение возможности выделения рентгеноконтрастных веществ в организме по энергетической зависимости линейного коэффициента ослабления (ЛКО).
11. Проведение сканирования руд и минерального сырья в рамках программы совместных исследований с геофизиками.
12. Развитие метода ПАС на потоке монохроматических позитронов и проведение исследований материалов этим методом.

13. Измерение спиновой асимметрии  $\sigma_p - \sigma_a$ . Теоретический анализ и интерпретация экспериментальных результатов (GDH).
14. Измерение односпиновых асимметрий на поляризованной мишени в нескольких эксклюзивных каналах с использованием  $\pi^-$ -пучка с энергией 30-40 ГэВ и инклюзивном образовании всех известных легких резонансов (SPASCHARM).

### Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:

1. Набор данных и разработка методики определения состава радиационного фона в установке ATLAS с помощью системы ATLAS-GaAsPix.
2. Исследование радиационной стойкости GaAsCr.
3. Измерение отклика пиксельных детекторов Timerix на различные частицы и развитие методов идентификации частиц.
4. Оснащение микротомографа MARS новым детектором большой площади и большим геометрическим увеличением.
5. Проведение исследований по программам совместных работ с медиками и геофизиками.
6. Создание микротомографа большой площади.
7. Разработка тех. задания на проект томографа с вращающимся образцом.
8. Создание тестового варианта устройства формирования упорядоченного потока позитронов.
9. Проведение экспериментов с Active Target (GDH).

### Проекты по теме:

| Название проекта  | Руководитель проекта   | Приоритет проекта (сроки реализации) |
|---|--|--------------------------------------|
| 1. Новые полупроводниковые детекторы для фундаментальных и прикладных исследований                      | Шелков Г.А.  | 1 (2015 – 2020)                      |
| 2. Развитие техники эксперимента и прикладные исследования на монохроматических пучках позитронов (PAS) | Кобец А.Г.<br>Хородек П.<br>Научный руководитель:<br>Мешков И.Н. | 1 (2016 – 2020)                      |
| 3. GDH&SPASCHARM  | Усов Ю.А.<br>Ковалик А.  | 1 (2011 – 2019)                      |

### Основные этапы темы:

| Этап темы или эксперимент<br>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ<br>Ответственные от Лаборатории | Руководители<br>Основные исполнители   | Статус проекта или эксперимента |
|--|--|---------------------------------|
| 1. Проект “Новые полупроводниковые детекторы для фундаментальных и прикладных исследований”            | Шелков Г.А.  | Реализация                      |
| ЛЯП  | Андряшени В.В., Гонгадзе А., Госткин М.И., Гуськов А.В., Котов С.А., Кожевников Д.А., Кузнецов Н.К., Кручонок В.Г., Лапкин А.В., Лейва А., Ноздрин А.А., Павлов В.Н., Пороховой С.Ю., Смолянский П.И., Шакур С., Черепанова Е.А. |                                 |
| ЛЯР  | Митрофанов С.В.  |                                 |

|  |      |   |   |                                  |
|--|------|---|---|----------------------------------|
|  | ЛФВЭ | Лукстиньш Ю., Короткова А.М., Кривенков Д.О., Аверьянов А.В., Герценбергер С.В.   |   |                                  |
| 2. Проект “Развитие техники эксперимента и прикладные исследования на монохроматических пучках позитронов (PAS)” | ЛЯП  | Ахманова Е.В., Мешков И.Н., Орлов О.С., Рудаков А.Ю., Семек К., Сидорин А.А., Соболева Л.В., Степанова Т.А., Хилинов В.И., Яковенко С.Л.  | Кобец А.Г.<br>Хородек П.                  | Реализация                       |
| 3. Проект GDH&SPASCHARM  | ЛФВЭ | Дробин В.М., Селезнев В.В.  | Усов Ю.А.<br>Ковалик А.                   | Набор данных<br>Обработка данных |
|  | ЛЯП  | Борисов Н.С., Бажанов Н.А., Федоров А.Н., Плис Ю.А., Городнов И.С., Долженков А.С., Кашеваров В.А., Лазарев А.Б., Неганов А.Б., Садовский А.Б., Гапиенко И.В.   |   |                                  |
|  | ЛТФ  | Герасимов С.В., Камалов С.С.  | Анфимов Н.В.                              | Реализация                       |
| 4. Применение новых полупроводниковых фотодетекторов в калориметрии для физики высоких энергий                   | ЛЯП  | Антошкин А.И., Ольшевский А.Г., Орлов И.А., Резинько Т.В., Рыбников А.В., Селюнин А.С., Чалышев В.В., Чириков-Зорин И.Е., Федосеев Д.В.   |   |                                  |
|  | ЛФВЭ | Аверьянов А.В., Короткова А.М., Кривенков Д.О., Лукстиньш Ю., Максимчук А., Старикова С.В.  | Кобец В.В.<br>Госткин М.И.<br>Ширков Г.Д. | Реализация                       |
| 5. Создание установки для проведения измерений с тестовыми пучками электронов в ЛЯП (ЛИНАК-200)                  | ЛЯП  | Акоста Э., Баранов В.Ю., Бруква А.Е., Будагов Ю.А., Гаранжа Н.И., Глаголев В.В., Грицай К.И., Давыдов Ю.И., Демин Д.В., Дятлов А.С., Жемчугов А.С., Коровяков В.Д., Красноперов А.В., Ноздрин А.А., Пороховой С.Ю., Сорокин А.Г., Скрышник А.В., Шабратов В.Г., Шокин Д.С., Юненко К.Е. |   |                                  |
|  | ЛФВЭ | Следнева А.С.   |   |                                  |
|  | УНЦ  | Белозеров Д.С., Верламов К.А., Гикал К.Б., Злыденный Д.А., Ноздрин М.А.   |   |                                  |

#### Сотрудничество по теме:

| Страна или международная организация | Город | Институт или лаборатория | Участники              | Статус            |
|--------------------------------------|-------|--------------------------|------------------------|-------------------|
| Беларусь                             | Минск | НЦ ФЧВЭ БГУ              | Коротаев А.В. + 3 чел. | Совместные работы |

|                |                |                   |  |                   |
|----------------|----------------|-------------------|--|-------------------|
| Куба           | Гавана         | CEADEN            | Диаз Гарсия А.                                   | Совместные работы |
| Польша         | Краков         | NINP PAS          | Дрызек Е.  | Совместные работы |
| Россия         | Москва         | ИТЭФ              | Данилов М.В.+ 5 чел.                             | Совместные работы |
|                |                | МГУ               | Медведев О.С.                                    | Совместные работы |
|                | Москва, Троицк | ИЯИ РАН           | Белохин В.С.                                     | Совместные работы |
|                | Архангельск    | САФУ              | Губер Ф. +3 чел.                                 | Совместные работы |
|                | Дубна          | Гос. ун-т "Дубна" | Есеев М.К.                                       | Совместные работы |
| Румыния        | Бухарест       | С.-Петербург      | Хозяинов М.С.                                    | Совместные работы |
|                |                | Томск             | Гуревич В.С.                                     | Протокол          |
|                |                | ТГУ               | Толбанов О.П. + 4 чел.                           | Совместные работы |
|                |                | ISS               | Тити Предо<br>Елена Фиру                         | Совместные работы |
| Украина        | Харьков        | ИСМА НАНУ         | Гринев Б.В<br>Гектин А.В.<br>Жмурин П.С.+ 5 чел. | Совместные работы |
|                |                | ИЭРТ НАНУ         | Клепиков В.Ф.<br>Литвиненко В.В.                 | Совместные работы |
| Чехия          | Прага          | СТУ               | Штекл И.<br>Поспишил С.+10 чел.                  | Совместные работы |
| Германия       | Гамбург        | DESU              | Граафсма Х.                                      | Совместные работы |
|                |                | DESU              | Ломан В.   | Совместные работы |
|                |                | JGU               | Томас А. + 2 чел.                                | Совместные работы |
|                |                | UniBonn           | Бек Р. + 5 чел.<br>Дутц Х. + 4 чел.              | Совместные работы |
| Италия         | Павия          | JLU               | Дрекслер П. + 2 чел.                             | Совместные работы |
|                |                | INFN              | Педрони П. + 2 чел.                              | Совместные работы |
| ЮАР            | Кейптаун       | iThemba LABS      | Мира Ж.<br>Конради Л.                            | Совместные работы |
| Великобритания | Глазго         | U of G            | Аннанд Дж. + 3 чел.                              | Совместные работы |
|                | Эдинбург       | Ун-т              | Уоттс Д. + 3 чел.                                | Совместные работы |
| Новая Зеландия | Крайстчерч     | UC                | Батлер Ф.  | Совместные работы |
| США            | Вашингтон      | UW                | Бриску У. + 4 чел.                               | Совместные работы |
| Хорватия       | Загреб         | RBI               | Супек И. + 2 чел.                                | Совместные работы |
| ЦЕРН           | Женева         | ЦЕРН              | Кемпбелл М.                                      | Совместные работы |
| Швейцария      | Базель         | Uni Basel         | Круцце В. + 3 чел.                               | Совместные работы |



Сети, компьютеринг,  
вычислительная физика  
(05)

## Информационно-вычислительная инфраструктура ОИЯИ

Руководитель темы:

Кореньков В.В.

Заместитель:

Стриж Т.А.

### Участвующие страны и международные организации:

Азербайджан, Армения, Беларусь, Болгария, Германия, Грузия, Италия, Египет, Казахстан, Китай, Куба, Молдова, Монголия, Польша, Россия, Румыния, Словакия, США, Тайвань, Украина, Франция, ЦЕРН, Чехия, Швеция, ЮАР.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Целью темы является развитие сетевой и информационно-вычислительной инфраструктуры ОИЯИ для обеспечения научно-производственной деятельности Института и государств членов необходимыми средствами современных информационных технологий согласно 7-летнему плану развития ОИЯИ. Особым направлением в рамках темы является развитие Многофункционального информационно-вычислительного комплекса ЛИТ ОИЯИ (МИВК), представленного в виде Проекта.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы:

1. Создание общего информационного пространства существующих в ОИЯИ ресурсов: вычислительных, информационных и хранения данных; обеспечивающего возможность обмена данными между подразделениями института, государствами членами ОИЯИ и сотрудничающими с ОИЯИ международными организациями.

Развитие и совершенствование телекоммуникационной и сетевой инфраструктуры ОИЯИ. Модернизация локальной сети ОИЯИ для целей обеспечения системы хранения и обработки данных по проекту NICA.

Модернизация инженерной инфраструктуры МИВК, включая системы электроснабжения и бесперебойного питания, системы кондиционирования и вентиляции, комплекса противопожарной безопасности; создание автоматизированной системы диспетчеризации и управления инженерной инфраструктурой МИВК.

Создание ИТ - инфраструктуры проекта NICA, включающей как системы долговременного хранения экспериментальных данных проекта (BM@N, MPD, SPD), так и надежную и эффективную систему off-line обработки этих данных.

Наращивание производительности и систем хранения данных базовой грид-компоненты МИВК – Tier1 центра эксперимента CMS в ОИЯИ, что обеспечит проверку стандартной модели в новой области энергий и предсказаний физических теорий за рамками стандартной модели, поддержку работ по созданию новых методов детектирования частиц, а также обеспечит приоритетный доступ к данным эксперимента CMS ученым из государств членов ОИЯИ.

Наращивание вычислительных ресурсов и систем хранения данных компоненты МИВК Tier2/ЦИВК для обеспечения поддержки экспериментов на LHC (ATLAS, Alice, CMS), FAIR (CBM, PANDA) и других масштабных экспериментов, использующих грид-среду и для поддержки работы коллаборации MPD NICA и всего проекта NICA на всех этапах его работы - от программного моделирования до создания прототипа комплекса хранения и обработки данных.

Наращивание облачной компоненты МИВК с целью расширения спектра услуг, предоставляемых пользователям, и создания интегрированной облачной среды для экспериментов ОИЯИ (NICA, ALICE, BESIII, NOvA, Daya Bay, JUNO и т. д.) и государств членов ОИЯИ.

Расширение вычислительных ресурсов гетерогенного комплекса HybriLIT, как основного ресурса для высокопроизводительных вычислений и проведения исследований требующих ресурсоемких расчетов с использованием парадигмы гетерогенных вычислений.

Развитие системы мониторинга МИВК и ее расширение до информационно-аналитической системы, позволяющей агрегировать информацию с разных уровней вычислительного центра: инженерной инфраструктуры, сети, вычислительных узлов, систем запуска задач, элементов хранения данных, грид-сервисов и др., что обеспечит высокий уровень надежности МИВК.

Разработка и внедрение системы обеспечения информационной безопасности.

2. Реализация полноценной интегрированной корпоративной информационной системы (КИС) ОИЯИ, включающей в себя подсистемы бухгалтерского, финансового, кадрового учета, электронного документооборота, связанные между собой через универсальный шлюз обмена данными и обеспечивающей оперативный доступ к достоверной управленческой информации. Развитие информационной системы управления проектом NICA. Модернизация подсистемы PIN. Реализация системы «Личный кабинет», предоставляющей конечному пользователю доступ к его персональной информации, а также упрощающей доступ к КИС ОИЯИ. Развитие электронных библиотек и видеопорталов.
3. Создание специального полигона на базе МИВК для проведения учебных курсов по современным IT-технологиям.

### **Ожидаемые результаты по этапам темы в текущем году:**

1. Ввод в эксплуатацию дополнительных 100 Гбит/с телекоммуникационных линий связи ОИЯИ-Москва. Обеспечение надежного функционирования локальной сети ОИЯИ. Переход опорной сети ОИЯИ на 100 Гбит/с. Введение в эксплуатацию сервиса «Личный кабинет» и SSO.

Завершение работ по системе резервированного электроснабжения и бесперебойного питания инфраструктуры МИВК. Ввод в эксплуатацию новых инфраструктурных модулей в зала МИВК для создания оптимальных климатических условий работы оборудования. Разработка проекта системы противопожарной безопасности инженерной инфраструктуры МИВК.

Наращивание базовой грид-компоненты МИВК – Tier1 центра эксперимента CMS в ОИЯИ: процессорных мощностей на 52%, системы хранения на дисках на 20% и ленточного хранилища на 100%.

Расширение вычислительных ресурсов и систем хранения данных, входящих в интегральную компоненту Tier2/ЦИВК - процессорных мощностей на 27% и дисковых хранилищ на 26%.

Включение в состав программно-информационной среды гетерогенной вычислительной платформы HybriLIT сервисов для управления суперкомпьютером «Говорун», мониторинга ресурсов и задач, разработка личного кабинета пользователя. Развитие сервиса для использования пакетов прикладных программ и математического программного обеспечения с развитыми графическими интерфейсами на платформе HybriLIT.

Наращивание ресурсов облачной компоненты - увеличение числа ядер на 28%, оперативной памяти на 30% и емкости дискового хранилища на 33%. Увеличение квот на облачные ресурсы для экспериментов ОИЯИ (NICA, BESIII, NOvA, Daya Bay, JUNO, Baikal-GVD, COMPASS и т. д.) и государств-членов ОИЯИ.

Ввод в эксплуатацию «озера данных» (общего хранилища данных) МИВК ОИЯИ на базе систем EOS и dCache. Создание распределенной системы хранения на базе файловой системы EOS для off-line кластеров мегапроекта NICA в МИВК и ЛФВЭ.

Проведения испытаний в реальной программно-вычислительной среде суперкомпьютера «Говорун» моделей компьютинга для мега - проекта НИКА, удовлетворяющих требованиям к временным характеристикам приема данных с детекторов с их последующей передачей на обработку, анализ и хранение, а также требованиям к эффективности моделирования и обработки событий в эксперименте.

Организация системы мониторинга серверов для гетерогенного кластера HybriLIT и суперкомпьютера «Говорун». Организация подсистем мониторинга для инженерной инфраструктуры суперкомпьютера ( система охлаждения, система питания, датчики протечки), градирни и дизель-генераторов и их интеграция с существующей системой мониторинга МИВК.

2. Разработка версии СЭД «Дубна», адаптированной для мобильных устройств. Совершенствование существующих и разработка новых модулей администрирования системы СЭД «Дубна», в частности

разработка модулей “Конструктор форм документов”, “Конструктор шаблонов маршрутов согласования”. Модернизация подсистемы маршрутизации документов на основе анализа проблем и узких мест. Внедрение в эксплуатацию и доработка новых документов: “Распоряжение о приеме лица, приглашенного в ОИЯИ”, интеграция этого документа с системой ОМС, “Распоряжение о командировании”, “Счет на оплату поставщику” и др.

Перевод систем СЭД “Дубна”, PIN, ADB2, “База документов” на аутентификацию пользователя через систему SSO (Single sign-on), интеграция с “Личным кабинетом пользователя”. Ревизия системы PIN для усиления защиты от взлома и несанкционированного доступа к информации.

Развитие системы управления проектом АРТ EVM для NICA, систем ADB2, СЭД “Дубна”, ИСС, “База документов” в соответствии с решениями рабочей группы по развитию информационных систем ОИЯИ. Текущее сопровождение систем СЭД “Дубна”, АРТ EVM для NICA, ADB2, ИСС, “База документов”, PIN.

Продолжение сотрудничества с институтами-партнерами проекта JOIN2 (Just anOther INvenio INstance), развитие инфраструктуры репозитория JINR Document Server на основе программной платформы JOIN2.

Сопровождение библиотек программ JINRLIB, CERNLIB и CPC. Организация доступа к программам и данным Банка NEA OECD.

Развитие и сопровождение центральных информационных серверов и порталов для информационного и программного обеспечения деятельности ЛИТ и ОИЯИ.

Развитие и поддержка сервисов информационно-вычислительной среды суперкомпьютера «Говорун» включая установку и сопровождение специализированных библиотек и пакетов по запросу пользователей.

Создание библиотеки лицензионного программного обеспечения для структурных подразделений ОИЯИ.

3. Проведение регулярных учебных курсов для сотрудников Института, студентов и молодых ученых из государств членов ОИЯИ по современным информационным технологиям, включая Большие данные, технологии распределенного, облачного и параллельного программирования, средствам и инструментам разработки приложений для проведения расчетов на гибридных вычислительных архитектурах на базе учебно-исследовательской грид-облачной инфраструктуры и учебно-тестового полигона HybriLIT. Организация и проведение специальных курсов от ведущих разработчиков программного обеспечения. Проведение студенческих школ по информационным технологиям в рамках конференций, организуемых ЛИТ ОИЯИ, и специальных курсов в государствах членах ОИЯИ в рамках программ по международному сотрудничеству.

### Проекты по теме:

| Название проекта | Руководитель проекта | Приоритет проекта<br>(сроки реализации) |
|------------------|----------------------|---|
| 1. МИВК          | Кореньков В.В.       | 1 (2017 – 2019)                         |

### Основные этапы темы:

| Этап темы<br>Лаборатория или другие<br>подразделения ОИЯИ | Руководители<br>Основные исполнители                        |
|---|---|
| 1. Проект МИВК  | Кореньков В.В.<br>Долбилов А.Г.<br>Мицын В.В.<br>Стриж Т.А. |

ЛИТ

Адам Г., Адамов Г., Александров Е.И., Александров И.Н., Ангелов К.Н., Астахов Н.С., Багинян А.С., Баландин А.И., Балашов Н.А., Баранов А.В., Белов С.Д., Беляков Д.В., Бондяков А.С., Бутенко Ю.А., Войтишин Н.Н., Воронцов А.С., Гаврилов С.В., Гавриш А.П., Галактионов В.В., Голоскокова Т.М., Голунов А.О., Графов Е.А., Громова Н.И., Гуцин А.Э., Жильцов В.Е., Закомолдин А.Ю., Зрелов П.В., Зувев М.И., Кадочников И.С., Каменский А.С., Капитонов В.А., Кашунин И.А., Кондратьев А.О., Коробова Г.А., Кульпин Е.Ю., Кутовский Н.А., Лаврентьев А.А., Марченко С.В., Матвеев М.А., Мицын С.В., Нечаевский А.В., Олейник Д.А., Ососков Г.А., Пелеванюк И.С., Петросян А.Ш., Пляшкевич М.С., Подгайный Д.В., Попов Л.А., Пряхина Д.И., Розенберг Я.И., Сапожникова Т.Ф., Семенов Р.Н., Стрельцова О.И., Трофимов В.В., Ужинский А.В., Чащин С.В., Чурин А.И., Шишмаков М.Л.

ЛФВЭ  
Потребеников Ю.К.

Щинов Б.Г., Минаев Ю.И., Рогачевский О.В., Шматов С.В.

ЛНФ  
Сухомлинов Г.А.

ЛРБ  
Чаусов В.Н.

ЛЯР  
Сорокоумов В.В.

Поляков А.Г.

ЛЯП  
Иванов Ю.П.

ЛТФ  
Сазонов А.А.

УНЦ  
Семенюшкин И.Н.

**2. Информационное и программное обеспечение научно-производственной деятельности ОИЯИ**

Зрелов П.В.  
Кореньков В.В.  
Филозова И.А.

ЛИТ

Аблязимов Т.О., Балашов Н.А., Баранов А.В., Беляков Д.В., Воробьева Н.Н., Гердт В.П., Голоскокова Т.М., Голубь Д.С., Давыдова Н.А., Дучиц С.В., Заикина А.Г., Заикина Т.Н., Иерусалимова Н.В., Калмыкова Л.А., Карлов А.А., Кекелидзе Д.В., Кретова С.А., Куняев С.В., Курмаева Г.А., Кутовская А.А., Кутовский Н.А., Мельникова О.Г., Мусульманбеков Ж.Ж., Нечитайло С.А., Пащенко Е.А., Первушов В.В., Пляшкевич М.С., Полякова Е.Ю., Попкова Л.В., Приходько А.В., Пушкина В.М., Рапортиренко А.М., Сапожников А.П., Сапожникова Т.Ф., Семашко С.В., Семенов Р.Н., Станкус Д.Б., Сыресина Т.С., Шейко А.В., Шестакова Г.В., Ягафарова В.М.

УНОРиМС  
Сорин А.С.

Борисовский В.Ф.

ЛФВЭ  
Потребеников Ю.К.

Филиппов А.В., Турусина К.В.

**3. Развитие системы подготовки и переподготовки ИТ-специалистов на базе МИВК ОИЯИ и его учебно-образовательных компонент**

**Кореньков В.В.  
Стриж Т.А.  
Стрельцова О.И.**

ЛИТ

Балашов Н.А., Баранов А.В., Белов С.Д., Галактионов В.В., Голоскокова Т.М., Громова Н.И., Жильцов В.Е., Зуев М.И., Кадочников И.С., Кекелидзе Д.В., Кутовский Н.А., Мицын В.В., Мицын С.В., Некрасова И.К., Нечаевский А.В., Олейник Д.А., Петросян А.Ш., Подгайный Д.В., Саложникова Т.Ф., Семёнов Р.Н., Трофимов В.В., Ужинский А.В.

УНЦ  
Пакуляк С.З.

**Сотрудничество по теме:**

| <b>Страна или международная организация</b> | <b>Город</b> | <b>Институт или лаборатория</b> | <b>Участники</b>                   | <b>Статус</b>     |
|---|--------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| Азербайджан                                 | Баку         | ИФ НАНА                         | Мамедов Н.Т. + 5 чел.              | Совместные работы |
| Армения                                     | Ереван       | ЕГУ                             | Крючкян Г.Ю. + 3 чел.              | Совместные работы |
| Беларусь                                    | Минск        | ИПИА НАН РА                     | Саакян В.Г.                        | Совместные работы |
|   |              | БГТУ                            | Коротаев А.В.                      | Протокол          |
|   |              | НИИ ЯП БГУ                      | Маслов В.А.<br>Ермак Д.В. + 2 чел. | Совместные работы |
| Болгария                                    | София        | ОИЭЯИ-Сосны                     | Бабичев Л.Ф. + 4 чел.              | Совместные работы |
|   |              | НАНБ                            | Тонев Д.В. + 3 чел.                | Совместные работы |
|   |              | INRNE BAS                       | Димитров В.                        | Совместные работы |
| Грузия                                      | Тбилиси      | SU                              | Димитров В.                        | Совместные работы |
|   |              | GTU                             | Прангишвили А.                     | Протокол          |
|   |              | GRENA                           | Кватадзе Р.                        | Совместные работы |
| Казахстан                                   | Астана       | TSU                             | Модебадзе З.<br>Элизбарашвили А.   | Совместные работы |
|   |              | АФ РГП ИЯФ                      | Здоровец М.В.                      | Протокол          |
|   |              | ЕНУ                             |                                    | Совместные работы |
|   |              | НУЛИТС                          | Мажитов М.И.                       | Протокол          |
| Куба  | Алматы       | РГП ИЯФ                         | Кенжин Е.А.                        | Протокол          |
|   | Гавана       | UCI                             |                                    | Совместные работы |
| Молдова                                     | Кишинев      | ИМИ АНМ                         | Кожокару С.                        | Совместные работы |
|   |              | ИПФ АНМ                         | Базнат М.И.                        | Протокол          |
|   |              | RENAM                           | Богатенков П.П.                    | Совместные работы |
| Монголия                                    | Улан-Батор   | NUM                             | Болормаа Д. + 2 чел.               | Совместные работы |
| Польша                                      | Краков       | CYFRONET                        | Бубак М.<br>Нивицки Я.             | Обмен визитами    |

|              |                      |  |  |                   |
|--------------|----------------------|--|--|-------------------|
| Россия       | Москва               | ГПКС                                       | Прохоров Ю.В.<br>Буйдинов Е.В.   | Совместные работы |
|              |                      | ИПМ РАН                                    | Четверушкин Б.Н.<br>Коваленко В.Н. + 2 чел.<br>Лацис А.О.                          | Договор           |
|              |                      | ИППИ РАН                                   | Афанасьев А.П. + 2 чел.<br>Волошинов В.В.<br>Посыпкин М.А.                         | Совместные работы |
|              |                      | ИСП РАН                                    | Аветисян А.И.<br>Томилин А.Н.  | Совместные работы |
|              |                      | ИТЭФ                                       | Гаврилов В.Б.<br>Соколов М.М.<br>Люблев Е.А.<br>Королько И.Е.                      | Договор           |
|              |                      | МГУ  | Моисеев Е.И.<br>Смелянский Р.Л.<br>Сухомлин В.А.<br>Ризниченко Г.Ю.<br>Гуляев А.В. | Совместные работы |
|              |                      | НИУ "МЭИ"                                  | Топорков В.В.  | Совместные работы |
|              |                      | НИВЦ МГУ                                   | Воеводин В.В. + 4 чел.   | Совместные работы |
|              |                      | НИИЯФ МГУ                                  | Саврин В.И.<br>Крюков А.П.<br>Бережнев С.Ф. + 2 чел.                               | Договор           |
|              |                      | НИЦ КИ                                     | Велихов В.Е.<br>Ильин В.А.<br>Рябинкин Е.А.<br>Соколов И.А.                        | Договор           |
|              | Москва, Троицк       | ФИЦ ИУ РАН                                 | Платонов А.П. + 3 чел.   | Совместные работы |
|              |                      | РОСНИИРОС                                  |  | Договор           |
|              | Гатчина              | ИЯИ РАН                                    | Каравичев О.В.<br>Степанова Л.И.   | Совместные работы |
|              |                      | НИЦ КИ ПИЯФ                                | Кириянов А.К.<br>Олешко С.А.   | Договор           |
|              | Дубна                | Гос. ун-т "Дубна"                          | Крюков Ю.А. + 5 чел.<br>Черемисина Е.Н.  | Совместные работы |
|              |                      | ОЭЗ "Дубна"                                | Рац А.А.   | Совместные работы |
|              |                      | ЦКС "Дубна"                                | Дука А.П.<br>Окулов Ю.Н.<br>Елеферов С.В.  | Совместные работы |
|              | Нижн. Новгород       | ННГУ                                       | Гергель В.П.   | Совместные работы |
|              | Новосибирск          | ИЯФ СО РАН                                 | Скринский А.Н.<br>Тихонов Ю.А.   | Совместные работы |
|              | Переславль-Залесский | ИПС РАН                                    | Абрамов С.М.   | Совместные работы |
| Протвино     | ИФВЭ                 | Гусев В.В.<br>Минаенко А.А.<br>Когляр В.В. | Совместные работы  |                   |
| Пуцино       | ИМПБ РАН             | Лахно В.Д. + 2 чел.<br>Устинин М.Н.        | Договор  |                   |
| Самара       | СТАУ                 | Прокофьев А.Б.<br>Сойфер В.А.              | Совместные работы  |                   |
| С.-Петербург | ИТМО                 | Бухановский А.В.                           | Совместные работы  |                   |
|              | НИИФ СПбГУ           | Феофилов Г.А.<br>Зароченцев А.К.           | Договор  |                   |

|          |              |              |  |                   |
|----------|--------------|--------------|--|-------------------|
|          |              | СПбГУ        | Богданов А.В. + 2 чел.<br>Дегтярев А.Б.  | Совместные работы |
|          | Черноголовка | СПбГПУ       | Болдырев Ю.Я. + 2 чел.   | Договор           |
|          |              | ИТФ РАН      | Щур Л.Н.   | Совместные работы |
| Румыния  | Бухарест     | СКЦ ИПХФ РАН | Волохов В.М. + 2 чел.  | Совместные работы |
|          |              | IFA          | Бузату Ф.  | Совместные работы |
|          |              | IFIN-НН      | Замфир Н.В.<br>Дулеа М. + 5 чел.   | Совместные работы |
|          | Клуж-Напока  | INCDTIM      | Бот А.<br>Фаркаш Ф.  | Совместные работы |
| Словакия | Кошице       | IEP SAS      | Копчански П.   | Совместные работы |
|          | Прешов       | PU           | Штевка Р.  | Протокол          |
| Украина  | Киев         | ИТФ НАНУ     | Загородний А.Г.<br>Зиновьев Г.М.<br>Свистунов С.Я.                                       | Совместные работы |
|          | Харьков      | ННЦ ХФТИ     | Левчук Л.Г.  | Совместные работы |
| Чехия    | Прага        | IP CAS       | Локайчек М. + 3 чел.<br>Куба Т.  | Совместные работы |
| Германия | Франкфурт/М  | Ун-т         | Кисель И.В.<br>Линденштрут В. + 1 чел.   | Совместные работы |
|          | Гамбург      | DESY         | Лободзински Б.<br>Фурман П.<br>Касеманн М.<br>Вагнер А.<br>Кохлер М.                     | Совместные работы |
|          | Дармштадт    | GSI          | Шварц К.   | Совместные работы |
|          | Карлсруэ     | KIT          | Хайсс А.<br>Звада М.   | Совместные работы |
|          | Цойтен       | DESY         | Вегнер П.  | Совместные работы |
| Египет   | Гиза         | CU           | Суэйлам Н.<br>Эльлити А.   | Совместные работы |
| Италия   | Болонья      | INFN         | Марон Г.   | Совместные работы |
| ЮАР      | Кейптаун     | UCT          | Клейманс Дж.<br>Беккер Б.  | Совместные работы |
| Китай    | Пекин        | ИНЕР CAS     | Ли В.Д.  | Совместные работы |
| США      | Аптон        | BNL          | Климентов А.<br>Паниткин С.  | Совместные работы |
|          | Арлингтон    | UTA          | Де К.  | Совместные работы |
|          | Батавия      | Fermilab     | Розен Р.<br>Хольцман Б.  | Совместные работы |
| Тайвань  | Тайбэй       | ASGCC        | Лин С.   | Совместные работы |
| Франция  | Марсель      | CPRM         | Царегородцев А.  | Совместные работы |
| ЦЕРН     | Женева       | ЦЕРН         | Андреева Ю.<br>Компана С.<br>Боррас К.<br>Берд Я.<br>Бетев Л.<br>Хеммер Ф.<br>Матесон Д. | Совместные работы |
| Швеция   | Лунд         | LU           | Смирнова О.Г.  | Совместные работы |

## Методы, алгоритмы и программное обеспечение для моделирования физических систем, математической обработки и анализа экспериментальных данных

Руководители темы: Адам Г.  
Зрелов П.В.

### Участвующие страны и международные организации:

Армения, Беларусь, Болгария, Бразилия, Великобритания, Вьетнам, Германия, Грузия, Индия, Италия, Казахстан, Канада, Китай, Литва, Молдова, Монголия, Польша, Россия, Румыния, Саудовская Аравия, Словакия, США, Таджикистан, Франция, ЦЕРН, Чехия, Швейцария, ЮАР, Япония.

### Исзуемая проблема и основная цель исследований:

Проведение основополагающих перспективных и опережающих исследований в области вычислительной математики и вычислительной физики, нацеленных на создание новых математических методов, алгоритмов и программ путем решения актуальных задач, возникающих в экспериментальных и теоретических исследованиях, с использованием новейших вычислительных аппаратных ресурсов и прежде всего гетерогенного кластера HybriLIT. Эти задачи связаны с широким спектром исследований проводимых в ОИЯИ в физике высоких энергий, ядерной физике, физике конденсированных сред и нанотехнологиях, биофизике, информационных технологиях и т.д., требующих развития новых математических методов и подходов для моделирования физических процессов обработки и анализа экспериментальных данных, в том числе с применением этих исследований в работах по проекту NICA, нейтринной программе и другим стратегическим задачам ОИЯИ. Отличительной особенностью исследований темы является тесное сотрудничество ЛИТ со всеми лабораториями Института, а также с институтами стран-участниц ОИЯИ.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы:

1. Математические и численные методы для моделирования сложных физических систем: развитие и использование математических и компьютерных методов для моделирования новых экспериментальных установок, ускорительных комплексов и их элементов, ядерно-физических процессов, сложных физических систем. Построение компьютерных 3D моделей дипольных и квадрупольных магнитов NICA (ОИЯИ) и SIS100 (GSI); вычисление распределений магнитного поля в рабочих областях магнитов. Исследование математических моделей сложных физических процессов в рамках квантово-полевых и молекулярно-динамических уравнений; разработка новых и развитие существующих численных методов для эффективного учета особенностей физических процессов и их математических моделей: нелинейности, многопараметричности, существования критических режимов и фазовых переходов; разработка параллельных алгоритмов и комплексов программ на современных многопроцессорных вычислительных системах, включая кластер HybriLIT, для уточнения моделей, исследования возможностей их совместного использования и сравнения с экспериментальными данными.
2. Программные комплексы и математические методы для анализа экспериментальных данных: разработка новых математических методов для извлечения значимой информации из данных, получаемых в экспериментах, проводимых с участием ОИЯИ; алгоритмы и комплексы программ для решения задач в физике высоких энергий, ядерной физике, физике конденсированных сред, в том числе на ускорительных комплексах LHC, NICA, FAIR, а также экспериментальных установках нейтринной программы ОИЯИ.
3. Разработка численных методов, алгоритмов и программных комплексов, с использованием новых вычислительных технологий для многоядерных и гибридных архитектур с целью решения вычислительно-емких задач теоретической и экспериментальной физики; развитие и поддержка информационно-вычислительной среды гетерогенного кластера HybriLIT.

4. Методы, алгоритмы и программное обеспечение компьютерной алгебры: развитие методов компьютерной алгебры для численного решения дифференциальных уравнений и моделирования квантовых информационных процессов; создание алгоритмов и комплексов программ символьно-численного решения задач, возникающих в экспериментальных и теоретических исследованиях, с использованием новейших вычислительных аппаратных ресурсов, включая гетерогенный кластер HybriLIT.

### Ожидаемые результаты по этапам темы в текущем году:

1. Численные исследования модельных уравнений, определяющие поведение барионов при энергиях NICA

Трёхмерное компьютерное моделирование распределения магнитного поля в сверхпроводящих дипольных и квадрупольных магнитах для проектов NICA (ОИЯИ) и FAIR(GSI).

Исследования методом Монте-Карло калибровочно-инвариантных наблюдаемых в рамках решёточной SU(2) глюодинамики при различных граничных условиях.

Усовершенствование генератора QGSM с целью включения экспериментальных эффектов в выходах странных частиц и дилептонов.

Разработка численных и аналитических методов расчета спектров ионизации водородоподобных адронных атомов в эйкональном приближении.

Моделирование электромагнитных каскадов экстремально высоких энергий, анализируемых в нейтринных астрофизических проектах в области сверхвысоких энергий (Байкал, IceCube, Antares).

Анализ взаимодействий стабильных и экзотических ядер с ядрами и частицами на основе микроскопических моделей, включая реакции  $^{12,14}\text{Be} + ^{12}\text{C}$  и  $^{12,14}\text{Be} + p$

Численное исследование многофакторных физических процессов, описываемых многопараметрическими системами нелинейных уравнений.

Моделирование столкновений тяжелых ионов в диапазоне энергий Ферми на основе транспортного подхода и его использовании при анализе данных КОМБАС.

Численное моделирование быстрого магнитного переворота за счет влияния внешних переменных полей на эффективную магнитную анизотропию.

Компьютерное моделирование спиновой динамики в дипольных и спинорных системах и численное изучение влияния квадратичного эффекта Зеемана на динамику спинов.

Расчёт динамики пучков, измерение кривых Смита-Гаррена и их пересчёт в кривые фазового движения с целью оценки качества формирования магнитных полей и их коррекции для изохронных циклотронов АИС-144 (Краков, Польша), SC-200 (Хэфей, Китай), DC-280 (ЛЯР, ОИЯИ).

Анализ измеренных карт магнитных полей, расчеты динамики пучков и сравнение полученных результатов с результатами расчетов на смоделированных картах магнитных полей (TOSCA, CST).

Разработка численных методов и алгоритмов для исследования фазовых переходов, возникающих в материалах при облучении пучками ионов, в рамках параболического и гиперболического уравнений теплопроводности.

Развитие и поддержка программы первичной обработки "SAS" для спектрометра ЮМО реактора ИБР-2М. Развитие и поддержка новой программы "PSD2SAS" для преобразования данных ПЧД в случае изотропно рассеивающего образца. Разработка алгоритмов для работы с данными для анизотропно рассеивающих образцов. Визуализация и фитирование трехмерных данных.

Развитие метода базисных элементов для решения задач контурного анализа.

Развитие методов, алгоритмов и программ для прогнозирования атмосферного загрязнения в задачах экологического мониторинга на основе машинного обучения.

Разработка математических методов для выявления тонкой структуры в распределениях продуктов ядерных реакций по массе и энергии.

Развитие методов контроля основанного на принципе наименьшего действия в Байесовской автоматической адаптивной квадратуре.

Анализ солитонных РТ-симметричных спинорных систем физики конденсированных сред.

Изучение солитонных решений нелинейного уравнения Шредингера с диссипацией, накачкой и нелинейностью отталкивающего типа, и их применение к анализу частотных гребенок.

Расчет и оптимизация конфигурации магнитного поля большого сверхпроводящего магнита установки SPD в проекте NICA.

Численный анализ методами квантовой химии зависимости обменных взаимодействий в кристаллических оксид-иридиевых составах с изменяемой геометрией локальных связей.

Развитие и использование комплекса программ квазичастично-фононной модели ядра для исследования свойств тяжелых экзотических ядер.

2. Усовершенствование модели FTF пакета Geant4 и уточнение ее параметров для моделирования протон-ядерных и ядро-ядерных взаимодействий при промежуточных энергиях в рамках совместного проекта коллабораций PANDA и HADES - Phase-0 и Phase-1 (GSI).

Моделирование протон-протонных и дейтрон-дейтронных взаимодействий при энергиях нуклон-нуклонных соударений 3 - 15 ГэВ (в системе центра масс) в рамках модели FTF пакета Geant4 для эксперимента NICA/SPD. Адаптация модели FTF для неупругих взаимодействий в вычислительную среду эксперимента NICA/SPD - SPDRoot.

Развитие модели FTF пакета Geant4 для моделирования ядро-ядерных взаимодействий в широкой области энергий и анализа экспериментальных данных BM@N (JINR) и NA61/SHINE, и планирования экспериментов CBM (GSI) и MPD (JINR/NICA).

Участие в разработке баз данных для проекта НИКА.

Участие в создании системы управления реального времени для проекта НИКА.

Ввод в эксплуатацию геометрической базы данных для эксперимента CBM.

Разработка концепции базы данных для полезных событий, отбираемых в эксперименте CBM.

Поддержка разработанных в ЛИТ компонент системы сбора и обработки информации АТЛАС. Поддержка и развитие панелей инструментов для мониторинга сетей АТЛАС. Создание и сопровождение мониторинга проекта АТЛАС EventIndex. Участие в модернизации Condition баз данных АТЛАС для Run3, разработка инструментария для конверсии COOL данных в CREST.

Разработка алгоритмов обработки экспериментальных данных, получаемых с плоскостей микро-стриповых трековых детекторов GEM и SILICON для актуальных конфигураций установки эксперимента BM@N/NICA.

Разработка программного обеспечения для детального моделирования физических процессов, происходящих в газовых и полупроводниковых детекторах основной трековой системы эксперимента BM@N/NICA.

Реконструкция траекторий и идентификация заряженных частиц с помощью трековых и время-пролетных детекторов в эксперименте BM@N.

Исследование возможности построения эффективных нейросетевых алгоритмов реконструкции событий в эксперименте TAIGA.

Эксперимент НУКЛОН: Разработка программы для анализа данных по анизотропии космических лучей. Исследование на модельных данных дополнительных возможностей модифицированных схем анализа информации с тяжелых негерметичных калориметров.

Эксперимент BM@N: Улучшение реконструкции импульсов заряженных частиц, зарегистрированных детекторами GEM при обработке экспериментальных данных. Использование полученных результатов для реконструкции распадов короткоживущих странных и мультистранных барионов.

Продолжение работ по разработке, тестированию и внедрению в официальное программное обеспечение эксперимента CMS алгоритма разделения перекрывающихся сигналов в катодно-стриповых камерах (КСК). Оценка разрешения и эффективности КСК на новых экспериментальных данных с БАК. Завершение работ по изучению эффектов "старения" КСК на тестовом мюонном пучке с облучением радиационным источником (CERN-GIF++).

Исследование структуры и свойств полидисперсных везикулярных систем на основе фосфолипидов по данным малоуглового рассеяния нейтронов и рентгеновских лучей.

- Использование среднеквадратичной кусочно-полиномиальной аппроксимации высокого порядка для определения характера изменения медленных шумов мощности реактора ИБР-2М.
- Разработка программного обеспечения системы сбора данных для проекта БАЙКАЛ. Разработка алерт-системы.
- Дальнейшее развитие программного обеспечения пакета VMRIA для автоматического анализа больших массивов спектров в экспериментах, проводимых на Фурье дифрактометре высокого разрешения на импульсном реакторе ИБР-2М.
- Развитие методики и программного обеспечения для автоматической калибровки многодетекторных систем.
- Дальнейшее развитие статистических не-параметрических методов для оценки параметров и проверки гипотез при условиях малой статистики данных эксперимента и неполноты наблюдения изучаемых процессов.
- Развитие методов моделирования отражения нейтронов от слоистых наноструктур.
- Разработка критериев и методов отбора экзотических ядер в эксперименте СВМ.
- Разработка триггеров для регистрации редких распадов  $J/\psi$  по диэлектронному и димюонному каналам в эксперименте СВМ.
- Исследование статистических особенностей Интернет-трафика. Анализ внешнего воздействия на статистические характеристики информационного трафика.
- Разработка программ для FPGA в составе электроники считывания и сбора данных для эксперимента СВМ.
- Обновление пользовательских библиотек Go4 для системы сбора данных для экспериментов на фрагмент-сепараторе Акулина2 в ЛЯР.
- Развитие основанного на FAIRroot пакета EXPERTroot для моделирования и анализа данных экспериментов на фрагмент-сепараторе Акулина2 в ЛЯР.
- Проведение расчетов электростатических потенциалов для Zn белковых факторов транскрипции.
- Создание новых методов расчета кинетических, термодинамических и оптических параметров промежуточных соединений в реакциях ионов переходных металлов с рядом гетероциклических соединений.
3. Развитие и поддержка сервисов информационно-вычислительной среды гетерогенной платформы HybriLIT включая установку и сопровождение специализированных библиотек и пакетов прикладных программ.
- Оптимизация и анализ производительности разработанных комплексов параллельных программ с использованием различных технологий параллельного программирования.
- Моделирование процессов однократной и двукратной ионизации / фотоионизации молекулы воды.
- Изучение однократной ионизации гелия быстрым протонным воздействием в различные кинематические режимы.
- Разработка и внедрение новых параллельных алгоритмов для проведения расчетов на гибридных архитектурах, включая процессоры Intel Xeon Phi (KNL) и графические ускорители от NVIDIA.
- Развитие и поддержка на кластере HybriLIT программы идентификации частиц в поиске аномального лептона.
- Исследование эффективности различных методик распараллеливания, реализованных в пакете ROOT, при вычислениях на гетерогенном кластере HybriLIT.
- Сопровождение информационного сайта, созданного для поддержки пользователей ROOT в ОИЯИ.
- Оптимизация программного обеспечения, разрабатываемого для решения задач проекта NICA на многопроцессорных вычислительных системах.
- Разработка алгоритмов и модулей программ оптимальной  $h-p$  дискретизации разрывным методом наименьших квадратов для параллельного решения нелинейных задач магнитостатики.

Моделирование термоупругих процессов с материалах при их облучении пучками тяжелых ионов на основе согласованного применения методов молекулярной динамики и модели термического пика.

Быстросходящийся алгоритм на основе метода конечных элементов для численного решения 3-х мерных уравнений магнетостатики в среде Комсол позволяющий с высокой точностью находить распределения магнитных полей в дипольных магнитах со сверхпроводящими катушками.

Анализ зарождения и распространения квенча на основе 3-х мерного термо-электрического моделирования в среде Комсол для его точного детектирования в зависимости от метода охлаждения сверхпроводящей катушки.

Развитие методов и параллельных алгоритмов реконструкции треков элементарных частиц на основе нейронных сетей с глубоким обучением для задач проекта НИКА.

Формулировка оптимизационной задачи для нелинейного уравнения теплопроводности и разработка параллельных алгоритмов ее решения на гибридных вычислительных архитектурах.

Разработка новых эффективных алгоритмов позволяющих повысить производительность декодирования кода с малой плотностью проверок на чётность (LDPC) .

4. Разработка алгебраического метода построения квазивероятностных распределений составных конечномерных квантовых систем.

Анализ взаимосвязи между отрицательностью функций Вигнера и перепутанностью смешанных квантовых состояний конечномерных квантовых систем.

Разработка алгоритмических методов построения первого дифференциального приближения разностных схем для систем квазилинейных уравнений в частных производных с полиномиальной нелинейностью.

Построение структур данных для систем нелинейных алгебраических уравнений, допускающих эффективное распараллеливание и реализацию на гетерогенном кластере HybriLIT алгоритмов приведения таких систем к канонической инволютивной форме.

Разработка алгоритмов и создание программ для анализа метастабильных и связанных состояний тримера бериллия с парными реалистическими взаимодействиями в коллинеарной конфигурации.

Разработка алгоритмов и программ генерации ортогонального базиса Баргмана-Мошинского для расчёта спектра коллективной модели ядра.

Разработка эффективного алгоритма расщепления унитарных представлений групп, описывающих квантовые системы, на неприводимые компоненты.

Новые компактные формулы для 3-х, 4-х, 5-ти и 6-ти точечных однопетлевых Фейнмановских интегралов в произвольной размерности пространства - времени.

## Основные этапы темы:

| Этап темы  | Руководители  |
|--|---|
| Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ  | Основные исполнители  |
| 1. Математические и численные методы для моделирования сложных физических систем | Адам Г.<br>Пузынин И.В.   |
| ЛИТ  | Адам С., Айрян Э.А., Акишин П.Г., Амирханов И.В., Ахат Р., Барашенков И.В., Боголюбская А.А., Боголюбский И.Л., Войчеховски А.Э., Волохова А.В., Воскресенская О.О., Григорян О., Дикусар Н.Д., Земляная Е.В., Какенов М., Калиновский Ю.Л., Карамышева Т.В., Кутровский Н.А., Лукьянов К.В., Махалдиани Н.В., Михайлова Т.И., Мусульманбеков Ж.Ж., Нечавский А.В., Оганесян К., Ососков Г.А., Полякова Р.В., Сархадов И., Саха Б., Соловьев А.Г., Соловьева Т.М., Сюракшина Л.А., Ужинский А.В., Ширикова Н.Ю., Юкалова Е.П., Ямалеев Р.М. |

|  |  |
|--|--|
| ЛФВЭ   | Геворгян С.Р., Жежер В., Капишин М.Н., Кечечян А.О., Коваленко А.Д., Перепелкин Е.Е., Рогачевский О.В., Ходжибагиян Г.Г.   |
| ЛТФ  | Блашке Д., Гнатич М., Джолос Р.В., Ильгенфриц Е.-М., Лукьянов В.К., Сушков А.В., Тонеев В.Д., Фризен А.В., Юкалов В.И., Юшанхай В.Ю.   |
| ЛЯР  | Артюх А.Г., Лукьянов С.М., Пенионжкевич Ю.Э., Пятков Ю.В.+1чел., Середа Ю.М., Соболев Ю.Г., Эрдэмчимэг Б.  |
| ЛНФ  | Иваньков А.И., Куклин А.И., Соловьев Д.В., Фронтасьева М.В.+3 чел.   |
| ЛЯП  | Афанасьев Л.Г., Доля С.Н., Карамышева Г.А., Киян И.Н., Малинин В.А., Попов Д.В.  |
| <b>2. Программные комплексы и математические методы для анализа экспериментальных данных</b> |  |
| ЛИТ  | <b>Зрелов П.В.</b><br><b>Иванов В.В.</b><br><br>Аблязимов Т.О., Акишина Е.П., Александров Е.И., Александров И.Н., Баранов Д.А., Белогуров С.Г., Войтишин Н.Н., Воскресенская О.О., Дереновская О.Ю., Дикусар Н.Д., Жабицкая Е.И., Земляная Е.В., Злоказов В.Б., Казаков А.А., Казымов А.И., Кисель П.И., Козлов Г.Е., Костенко Б.Ф., Круглова Л.Ю., Лебедев С.А., Минеев М.А., Овчаренко Е.В., Пальчик В.В., Полозов Р.В., Сатышев И., Слепнев С.К., Соловьев А.Г., Соловьева Т.М., Соснин А.Н., Ужинский В.В., Филозова И.А., Шигаев В.Н., Яковлев А.В. |
| ЛФВЭ   | Батюк П.Н., Батюня Б.В., Васильев С.Е., Галоян А.С., Герценбергер К.В., Голунов А.О., Голутвин И.А., Горбунов Н.В., Ершов Ю.В., Зарубин А.В., Каменев А.Ю., Капишин М.Н., Каржавин В.Ю., Ладыгин В.П., Ленивенко В.В., Маканькин А.М., Малахов А.И., Мерц С.П., Мовчан С.А., Морозов А.Н., Перелыгин В.В., Петухов Ю.П., Рогачевский О.В., Румянцев М.М., Саложников М.Г., Спасков В.Н., Топилин Н.Д.  |
| ЛЯР  | Белогуров С.Г., Худоба В., Утенков В.К., Фомичев А.С., Цыганов Ю.С.  |
| ЛНФ  | Балагуров А.М., Белушкин А.В., Бобриков И.А., Киселев М.А., Козленко Д.П., Маношин С.А., Пепельшев Ю.Н.  |
| ЛЯП  | Бедняков В.А., Бедняков И.В., Белолоптиков И.А., Брудалин В.Б., Жемчугов А.С., Ольшевский А.Г., Понтекорро Д.Б., Ткачев Л.Г., Шайбонов Б.А.  |
| УНЦ  | Пакуляк С.З.   |

3. Разработка численных методов, алгоритмов и программ, с использованием новых вычислительных технологий для многоядерных и гибридных архитектур.

Адам Г.  
Зрелов П.В.  
Стрельцова О.И.

ЛИТ

Айриян А.С., Александров Е.И., Баранов Д.А., Башапин М.В., Беляков Д.В., Бутенко Ю.А., Буша Я.мл., Волохова А.В., Григорян О., Гусев А.А., Жабицкая Е.И., Заикина Т.Н., Земляная Е.В., Зуев М.И., Киракосян М.Х., Лыу Д.В.А., Матвеев М.А., Мицын С.В., Ососков Г.А., Подгайный Д.В., Пузынина Т.П., Рихвицкий В.С., Сапожников А.А., Сапожникова Т.Ф., Саркар Н.Р., Сердюкова С.И., Соловьев А.Г., Соловьева Т.М., Торосян Ш.Г., Тухлиев З.К., Шарипов З.А., Червяков А.М., Чулуунбаатар О., Юлдашев О.И., Юлдашева М.Б.

ЛИТ-МИВК

Кореньков В.В., Мицын В.В., Стриж Т.А.

ЛЯР

Казаринов Н.Ю., Рымжанов Р.А., Скуратов В.А.

ЛТФ

Блашке Д.Б., Виницкий С.И., Неделько С.Н., Попов Ю.В., Шукринов Ю.М.

ЛЯП

Карамышева Г.А., Ширков Г.Д., Степаненко Ю.Ю.

ЛНФ

Аскеров Э.Б.

ЛФВЭ

Бойцов А.Ю., Беляев А.В., Донец Е.Е., Голутвин И.А., Никитин В.А., Рогачевский О.В.+2 чел.

4. Методы, алгоритмы и программное обеспечение компьютерной алгебры

Гердт В.П.

ЛИТ

Абгарян В., Боголюбская А.А., Гусев А.А., Корняк В.В., Палий Ю., Рапортиренко А.М., Рогожин И.А., Тарасов О.В., Торосян А.Г., Чулуунбаатар О., Хведелидзе А.М., Янович Д.А.

ЛТФ

Виницкий С.И., Казаков Д.И., Мележик В.С., Титов А.И., Физиев П., Чижов А.В.

ЛЯР

Гикал Б.Н.

**Сотрудничество по теме:**

| Страна или международная организация | Город  | Институт или лаборатория | Участники   | Статус            |
|--------------------------------------|--------|--------------------------|---|-------------------|
| Армения                              | Ереван | ННЛА                     | Ананикян Н.+2чел.   | Совместные работы |
|                                      |        | ЕГУ                      | Оганесян К.   | Совместные работы |
|                                      |        | РАУ                      | Чубарян Э.  | Совместные работы |
|                                      |        | ИПИА НАН РА              | Саркисян А.А.<br>Багдасарян Д.А.<br>Казарян Е.М.<br>Геворкян А.С. | Совместные работы |

|           |              |  |   |                   |
|-----------|--------------|--|---|-------------------|
| Беларусь  | Минск        | ИМ НАНБ  | Малютин В.Б.<br>Егоров А.Д.                                     | Совместные работы |
|           | Гомель       | ГГТУ   | Курочка К.С. + 2 чел.<br>Гончаров П.В.                          | Совместный проект |
| Болгария  | София        | IMI BAS  | Колковска Н.+4 чел.   | Совместные работы |
|           |              | INRNE BAS  | Богданова Н. + 1 чел.<br>Гайдаров М.<br>Димитрова С.            | Совместные работы |
|           | SU           | Кадрев Д.<br>Купенова Т.Н.   | Совместные работы   |                   |
|           |              | Младенов Д.<br>Димова С. + 2 чел.<br>Христов И.Г.<br>Христова Р.Д. | Совместные работы   |                   |
| Вьетнам   | Пловдив      | PU   | Атанасова П.Х.  | Совместные работы |
|           | Ханой        | VNU  | Нгуен Ван Хъеу + 2 чел.<br>Во Чонг Тхак                         | Совместные работы |
| Грузия    | Тбилиси      | GTU  | Ломидзе И.  | Совместные работы |
|           |              | TSU  | Георгадзе Г.  | Совместные работы |
|           |              | UG   | Гогилидзе С.  | Совместные работы |
| Казахстан | Алматы       | РГП ИЯФ  | Красовицкий П.М.<br>Пеньков Ф.М.                                | Совместные работы |
| Молдова   | Кишинев      | МолдГУ   | Базнат М.   | Совместные работы |
| Монголия  | Улан-Батор   | NUM  | Жанлав Т.<br>Будням С.  | Совместные работы |
|           |              | IPT MAS  | Батгэрэл Б.   | Совместные работы |
|           |              | MUST   | Улзийбаяр В.  | Совместные работы |
|           |              | WUT  | Словински Б.<br>Плута Я.  | Совместные работы |
| Польша    | Вроцлав      | UW   | Блашке Д.+3 чел.<br>Вергилик А.                                 | Совместные работы |
|           | Краков       | NINP PAS   | Суликовский Я.  | Совместные работы |
|           |              | UMCS   | Гоздз А.<br>Доброволски А.                                      | Совместные работы |
|           | Отвоцк-Сверк | NCBJ   | Педрак А.<br>Полянски А.<br>Шута М.<br>Сандач А.                | Совместные работы |
| Россия    | Москва       | ИПМ РАН  | Словински Б.<br>Вабищевич П.Н.<br>Калиткин Н.Н.<br>Поляков С.В. | Договор           |
|           |              | ИОФ РАН  | Егоров А.А.+1 чел.  | Совместные работы |
|           |              | ИТЭФ   | Гаврилов В.<br>Никитенко А.<br>Брагута В.                       | Совместные работы |
|           |              | МГУ  | Кодолова О.   | Совместные работы |
|           |              | МИЭТ   | Алфимов Г.Л.  | Совместные работы |
|           |              | НИВЦ МГУ   | Воеводин В.В.   | Совместные работы |
|           |              | НИФХИ  | Дзябченко А.В.  | Совместные работы |
| НИЦ КИ    | Иванов Ю.Б.  | Совместные работы  |   |                   |

|              |                 |                   |  |  |
|--------------|-----------------|-------------------|--|--|
|              |                 | НИЯУ "МИФИ"       | Воскресенский Д.Н.<br>+ 1 чел.<br>Кудряшов Н.А.<br>Крянев А.В.<br>Климанов В.А.  | Совместные работы  |
|              |                 | ОИВТ РАН          | Качалов В.В.   | Совместные работы  |
|              |                 | РУДН              | Севастьянов Л.А.<br>+ 2 чел.<br>Рыбаков Ю.П.<br>Бронников К.А.   | Совместные работы  |
| Гатчина      |                 | НИЦ КИ ПИЯФ       | Кузнецова К.<br>Кириянов А.К.<br>Олешко С.А.   | Совместные работы  |
| Долгопрудный |                 | МФТИ              | Митин А.В.   | Совместные работы  |
| Дубна        |                 | Гос. ун-т "Дубна" | Гладышев П.П.<br>Крюков Ю.А.<br>Стадник А.В.   | Совместные работы  |
| Пермь        |                 | ПГНИУ             | Хеннер В.К.  | Совместные работы  |
| Протвино     |                 | ИФВЭ              | Битюков С.И. + 2 чел.  | Совместные работы  |
| Пушино       |                 | ИМПБ РАН          | Лахно В.Д.   | Совместные работы  |
|              |                 | ИБ РАН            | Чиргадзе Ю.Н.  | Совместные работы  |
| С.-Петербург |                 | НИИЭФА            | Сычевский С.Е.<br>Ламзин Е.А.<br>Кухтин В.П.   | Совместные работы  |
| Саратов      |                 | СГУ               | Блинков Ю.А. + 1 чел.<br>Дербов В.Л.   | Совместные работы  |
| Томск        |                 | ТГУ               | Скорик Н.А.<br>Наприенко Е.Н.  | Совместные работы  |
| Румыния      | Бухарест        | IFIN-НН           | Замфир Н.В.<br>Дулеа М. + 6 чел.<br>Дима М.-О.<br>Исар А. + 2 чел.<br>Ангел Д.<br>Висинеску М.                             | Гранты и проекты<br>в рамках<br>программы<br>"Хулубей-<br>Мещеряков" |
|              |                 | IFA               | Бузату Ф.  | Совместные работы  |
|              |                 | ISS               | Стан Й.<br>Севченко А.   | Совместные работы  |
|              |                 | UB                | Штефанеску Д.  | Протокол   |
|              | Клуж-Напока     | INCDTIM           | Бот А.<br>Фаркас Ф.<br>Вароди К.<br>Флоаре К.<br>Белеан Б.<br>Труска Р.<br>Альберт С.<br>Бенде А.<br>Надь Ж.<br>Мурариу Т. | Гранты и проекты<br>в рамках<br>программы<br>"Хулубей-<br>Мещеряков" |
| Словакия     | Тимишоара       | UVT               | Визман Д.  | Совместные работы  |
|              | Банска Бистрица | UMB               | Коломейцев Е.  | Совместные работы  |
|              | Кошице          | IEP SAS           | Вала М.<br>Копчанский П.   | Совместные работы  |

|                   |             |                  |   |                   |
|-------------------|-------------|------------------|---|-------------------|
|                   |             | TUKE             | Буша Я. + 2 чел.<br>Покорны И.<br>Прибиш Я.<br>Вальова Л.<br>Гнатич М.<br>Торок Ч.                          | Совместные работы |
|                   |             | PJSU             |   | Совместные работы |
| Чехия             | Прага       | CTU              | Броулим Я.  | Совместные работы |
| Германия          | Бонн        | UniBonn          | Вебер А.  | Совместные работы |
|                   | Гамбург     | Ун-т             | Книль Б.А.  | Совместные работы |
|                   | Дармштадт   | GSI              | Зенгер П.<br>Зенгер А.<br>Васильев Ю.О.<br>Зызак М.И.<br>Акишина В.П.<br>Галатюк Т.<br>Фишер Э.<br>Фризе В. | Совместные работы |
|                   |             |                  | Хозои Л.  | Совместные работы |
|                   | Дрезден     | IFW              | Зайлер В.М.   | Совместные работы |
|                   | Кассель     | Uni Kassel       | Вольтер Х.  | Совместные работы |
|                   | Мюнхен      | LMU              | Кисель И.В.   | Совместные работы |
|                   | Франкфурт/М | Ун-т             | Линденштрут В.<br>Шоффлер М.  | Совместные работы |
| Италия            | Бари        | UniBa            | Ла Скала Р.   | Совместные работы |
| ЮАР               | Кейптаун    | UCT              | Алексеева Н.  | Соглашение        |
|                   | Стелленбос  | SU               | Коули А.  | Соглашение        |
| Бразилия          | Сан-Карлос  | IFSC USP         | Багнато В.С.  | Совместные работы |
| Великобритания    | Бат         | UB               | Скрябин Д.  | Совместные работы |
|                   | Лондон      | Imperial College | Никитенко А.  | Совместные работы |
| Индия             | Калькутта   | JU               | Рахаман Ф.  | Совместные работы |
| Канада            | Торонто     | IBM Lab          | Абрашкевич А.   | Совместные работы |
|                   | Эдмонтон    | U of A           | Сафухи Х.   | Совместные работы |
| Китай             | Наньнин     | GUFN             | Ванг Д.   | Совместные работы |
| Литва             | Каунас      | VMU              | Девейкис А.   | Совместные работы |
| Саудовская Аравия | Тувал       | KAUST            | Михелс Д.<br>Ляхов Д.   | Совместные работы |
| США               | Дейвис      | UCDavis          | Кокс Т.   | Совместные работы |
|                   | Дарем       | NCCU             | Филихин И.<br>Суслов В.   | Совместные работы |
|                   | Кембридж    | MIT              | Пацюк М.<br>Сегара Е.   | Совместные работы |
| Таджикистан       | Лос-Аламос  | LANL             | Саксена А.  | Совместные работы |
|                   | Душанбе     | THU              | Абдулоев Х. + 3 чел.<br>Рахимов Ф.<br>Муминов Х.Х.<br>Хохлов А.Х.   | Совместные работы |
|                   |             | ФТИ АН РТ        |   | Совместные работы |
|                   | Худжанд     | ХГУ              | Додожонов Е.Д.<br>Муллождонов М.М.<br>Муртазаев Х.<br>Музафаров Д.З.  | Совместные работы |

|                     |                           |                           |   |  |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|---|--|
| Франция<br>ЦЕРН     | Мец<br>Женева             | UL<br>ЦЕРН                | Джулакян Б.Б.<br>Христов П.<br>Аволио Дж.<br>Астигаррага Е.<br>Озтурк Н.<br>Галлас Э.<br>Барберис Д.<br>Рибон А. + 5 чел. | Совместные работы<br>Совместные работы               |
| Швейцария<br>Япония | Цюрих<br>Осака<br>Сайтама | ETH<br>Kansai Univ.<br>SU | Сорнетт Д.<br>Кук Н.Д.<br>Мисаки А.   | Совместные работы<br>Совместные работы<br>Соглашение |

**Аналитические и методические разработки для определения перспектив научных исследований и сотрудничества по основным направлениям развития ОИЯИ.  
Организация международного сотрудничества**

**Руководитель темы:** Сорин А.С.

**Участвующие страны и международные организации:**

Государства-члены ОИЯИ, государства, участвующие в деятельности ОИЯИ на основе двухсторонних соглашений, международные организации.

**Исучаемая проблема и основная цель исследований:**

Разработка аналитических материалов по перспективам научных исследований. Подготовка планов научно-исследовательских работ. Разработка научно-организационных и методических материалов для целевого финансирования научных направлений, тем и проектов. Разработка и применение информационных систем для анализа результатов теоретических и экспериментальных научных исследований. Организация международного сотрудничества с государствами-членами ОИЯИ, государствами, участвующими в деятельности ОИЯИ на основе двухсторонних соглашений, и научно-исследовательскими учреждениями, с которыми заключены договора о совместных работах.

**Ожидаемые результаты по завершении этапов темы:**

1. Рекомендации по основным направлениям деятельности и развития ОИЯИ, анализ научно-технического сотрудничества и научно-организационной деятельности лабораторий и подразделений Института. Научно-организационное обеспечение процесса разработки планов научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ. Обеспечение оперативного взаимодействия с представителями государств-членов ОИЯИ и государств, участвующих в деятельности ОИЯИ на основе двухсторонних соглашений в области научно-исследовательских работ.

**Ожидаемые результаты по этапам темы в текущем году:**

1. Совершенствование организации и координации научно-исследовательских работ в ОИЯИ.
2. Анализ итогов деятельности ОИЯИ за 2018 год по основным научным направлениям Института.
3. Разработка новой электронной системы ведения Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ (ПТП). Подготовка к изданию ПТП на 2020 год. Определение приоритетных направлений развития ОИЯИ на 2020 год.
4. Развитие грантовой деятельности ОИЯИ и участия Института в целевых программах финансирования научных исследований в 2019 году.
5. Подготовка аналитических материалов для министерств и ведомств.
6. Развитие и продвижение информационных ресурсов ОИЯИ в сети Интернет. Поддержка системы протоколов о научно-техническом сотрудничестве.
7. Проработка научно-организационных основ формирования в ОИЯИ системы самостоятельного присуждения ученых степеней. Поддержка работы существующих диссертационных советов ОИЯИ.
8. Подготовка к изданию отчета ОИЯИ за 2018 год. Подготовка материалов для системы ИНИС.
9. Научно-организационное обеспечение и подготовка материалов руководящих и консультативных органов ОИЯИ.

10. Обеспечение оперативного взаимодействия с представителями государств-членов ОИЯИ и государств, участвующих в деятельности ОИЯИ на основе двухсторонних соглашений в области научно-исследовательских работ. Организация и проведение совещаний комитетов по сотрудничеству. Обеспечение взаимодействия ОИЯИ с международными организациями.
11. Организация и проведение конкурсов на соискание Премий ОИЯИ, подготовка материалов для выдвижения кандидатов в члены академий наук, на присвоение почетных званий, награждение медалями и иными наградами.

#### Основные этапы темы:

| <b>Этап темы</b>  | <b>Руководители</b>  |
|---|--|
| <b>Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ</b>  | <b>Основные исполнители</b>  |
| 1. <b>Формирование и подготовка к изданию ПТП на 2020 год</b>   | <b>Сорин А.С.</b><br><b>Белов О.В.</b>                                     |
| НОО   | Сисакян Н.И., Боклагова Н.А., Иванова Л.К.,<br>Коробов Д.С.                |
| 2. <b>Организационное обеспечение и совершенствование работы руководящих и консультативных органов ОИЯИ</b>                                 | <b>Сорин А.С.</b><br><b>Белов О.В.</b><br><b>Каманин Д.В.</b>              |
| НОО   | Сисакян Н.И., Ивашкевич Т.Б., Кронштадтов О.К.,<br>Коробов Д.С.            |
| ОМС   | Котова А.А., Докаленко Н.М., Русакович Е.Н.,<br>Белова О.Н., Коротчик О.М. |
| ДМС   | Сидорчук М.Н.  |
| ДУ  | Крюкова М.Д.   |
| 3. <b>Подготовка аналитических материалов для министерств и ведомств</b>  | <b>Сорин А.С.</b><br><b>Белов О.В.</b><br><b>Каманин Д.В.</b>              |
| НОО   | Сисакян Н.И., Коробов Д.С., Ивашкевич Т.Б.,<br>Боклагова Н.А.              |
| ОМС   | Котова А.А., Васильев А.Е.   |
| НТБ   | Иванова Е.В., Лицитис В.В.   |
| 4. <b>Развитие и сопровождение грантовой деятельности ОИЯИ и участия Института в целевых программах финансирования научных исследований</b> | <b>Сорин А.С.</b><br><b>Белов О.В.</b><br><b>Каманин Д.В.</b>              |
| НОО   | Сисакян Н.И., Боклагова Н.А., Иванова Л.К.,<br>Коробов Д.С.                |
| 5. <b>Поддержка работы диссертационных советов</b>  | <b>Сорин А.С.</b><br><b>Белов О.В.</b>                                     |
| НОО   | Сисакян Н.И., Ивашкевич Т.Б.   |

6. **Обеспечение деятельности ОИЯИ в рамках внутривоссийских и международных протоколов и соглашений** Сорин А.С.  
Каманин Д.В.  
Белов О.В.
- НОО Сисакян Н.И., Калинина Л.И.
- ОМС Котова А.А., Кеселис Т.В.
7. **Обеспечение работы и наполнения Интернет-ресурсов ОИЯИ** Сорин А.С.  
Белов О.В.  
Каманин Д.В.
- НОО Сисакян Н.И., Моисенз К.П., Нанев А.Г.,  
Боклагова Н.А., Иванова Л.К., Кронштадтов О.К.,  
Коробов Д.С.
- НТО АСУ Борисовский В.Ф.
- НИО Старченко Б.М.
- ОМС Суцевич А.А.
- Редакция еженедельника "Дубна:  
наука, содружество, прогресс" Молчанов Е.М.
- ЛИТ Лукьянов К.В., Приходько А.В.
8. **Подготовка к изданию ежегодных отчетов ОИЯИ. Подготовка материалов для системы ИНИС** Сорин А.С.
- НИО Старченко Б.М., Шиманская Ю.Г., Першина Е.А.
9. **Международное сотрудничество** Каманин Д.В.  
Хмелевски В.
- ОМС Котова А.А., Лоцилов М.Г., Васильев А.Е., Белова О.Н.,  
Кеселис Т.В., Полякова Ю.Н.

Образовательная  
программа  
(06)

## Организация, обеспечение и развитие программы подготовки кадров в ОИЯИ

**Руководители темы:** Матвеев В.А.  
Пакуляк С.З.

### Участвующие страны и международные организации:

Азербайджан, Армения, Беларусь, Болгария, Вьетнам, Египет, Казахстан, Куба, Молдова, Монголия, Польша, Россия, Румыния, Сербия, Словакия, США, Украина, ЦЕРН, Чехия, ЮАР.

### Изучаемая проблема и основная цель исследований:

Функционирование системы подготовки кадров по направлениям исследований ОИЯИ в целях восполнения научных и инженерных кадров Института и научно-исследовательских организаций государств-членов ОИЯИ; создание условий для подготовки студентами и аспирантами университетов государств-членов Института квалификационных работ; обеспечение образовательного процесса для студентов базовых кафедр в ОИЯИ вузов Российской Федерации, а также для студентов, направленных в УНЦ из государств-членов; проведение международных мероприятий, включая международные студенческие практики и международные школы для молодежи государств-членов Института; прием на практику студентов, аспирантов и стажеров на основе договоров о сотрудничестве с университетами государств-членов ОИЯИ и международных организаций; создание и поддержание учебно-лабораторной инфраструктуры для проведения специализированных практикумов по физике ускорителей и ядерной физике; поддержание и развитие системы курсов повышения квалификации, подготовки и переподготовки технического и инженерно-технического персонала ОИЯИ; создание и развитие системы пропаганды достижений Института и современной науки среди школьников и школьных учителей, проведение экскурсий на базовые установки Института; разработка и развитие комплекса виртуальных лабораторий, позволяющих проводить подготовку и обучение студентов на современной экспериментальной базе.

### Ожидаемые результаты по завершении этапов темы или проектов:

1. Проведение (в соответствии с учебными планами вузов и потребностями ОИЯИ в подготовке специалистов) лекционных курсов и семинарских занятий для студентов и аспирантов базовых кафедр в ОИЯИ вузов РФ, а также студентов и аспирантов, направленных в УНЦ государствами-членами ОИЯИ.
2. Функционирование системы прикрепления сотрудников Института к ОИЯИ для подготовки диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. Участие в институтской системе аттестации научных кадров и в мероприятиях по увеличению количества защит кандидатских диссертаций.
3. Обеспечение работы Летней студенческой программы ОИЯИ, проведение международных студенческих школ и практик, организация летних международных студенческих практик для государств-членов Института.
4. Прием на практику студентов и аспирантов в ОИЯИ на основе договоров о сотрудничестве с университетами государств-членов Института и других стран.
5. Завершение создания специализированного практикума для организации практики по физике ускорителей и ядерной физике на базе специализированных стендов в рамках функционирования научно-инженерной группы УНЦ для реализации программ подготовки инженерно-физических кадров для лабораторий Института и научно-исследовательских центров государств-членов Института.
6. Совершенствование лицензированной системы курсов повышения квалификации и переподготовки инженерно-технического персонала Института.

7. Создание комплекса дистанционных курсов по основным направлениям исследований Института и его базовым установкам. Продолжение развития системы виртуальных лабораторий, позволяющих включать новейшие результаты естественно-научных исследований в образовательный процесс.
8. Продолжение сотрудничества с ЦЕРН в реализации программ повышения квалификации школьных учителей из государств-членов Института. Создание системы виртуальных посещений Института и его базовых установок с целью привлечения школьников к углубленному изучению естественных наук. Поддержка функционирования межшкольного факультатива г. Дубны, других образовательных учреждений и программ естественно-научного направления.

### **Ожидаемые результаты по этапам темы или проектам в текущем году:**

1. Поддержка и сопровождение учебного процесса на базовых кафедрах российских вузов в ОИЯИ. Подготовка и издание в виде методических пособий лекций, читаемых в УНЦ для студентов и аспирантов.
2. Поддержка функционирования системы прикрепления к ОИЯИ для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук без освоения программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Организация и проведение международных студенческих практик по направлениям исследований, ведущихся в ОИЯИ, для студентов из вузов государств-членов Института. Участие в организации и проведении международных школ для молодых ученых по направлениям ядерной физики и физики частиц. Расширение направлений научно-исследовательских проектов летней студенческой программы ОИЯИ и увеличения количества участников этой программы.
4. Развитие стендов и комплексов лабораторных работ в рамках научно-инженерной группы при УНЦ для реализации образовательных программ по подготовке квалифицированных специалистов для нужд ОИЯИ и научных центров государств-членов Института.
5. Развитие компьютерной инфраструктуры для реализации и проведения учебных программ по анализу данных экспериментов в физике высоких энергий и по проектированию современных физических установок.
6. Совершенствование школьного практикума и межшкольного факультатива в целях организации лекционных и практических занятий по естественным наукам для школьников старших классов из государств-членов Института. Организация научных школ для учителей физики из государств-членов Института в ЦЕРН и в ОИЯИ.
7. Организация реальных и виртуальных экскурсий в ОИЯИ. Развитие системы курсов русского, английского, французского и немецкого языков для сотрудников ОИЯИ.
8. Создание комплекса дистанционных учебных курсов по ядерной физике, физике частиц, физике конденсированного состояния и базовым установкам Института. Распространение современных образовательных ресурсов в государствах-членах ОИЯИ.

### **Проекты по теме:**

| <b>Название проекта</b>  | <b>Руководитель проекта</b> | <b>Приоритет проекта<br/>(сроки реализации)</b> |
|--|-----------------------------|---|
| 1. Создание открытой информационно-образовательной среды для поддержки приоритетных направлений исследований в области наук о материалах и структуре материи | Панебратцев Ю.А.            | 1 (2017 – 2019)                                 |

## Основные этапы темы:

| Этап темы   | Руководители                                   |
|---|--|
| Лаборатория или другие подразделения ОИЯИ   | Основные исполнители                           |
| Ответственные от Лаборатории  |  |
| 1. Организация учебного процесса в ОИЯИ   | Матвеев В.А.<br>Пакуляк С.З.                   |
| ЛЯП<br>Бедняков В.А.<br>Наумов Д.В.<br>Жемчугов А.С.                                | Глаголев В.В., Ольшевский А.Г., Верхеев А.Ю.   |
| ЛТФ<br>Казаков Д.И.<br>Исаев А.П.<br>Арбузов А.Б.                                   | Гладышев А.В., Шукринов Ю.М.                   |
| ЛНФ<br>Швецов В.Н.<br>Куликов О.А.<br>Лычагин Е.В.                                  | Белушкин А.В., Козленко Д.П., Балагуров А.М.   |
| ЛФВЭ<br>Кекелидзе В.Д.<br>Строковский Е.А.<br>Пешехонов Д.В.                        | Никитин В.А., Панебратцев Ю.А., Шиманский С.С. |
| ЛЯР<br>Дмитриев С.Н.<br>Попеко А.Г.<br>Карпов А.В.                                  | Сидорчук С.И., Белогуров С.Г.                  |
| ЛИТ<br>Кореньков В.В.<br>Стриж Т.А.<br>Подгайный Д.В.                               | Гердт В.П., Пелеванюк И.С., Стрельцова О.И.    |
| ЛРБ<br>Красавин Е.А.<br>Кошлань И.В.  | Северюхин Ю.С.                                 |
| Дирекция<br>Шарков Б.Ю.<br>Гикал Б.Н.   | Дударев А.В., Углов Е.Д.                       |
| УНОРиМС<br>Сорин А.С.<br>Каманин Д.В.<br>Котова А.А.                                | Хмельовски В., Сушевич А.А.                    |
| 2. Создание современных образовательных проектов. Организация и проведение выставок | Панебратцев Ю.А.                               |

**Сотрудничество по теме:**

| <b>Страна или международная организация</b> | <b>Город</b> | <b>Институт или лаборатория</b> | <b>Участники</b>                         | <b>Статус</b>     |
|---|--------------|---------------------------------|--|-------------------|
| Азербайджан                                 | Баку         | ИФ НАНА                         | Мамедов Н.Т.                             | Соглашение        |
| Армения                                     | Ереван       | ЕГУ                             | Алиева Е.<br>Мартirosян Р.М.             | Соглашение        |
| Беларусь                                    | Минск        | БГУ                             | Погосян Г.С.<br>Абламейко С.В.           | Соглашение        |
|   |              | Минобразования РБ               | Анищик В.М.<br>Карпенко И.В.             | Совместные работы |
|   |              | МГЭИ БГУ                        | Богуш В.А.                               | Совместные работы |
|   |              | НИИ ЯП БГУ                      | Маскевич С.А. + 3 чел.                   | Соглашение        |
| Болгария                                    | Гомель       | ГГУ                             | Максименко С.А.<br>Федотова Ю.А.         | Совместные работы |
|   |              | ГГТУ                            | Хахомов С.А.<br>Максименко Н.В. + 1 чел. | Совместные работы |
|   |              | INRNE BAS                       | Асенчик О.Д. + 2 чел.                    | Совместные работы |
|   |              | NRA                             | Ванков И.<br>Костов Л.                   | Совместные работы |
| Вьетнам                                     | София        | SU                              | Ташев Н.<br>Боянов Б.                    | Протокол          |
|   |              | SWU                             | Марваков Д.<br>Райновски Г.              | Совместные работы |
|   |              | IOP VAST                        | Стаменов Й.                              | Совместные работы |
|   |              | DLU                             | Ле Хонг Хиен                             | Консультации      |
| Египет                                      | Ханой        | NRI                             | Трин Ти Ту Ан                            | Консультации      |
|   |              | ASRT                            | Као Донг Ю                               | Консультации      |
|   |              | ЕНУ                             | Эль Самман Х.                            | Совместные работы |
| Казахстан                                   | Астана       | КазНУ                           | Сыдыков Е.Б.                             | Соглашение        |
|   |              | Усть-Каменогорск                | Кадыржанов К.К.<br>Азнабаев Д.           | Соглашение        |
| Куба  | Мамраев Б.Б. | Соглашение                      |  |                   |
| Молдова                                     | Гавана       | ВКГУ                            | Хосе Луис Дона                           | Совместные работы |
| Монголия                                    | Кишинев      | ASC                             | Ураски В.В.                              | Соглашение        |
| Польша                                      | Улан-Батор   | АНМ                             | Одмаа С.                                 | Совместные работы |
|   |              | NUM                             | Валигурски М.                            | Совместные работы |
|   |              | NINP PAS                        | Анжеевски Й.                             | Совместные работы |
| Россия                                      | Лодзь        | UL                              | Навроцик В.                              | Совместные работы |
|   |              | AMU                             | Заводны Р.                               | Совместные работы |
|   |              | МФТИ                            | Панасюк М.И.                             | Соглашение        |
|   | Москва       | НИИЯФ МГУ                       | Попов А.И.                               | Соглашение        |
|   |              | НИУ "МЭИ"                       | Стриханов М.Н.                           | Соглашение        |
|   | Архангельск  | НИЯУ "МИФИ"                     | Луговская И.Р.                           | Соглашение        |
|   |              | САФУ                            | Горбатова Л.Н.                           | Соглашение        |
| Белгород                                    | СГМУ         | Дятченко Л.Я.                   | Договор                                  |                   |
| Воронеж                                     | БелГУ        | Ендовицкий Д.А.                 | Договор                                  |                   |
| Долгопрудный                                | ВГУ          | Кудрявцев Н.Н.<br>Киселев В.В.  | Соглашение                               |                   |

|          |              |                    |   |                                   |
|----------|--------------|--------------------|---|-----------------------------------|
|          | Дубна        | Гос. ун-т "Дубна"  | Фурсаев Д.В.<br>Кузнецов О.Л.<br>Черемисина Е.Н.<br>Деникин А.С.<br>Малахов А.И.<br>Тетерева Т.В. | Совместные работы                 |
|          | Иваново      | ФНИИЯФ МГУ<br>ИвГУ | Егоров В.Н.   | Совместные работы<br>Соглашение   |
|          | Краснодар    | КубГУ              | Астапов М.Б.  | Соглашение                        |
|          | Кострома     | КГУ                | Рассадин Н.М.<br>Николаев С.Н.<br>Попов Д.Е.  | Соглашение                        |
|          | С.-Петербург | СПбГУ              | Туник С.П.<br>Петросян Л.А.<br>Овсянников Д.А.  | Соглашение<br>Совместные работы   |
|          | Смоленск     | СмолГУ             | Кодин Е.В.  | Договор                           |
|          | Тверь        | ТвГУ               | Цирулев А.Н.<br>Педько Б.Б.   | Совместные работы                 |
|          | Томск        | ТПУ                | Никулина И.Е.   | Соглашение                        |
|          | Тула         | ТулГУ              | Грязев М.В.   | Договор                           |
|          | Якутск       | СВФУ               | Алексеев А.Н.   | Договор                           |
| Румыния  | Бухарест     | UB                 | Антохе С.<br>Попеску Д.<br>Греку В.   | Совместные работы                 |
| Словакия | Братислава   | SU                 | Дубничкова А.   | Совместные работы                 |
| Украина  | Киев         | ИТФ НАНУ<br>КНУ    | Загородний А.Г.<br>Шадура В.Н.<br>Скопенко В.В.<br>Булавин Л.А.                                   | Совместные работы<br>Соглашение   |
| Чехия    | Прага        | СТУ<br>СУ          | Штекл И.<br>Вильгельм И.  | Совместные работы<br>Соглашение   |
| Сербия   | Белград      | INS "VINČA"        | Петрович С.   | Совместные работы                 |
| ЮАР      | Претория     | DST                | Нтомбизихона Н.   | Совместные работы                 |
| США      | Аптон        | BNL                | Вайт К.   | Совместные работы                 |
| ЦЕРН     | Женева       | ЦЕРН               | Вейнер Дж.<br>Каржавин В.Ю.<br>Зимин Н.И.   | Консультации<br>Совместные работы |

## Алфавитный указатель: международное сотрудничество

### Австралия / Australia/

#### Мельбурн /Melbourne/

Ун-т /Univ./ (Мельбурнский университет | University of Melbourne | <http://unimelb.edu.au/>), 29, 154

#### Перт /Perth/

UWA (Университет Западной Австралии | University of Western Australia | <http://www.uwa.edu.au/>), 35

#### Сидней /Sydney/

Ун-т /Univ./ (Сиднейский университет | University of Sydney | <http://sydney.edu.au/>), 29, 35, 123

### Австрия / Austria/

#### Вена /Vienna/

HEPHY (Институт физики высоких энергий | Institute of High Energy Physics | <http://www.hephy.at/>), 73

IAEA (Международное агентство по атомной энергии | International Atomic Energy Agency | <http://www.iaea.org/>), 154

ITP TU Wien (Институт теоретической физики Венского технического университета | Institute for Theoretical Physics Vienna University of Technology | <http://www.tuwien.ac.at/>), 41

TU Wien (Венский технический университет | Vienna University of Technology | <http://www.tuwien.ac.at/>), 29

#### Инсбрук /Innsbruck/

Ун-т /Univ./ (Инсбрукский университет | University of Innsbruck | <http://www.uibk.ac.at/>), 23, 154

#### Линц /Linz/

JKU (Университет им. Иоганна Кеплера в Линце | Johannes Kepler University Linz | <http://www.jku.at/>), 29

### Азербайджан / Azerbaijan/

#### Баку /Baku/

АзТУ /AzTU/ (Азербайджанский технический университет | Azerbaijan Technical University | <http://aztu.edu.az/>), 162

БГУ /BSU/ (Бакинский государственный университет | Baku State University | <http://bsu.edu.az/>), 150

ИГГ НАНА /IGG ANAS/ (Институт геологии и геофизики Национальной академии наук Азербайджана | Institute of Geology and Geophysics of the

Azerbaijan National Academy of Sciences | <http://irp.gia.az/>), 150

ИРП НАНА /IRP ANAS/ (Институт радиационных проблем Национальной академии наук Азербайджана | Institute of Radiation Problems of the Azerbaijan National Academy of Sciences | <http://irp.science.az/>), 115, 171

ИФ НАНА /IP ANAS/ (Институт физики Национальной академии наук Азербайджана | Institute of Physics of the Azerbaijan National Academy of Sciences | <http://www.physics.gov.az/>), 13, 48, 93, 162, 204, 225

ИЦЯИ /NNRC/ (Национальный центр ядерных исследований | National Nuclear Research Center | <http://www.mntm.az/>), 118, 171

Филиал МГУ /Branch MSU/ (Филиал Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова в городе Баку | Branch of the Lomonosov Moscow State University | <http://www.msu.az/>), 27

#### Гянджа /Ganja/

АТУ /ATU/ (Азербайджанский технологический университет | Azerbaijan Technological University | <http://www.aztun.edu.az/>), 150

АГАУ /ASAU/ (Азербайджанский государственный аграрный университет | Azerbaijan State Agricultural University | <http://adau.edu.az/>), 150

### Албания / Albania/

#### Тирана /Tirana/

УТ (Тиранский университет | University of Tirana | <http://www.unitir.edu.al/>), 154

### Аргентина / Argentina/

#### Барилоче /Bariloche/

САВ СНЕА (Атомный центр Барилоче Национальной комиссии по атомной энергии | Centro Atomico Bariliche National Atomic Energy Commission | <http://www.cab.cnea.gov.ar/>), 168, 176

#### Буэнос-Айрес /Buenos Aires/

СНЕА (Национальная комиссия по атомной энергии | National Atomic Energy Commission | <http://www.cnea.gov.ar/>), 171

## Армения /Armenia/

### Гарни /Garni/

ГГО /GGO/ (Гарнийская геофизическая обсерватория | Garni Geophysical Observatory), 101

### Ереван /Yerevan/

ЕГУ /YSU/ (Ереванский государственный университет | Yerevan State University | <http://www.yasu.am/>), 21, 27, 34, 39, 93, 110, 122, 142, 187, 204, 213, 225

ИПИА НАН РА /ИАР НАС РА/ (Институт проблем информатики и автоматизации Национальной академии наук Республики Армения | Institute for Informatics and Automation Problems of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia | <http://ipia.sci.am/>), 27, 204, 213

Ин-т биохимии НАН РА /Inst. Biochemistry NAS RA/ (Институт биохимии им. Г.Х.Бунатяна Национальной академии наук Армении | H.Buniatian Institute of Biochemistry of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia | <http://aab.sci.am/>), 179

ННЛА /Foundation ANSL/ (Национальная научная лаборатория им. А.И.Алиханяна (Ереванский физический институт) Фонд | A.I.Alikhanian National Science Laboratory (Yerevan Physics Institute) Foundation | <http://www.yerphi.am/>), 13, 27, 34, 48, 72, 110, 118, 142, 213

РАУ /RAU/ (Российско-Армянский университет | Russian-Armenian University | <http://www.rau.am/>), 13, 21, 213

ЦЭНИ НАН РА /CENS NAS RA/ (Центр эколого-ноосферных исследований Национальной академии наук Республики Армения | Center for Ecological-Noosphere Studies of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia | <http://www.cens.am/>), 150

Ширак технологии /Shirak Technologies/ (Технологическая компания “Ширак” | “Shirac” Technological Company | <http://www.shte.net/>), 101

## Беларусь /Belarus/

### Гомель /Gomel/

БНТУ /BNTU/ (Учреждение образования “Белорусский национальный технический университет”, филиал в г. Гомель | Belarusian National Technical University, Branch of the Gomel | <http://www.bntu.by/>), 183

ГГТУ /GSTU/ (Учреждение образования “Гомельский государственный

технический университет им. П.О.Сухого | Sukhoi State Technical University of Gomel | <http://www.gstu.by/>), 13, 39, 49, 82, 94, 214, 225

ГГУ /GSU/ (Учреждение образования “Гомельский государственный университет им. Франциска Скорины” | Francisk Skorina Gomel State University | <http://www.gsu.by/>), 13, 49, 72, 82, 183, 225

### Минск /Minsk/

“Планар” /“Planar”/ (Открытое акционерное общество “Планар” | Planar Corporation | <http://www.planar.by/>), 93

“Радатех” /“Radatech”/ (Общество с ограниченной ответственностью “Радатех” | “Radatech” | <http://www.radatech.tam.by/>), 82

БГТУ /BSTU/ (Учреждение образования “Белорусский государственный технологический университет” | Belarusian State Technological University | <http://www.belstu.by/>), 27, 162, 176, 204

БГУ /BSU/ (Учреждение образования “Белорусский государственный университет” | Belarusian State University | <http://www.bsu.by/>), 63, 183, 225

БГУИР /BSUIR/ (Учреждение образования “Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники” | Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics | <http://www.bsuir.by/>), 81, 93, 179

ИМ НАНБ /IM NASB/ (Государственное научное учреждение “Институт математики Национальной академии наук Беларуси” | Institute of Mathematics of the National Academy of Sciences of Belarus | <http://im.bas-net.by/>), 214

ИПФ НАНБ /IAP NASB/ (Государственное научное учреждение “Институт прикладной физики Национальной академии наук Беларуси” | State Scientific Institution “Institute of Applied Physics of the National Academy of Sciences of Belarus | <http://iaph.bas-net.by/>), 48, 81, 162

ИФ НАНБ /IP NASB/ (Институт физики им. Б.И.Степанова Национальной академии наук Беларуси | B.I.Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Belarus | <http://ifan.basnet.by/>), 13, 21, 27, 48, 53, 63

МГЭИ БГУ /ISEI BSU/ (Международный государственный экологический институт им. А.Д.Сахарова Белорусского государственного университета | International Sakharov Environmental Institute of the Belarusian State University | <http://www.iseu.bsu.by/>), 27, 225

Минобразования РБ /ME RB/ (Министерство образования Республики Беларусь | Ministry of Education of the Republic of Belarus | <http://edu.gov.by/>), 225

НИИ ФХП БГУ /RI PCP BSU/ (Учреждение Белорусского государственного университета “Научно-исследовательский институт физико-химических проблем” | Research Institute for Physical Chemical Problems of the Belarusian State University | <http://www.fhp.bsu.by/>), 162

НИИ ЯП БГУ /INP BSU/ (Научно-исследовательское учреждение “Институт ядерных проблем” Белорусского государственного университета | Research Institute for Nuclear Problems of the Belarusian State University | <http://www.inp.bsu.by/>), 13, 49, 53, 58, 72, 93, 122, 150, 162, 204, 225

НИИПФП БГУ /RIAPP BSU/ (Научно-исследовательское учреждение “Институт прикладных физических проблем им. А.Н.Севченко” Белорусского государственного университета | Research Institute of Applied Physical Problems of the Belarusian State University | <http://niipfp.bsu.by/>), 183

НИЦ НАНБ по материаловедению /SPMRC NASB/ (Государственное научно-производственное объединение “Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по материаловедению” | Scientific and Practical Materials Research Centre of the National Academy of Sciences of Belarus | <http://www.physics.by/>), 27, 93, 163, 183

НИЦ ФЧВЭ БГУ /NC PHEP BSU/ (Научно-исследовательское учреждение “Национальный научно-учебный центр физики частиц и высоких энергий” Белорусского государственного университета | National Scientific and Educational Centre of Particle and High Energy Physics of the Belarusian State University | <http://www.hep.by/>), 183, 196

ОИЭЯИ-Сосны НАНБ /JIPNR-Sosny NASB/ (Государственное научное учреждение “Объединенный институт энергетических и ядерных исследований - Сосны” Национальной академии наук Беларуси | Joint Institute for Power and Nuclear Research - Sosny of the National Academy of Sciences of Belarus | <http://sosny.bas-net.by/>), 13, 27, 49, 93, 123, 171, 204

СОЛ инструментс /SOL instruments/ (СОЛ инструментс | SOL instruments | <http://solinstruments.com/>), 179

УГЗ МЧС /UCP MES/ (Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь | University of Civil Protection of the Ministry for Emergency Situations of the Republic of Belarus | <http://ucp.by/>), 183

ФТИ НАНБ /PTI NASB/ (Государственное научное учреждение “Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси” | Physical Technical Institute of the National Academy of Sciences of Belarus | <http://www.phti.belhost.by/>), 94

## Бельгия /Belgium/

### Антверпен /Antwerp/

UA (Антверпенский университет | University of Antwerp | <http://www.uantwerpen.be/>), 73

### Брюссель /Brussels/

ULB (Брюссельский свободный университет | Free University of Brussels | <http://www.ulb.ac.be/>), 73, 135

VUB (Свободный университет Брюсселя | Vrije University Brussels | <http://www.vub.ac.be/>), 23, 73

### Гел /Geel/

IRMM (Центра совместных исследований-Институт эталонных материалов и измерений при Европейской комиссии | Joint Research Centre-Institute for Reference Materials and Measurements of the European Commission | <http://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcch/files/irmm-factsheet.pdf>), 154

### Лувен-ля-Нев /Louvain-la-Neuve/

IBA (Центр ионных пучков | Ion Beam Applications | <http://iba-worldwide.com/>), 130, 145

UCL (Лувенский католический университет | Catholic University of Louvain |

<http://uclouvain.be/>), 23, 29, 69, 73

*Лёвен /Leuven/*

KU Leuven (Лёвенский католический университет | Catholic University of Leuven | <http://www.kuleuven.be/>), 130, 135, 143

*Монс /Mons/*

UMONS (Университет в Монсе | University of Mons | <http://portail.umons.ac.be/>), 73

## **Болгария /Bulgaria/**

*Благоевград /Blaqoevgrad/*

AUBG (Американский университет в Болгарии | American University in Bulgaria | <http://www.aubg.bg/>), 110

SWU (Юго-западный университет им. Неофита Рилского | South-West University "Neofit Rilski" | <http://www.swu.bg/>), 68, 94, 225

*Пловдив /Plovdiv/*

PU (Пловдивский университет им. Паисия Хилендарского | Plovdiv University "Paisii Hilendarski" | <https://uni-plovdiv.bg/>), 27, 68, 94, 142, 150, 183, 214

UFT (Университет пищевых технологий | University of Food Technologies | <http://uft-plovdiv.bg/>), 150

*София /Sofia/*

ASCI Ltd (Общество с ограниченной ответственностью "АСКИ" | ASCI Ltd | <http://www.asci.bg/>), 163

IE BAS (Институт электроники им. академика Эмила Джакова Болгарской академии наук | Academician Emil Djakov Institute of Electronics of the Bulgarian Academy of Sciences | <http://ie-bas.dir.bg/>), 163, 187

IEES BAS (Институт электрохимии и энергетических систем Болгарской Академии наук | Institute of Electrochemistry and Energy Systems of the Bulgarian Academy of Sciences | <http://www.bas.bg/cleps/>), 163

IMI BAS (Институт математики и информатики Болгарской Академии наук | Institute of Mathematics and Informatics of the Bulgarian Academy of Sciences | <http://math.bas.bg/>), 214

IMS BAS (Институт металловедения им. акад. А.Балевского с гидроаэродинамическим центром Болгарской академии наук | Institute of Metal Science, Equipment and Technologies "Acad. A.Balevsci" with Hydroaerodynamics Centre of the Bulgarian Academy of Sciences | <http://ims.bas.bg/>), 163

IMech BAS (Институт механики Болгарской академии наук | Institute of Mechanics of the Bulgarian Academy of Sciences | <http://www.imbm.bas.bg/>), 27

INRNE BAS (Институт ядерных исследований и ядерной энергетики Болгарской академии наук | Institute for Nuclear Research and Nuclear Energy of the Bulgarian Academy of Sciences | <http://www.inrne.bas.bg/>), 13, 21, 27, 34, 39, 72, 94, 110, 115, 123, 129, 134, 142, 150, 163, 176, 204, 214, 225

ISSP BAS (Институт физики твердого тела им. академика Георгия Наджакова Болгарской академии наук | Georgi Nadjakov Institute of Solid State Physics of the Bulgarian Academy of Sciences | <http://www.issp.bas.bg/>), 27, 94, 163

Inst. Microbiology BAS (Институт микробиологии им. Стефана Ангелова Болгарской академии наук | Stephan Angeloff Institute of Microbiology of the Bulgarian Academy of Sciences | <http://www.microbio.bas.bg/>), 110, 179

LTD BAS (Лаборатория технического развития Болгарской академии наук | Laboratory for Technical Development of the Bulgarian Academy of Sciences | <http://www.pronto.phys.bas.bg/>), 94

NBU (Новый болгарский университет | New Bulgarian University | <http://www.nbu.bg/>), 21

NCRRP (Национальный центр радиобиологии и радиационной защиты | National Centre of Radiobiology and Radiation Protection | <http://ncrrp.org/>), 187

NRA (Агентство по ядерному регулированию | Bulgarian Nuclear Regulatory Agency | <http://www.bnra.bg/>), 225

SU (Софийский университет им. Св.Климента Охридского | Sofia University "St.Kliment Ohridski" | <http://www.uni-sofia.bg/>), 13, 27, 39, 49, 53, 68, 72, 94, 110, 115, 118, 204, 214, 225

TU-Sofia (Технический университет Софии | Technical University of Sofia | <http://www.tu-sofia.bg/>), 94

UCTM (Химико-технологический и металлургический университет | University of Chemical Technology and Metallurgy | <http://www.uctm.edu/>), 104

## Бразилия /Brazil/

*Бразилиа /Brasília, DF/*

UnB (Университет в Бразилиа | University of Brasilia | <http://www.unb.br/>), 29

*Виториа /Vitoria, ES/*

UFES (Федеральный университет шт. Эспириту Санту | Federal University of Espirito Santo | <http://www.ufes.br/>), 35

*Жуис-ди-Фора /Juiz de Fora, MG/*

UFJF (Федеральный университет в Жуис-ди-Форе | Federal University of Juiz de Fora | <http://www.ufjf.br/>), 35

*Натал /Natal, RN/*

IIP UFRN (Национальный институт физики Федерального университета Рио-Гранде до Норте | International Institute of Physics of the Federal University of Rio Grande do Norte | <http://www.iip.ufrn.br/>), 29

*Нитерой /Niteroi, RJ/*

UFF (Федеральный университет Флуминенсе | Federal Fluminense University | <http://www.uff.br/>), 23

*Порто-Алегри /Porto Alegre, RS/*

UFRGS (Федеральный университет | Federal University of Rio Grande de Sul | <http://www.ufrgs.br/>), 119

*Рио-де-Жанейро /Rio de Janeiro, RJ/*

CBPF (Бразильский центр физических исследований | Brazilian Center for Physics Research | <http://portal.cbpf.br/>), 73

UERJ (Государственный университет в Рио-де-Жанейро | Rio de Janeiro State University | <http://www.uerj.br/>), 73

UFRJ (Федеральный университет в Рио-де-Жанейро | Federal University of Rio de Janeiro | <http://www.ufrj.br/>), 73

*Сан-Жозе-дус-Кампус /Sao Jose dos Campos, SP/*

ITA (Технологический институт аэронавтики | Instituto Tecnológico de Aeronáutica | <http://www.ufcar.br/>), 23

*Сан-Карлос /Sao Carlos, SP/*

IFSC USP (Институт физики в Сан-Карлосе Университета в Сан-Паулу | Institute of Physics of São Carlos of the University of São Paulo | <http://www.ifsc.usp.br/>), 216

*Сан-Паулу /Sao Paulo, SP/*

UEP (Высшее учебное заведение Санта-Каса-де-Сан-Паулу | Unidade de Ensino Profissionalizante da Santa Casa de São Paulo | <http://www.santacasasp.org.br/>), 23

USP (Университет в Сан-Паулу | University of São Paulo | <http://www5.usp.br/>), 29, 35, 41

Unesp (Государственный университет в Сан-Паулу | São Paulo State University | <http://www.unesp.br/>), 73

*Флорианополис /Florianopolis, SC/*

UFSC (Федеральный университет шт. Санта-Катарина | Federal University of Santa Catarina | <http://ufsc.br/>), 23

## Великобритания /United Kingdom/

*Бакингем /Buckingham/*

UB (Бакингемский университет | University of Buckingham | <http://www.buckingham.ac.uk/>), 190

*Бат /Bath/*

UB (Университет Бата | University of Bath | <http://www.bath.ac.uk/>), 216

*Бирмингем /Birmingham/*

Ун-т /Univ./ (Бирмингемский университет | University of Birmingham | <http://www.birmingham.ac.uk/>), 69, 119

*Бристоль /Bristol/*

Ун-т /Univ./ (Бристольский университет | University of Bristol | <http://www.bris.ac.uk/>), 69, 73

*Глазго /Glasgow/*

U of G (Университет Глазго | University of Glasgow | <http://www.gla.ac.uk/>), 35, 69, 105, 197

*Дарем /Durham/*

Ун-т /Univ./ (Даремский университет | Durham University | <http://www.dur.ac.uk/>), 35, 41

*Дидкот /Didcot/*

RAL (Резерфордская лаборатория | Rutherford Appleton Laboratory; Science and Technology Facilities Council | <http://www.stfc.ac.uk/>), 73, 168, 171, 176

*Йорк /York/*

Ун-т /Univ./ (Йоркский университет | University of York | <http://www.york.ac.uk/>), 41

*Кембридж /Cambridge/*

Ун-т /Univ./ (Кембриджский университет | University of Cambridge | <http://www.cam.ac.uk/>), 35, 41

*Кент /Kent/*

Ун-т /Univ./ (Кентский университет | University of Kent | <http://www.kent.ac.uk/>), 35

*Кентербери /Canterbury/*

Ун-т /Univ./ (Университет графства Кент | University of Kent | <http://www.kent.ac.uk/>), 16

*Ланкастер /Lancaster/*

LU (Ланкастерский университет | Lancaster University | <http://www.lancaster.ac.uk/>),

*Лидс /Leeds/*

UL (Лидский университет | University of Leeds | <http://www.leeds.ac.uk/>), 35

*Лондон /London/*

Imperial College (Империял колледж Лондон | Imperial College London | <http://www.imperial.ac.uk/>), 16, 35, 41, 63, 73, 216

Middlesex Univ. (Мидлсекский университет | Middlesex University | <http://www.mdx.ac.uk/>), 184

QM (Колледж королевы Марии Лондонского университета | Queen Mary of the University of London | <http://www.qmul.ac.uk/>), 16

UCL (Университетский колледж Лондона | University College London | <http://www.ucl.ac.uk/>), 143

*Манчестер /Manchester/*

УоМ (Манчестерский университет | University of Manchester | <http://www.manchester.edu/>), 135, 143

*Ноттингем /Nottingham/*

Ун-т /Univ./ (Ноттингемский университет | University of Nottingham | <http://www.nottingham.ac.uk/>), 35

*Саутгемптон /Southampton/*

Ун-т /Univ./ (Саутгемптонский университет | University of Southampton | <http://www.soton.ac.uk/>), 41

*Суррей /Surrey/*

Ун-т /Univ./ (Университет Суррея | University of Surrey | <http://www2.surrey.ac.uk/>), 23

*Эдинбург /Edinburgh/*

Ун-т /Univ./ (Эдинбургский университет | University of Edinburgh | <http://www.edinburgh.ac.uk/>), 197

**Венгрия /Hungary/***Сегед /Szeged/*

US (Университет Сегеда | University of Szeged | <http://www.u-szeged.hu/>), 168

*Будапешт /Budapest/*

ELTE (Университет им. Лоранда Этвёша | Eötvös Loránd University | <http://www.elte.hu/>), 15

GetGiro Kft (Общество с ограниченной ответственностью Информатика Компания GetGiro | GetGiro IT Limited Liability Company | <http://getgiro.com/>), 184

RKK OU (Факультет лёгкой промышленности и охраны окружающей среды им. Рейто Шандора Обуда

Университета | Rejto Sándor Faculty of Light Industry and Environmental Engineering of the Buda University | <http://rkk.uni-obuda.hu/>), 153

Wigner RCP (Институт физики частиц и ядерной физики Исследовательского центра физики им. Вигнера Венгерской академии наук | Institute for Particle and Nuclear Physics, Wigner Research Centre for Physics of the Hungarian Academy of Science | <http://wigner.mta.hu/>), 15, 22, 29, 40, 73, 119, 168, 176

*Дебрецен /Debrecen/*

Atomki (Институт ядерных исследований Венгерской академии наук | Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Science | <http://www.atomki.hu/>), 22, 73

UD (Дебреценский университет | University of Debrecen | <http://www.unideb.hu/>), 73

**Вьетнам /Vietnam/***Далат /Da Lat/*

DLU (Ениверситет Далата | Da Lat University | <http://www.dlu.edu.vn/>), 225  
NRI (Исследовательский институт в Далате | Da Lat Nuclear Research Institute), 225

*Дананг /Da Nang/*

DTU (Зуй Тан университет | Duy Tan University | <http://www.daytan.edu.vn/>), 163

*Ханой /Hanoi/*

IMS VAST (Институт материаловедения Вьетнамской академии наук и технологий | Institute of Material Science of the Vietnam Academy of Science and Technology | <http://ims.vast.ac.vn/>), 27

INPC VAST (Институт химии природных изделий Вьетнамской академии наук и технологий | Institute of Natural Products Chemistry of the Vietnam Academy of Science and Technology | <http://vast.ac.vn/>), 187

IOP VAST (Институт физики Вьетнамской академии наук и технологий | Institute of Physics of the Vietnam Academy of Science and Technology | <http://www.iop.vast.ac.vn/>), 13, 39, 134, 150, 163, 183, 225

VNU (Вьетнамский национальный университет | Vietnam National University Hanoi | <http://www.vnu.edu.vn/>), 150, 214

## Германия /Germany/

### Ахен /Aachen/

RWTH (Рейнско-Вестфальский технический университет Ахена | Aachen University | <http://www.rwth-aachen.de/>), 15, 56, 73

### Байройт /Bayreuth/

Ун-т /Univ./ (Байройтский университет | University of Bayreuth | <http://www.uni-bayreuth.de/>), 168

### Берлин /Berlin/

ВАМ (Федеральный институт исследований и испытаний материалов | Federal Institute for Materials Research and Testing | <http://www.bam.de/>), 168

FU Berlin (Берлинский свободный университет | Free University of Berlin | <http://www.fu-berlin.de/>), 15

HUB (Берлинский университет имени Гумбольдта | Humboldt University of Berlin | <http://www.hu-berlin.de/>), 15, 73

NZB (Берлинский центр имени Гельмгольца по исследованию материалов и энергии Объединения имени Гельмгольца | Helmholtz Centre Berlin of the Helmholtz Association | <http://www.helmholtz-berlin.de/>), 135, 168, 176

### Билефельд /Bielefeld/

Ун-т /Univ./ (Билефельдский университет | Bielefeld University | <http://www.uni-bielefeld.de/>), 15

### Бонн /Bonn/

UniBonn (Боннский университет | University of Bonn | <http://www3.uni-bonn.de/>), 15, 22, 29, 35, 40, 69, 78, 197, 216

### Бохум /Bochum/

RUB (Рурский университет в Бохуме | Ruhr University of Bochum | <http://www.ruhr-uni-bochum.de/>), 15, 78, 105, 168

### Брауншвейг /Braunschweig/

TU (Технический университет в Брауншвейге | Technical University Carolo-Wilhelmina at Braunschweig | <http://www.tu-braunschweig.de/>), 29

### Бремен /Bremen/

Ун-т /Univ./ (Бременский университет | University of Bremen | <http://www.uni-bremen.de/>), 29

### Вупперталь /Wuppertal/

UW (Вуппертальский университет | University of Wuppertal | <http://www.uni-wuppertal.de/>), 15, 29

### Галле /Halle/

MLU (Университет имени Мартина Лютера Галле-Виттенберг | Martin-Luther University of Halle-Wittenberg | <http://www.uni-halle.de/>), 168

### Гамбург /Hamburg/

DESY (Германский электронный синхротрон DESY Объединения имени Гельмгольца | Deutsches Elektronen-Synchrotron A Research Centre of the Helmholtz Association | <http://www.desy.de/>), 15, 40, 45, 101, 168, 197, 206

Ун-т /Univ./ (Гамбургский университет | University of Hamburg | <http://www.uni-hamburg.de/>), 15, 22, 56, 61, 216

### Ганновер /Hannover/

LUN (Ганноверский университет Вильгельма Лейбница | Leibniz University of Hannover | <http://www.uni-hannover.de/>), 35, 40, 45

### Гейдельберг /Heidelberg/

МРИК (Институт ядерной физики Общества им. Макса Планка | Max Planck Institute for Nuclear Physics | <http://www.mpi-hd.mpg.de/>), 130, 143

Ун-т /Univ./ (Гейдельбергский университет им. Карла Рупрехта | University of Heidelberg | <http://www.uni-heidelberg.de/>), 15, 66, 115, 119

### Гестахт /Geesthacht/

GKSS (Исследовательский центр в Гестахте Объединения имени Гельмгольца | Research Center in Geesthacht of the Helmholtz Association | <http://www.hzg.de/>), 168

### Гиссен /Giessen/

JLU (Гиссенский университет им. Юстуса Либиха | Justus Liebig University Giessen | <http://www.uni-giessen.de/>), 22, 66, 97, 197

### Гёттинген /Göttingen/

Ун-т /Univ./ (Гёттингенский университет | University of Göttingen | <http://www.uni-goettingen.de/>), 168

### Дармштадт /Darmstadt/

GSI (Центр по изучению тяжелых ионов имени Гельмгольца | Helmholtz-Centre for Heavy Ion Research of the Helmholtz Association | <http://www.gsi.de/>), 22, 29, 58, 66, 97, 119, 130, 135, 153, 184, 206, 216  
TU Darmstadt (Дармштадский технический университет | Technical University of Darmstadt | <http://www.tu-darmstadt.de/>),

- 22, 97, 112, 168  
*Дортмунд /Dortmund/*  
 TU Dortmund (Дортмундский технический университет | Technical University of Dortmund | <http://www.uni-dortmund.de/>), 15, 29, 168
- Дрезден /Dresden/*  
 HZDR (Центр имени Гельмгольца Дрезден-Россендорф | Dresden-Rossendorf Helmholtz Centre | <http://www.hzdr.de/>), 22, 66, 153  
 IFW (Дрезденский институт физики твердого тела и материаловедения имени Лейбница | Leibniz Institute for Solid State and Materials Research Dresden | <http://www.ifw-dresden.de/>), 29, 216  
 IKTS (Институт керамических технологий и систем Общества имени Фраунгофера | Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems | <http://www.ikts.fraunhofer.de/>), 168  
 ILK (Институт кондиционирования воздуха и холодильного оборудования | Institute of Air Handling and Refrigeration | <http://www.ilkdresden.de/>), 97  
 MPI PkS (Институт физики комплексных систем Общества им. Макса Планка | Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems | <http://www.mpipks-dresden.mpg.de/>), 29  
 TU Dresden (Дрезденский технический университет | Technical University of Dresden | <http://tu-dresden.de/>), 29, 63, 105, 168
- Зиген /Siegen/*  
 Ун-т /Univ./ (Зигенский университет | University of Siegen | <http://www.uni-siegen.de/>), 22
- Йена /Jena/*  
 Ун-т /Univ./ (Йенский университет им. Фридриха Шиллера | Friedrich-Schiller University of Jena | <http://www.uni-jena.de/>), 15, 29, 40
- Кайзерслаутерн /Kaiserslautern/*  
 TU (Кайзерслаутернский технический университет | Technical University of Kaiserslautern | <http://www.uni-kl.de/>), 15
- Карлсруэ /Karlsruhe/*  
 KIT (Технологический институт Карлсруэ | Karlsruhe Institute of Technology | <http://www.kit.edu/>), 15, 73, 168, 206
- Кассель /Kassel/*  
 Uni Kassel (Кассельский университет | University of Kassel | <http://www.uni-kassel.de/>), 216
- Кведлинбург /Quedlinburg/*  
 IST (Технология ионного излучения Объединения имени Гельмгольца | Ionen Strahl Technologie GmbH | <http://www.istechnologie.de/>), 184  
 MiCryon Technik (Техника MiCryon Объединения имени Гельмгольца | MiCryon Technik GmbH | <http://www.micryon.de/>), 184
- Киль /Kiel/*  
 CAU (Кильский университет имени Христиана Альбрехта | Christian Albrecht Kiel University | <http://www.uni-kiel.de/>), 168  
 IFM-GEOMAR (Институт морских наук Лейбница Кильского университета | Leibniz Institute for Marine Science of the Kiel University | <http://www.geomar.de/>), 168
- Кёльн /Cologne/*  
 Ун-т /Univ./ (Кёльнский университет | University of Cologne | <http://www.uni-koeln.de/>), 22
- Лейпциг /Leipzig/*  
 УоС (Лейпцигский университет | University of Leipzig | <http://www.zv.uni-leipzig.de/>), 22, 29, 35, 40
- Магдебург /Magdeburg/*  
 OVGU (Магдебургский университет им. Отто фон Герике | Otto-von-Guericke University Magdeburg | <http://www.avmz.ovgu.de/>), 29
- Майнц /Mainz/*  
 HIM (Институт Гельмгольца в Майнце | Helmholtz-Institute Mainz | <http://www.him-mainz.de/>), 16  
 JGU (Майнцкий университет им. Иоганна Гуттенберга | Johannes Gutenberg University of Mainz | <http://www.uni-mainz.de/>), 16, 22, 68, 78, 97, 135, 143, 153, 197
- Марбург /Marburg/*  
 Ун-т /Univ./ (Марбургский университет | Philipps University of Marburg | <http://www.uni-marburg.de/>), 119
- Мюнстер /Münster/*  
 Ун-т /Univ./ (Мюнстерский университет | University of Münster | <http://www.uni-muenster.de/>), 119
- Мюнхен /Munich/*  
 LMU (Мюнхенский университет им. Людвига Максимилиана | Ludwig Maximilians University of Munich | <http://www.uni-muenchen.de/>), 16, 216

- MPI-P (Институт физики Общества им. Макса Планка в Мюнхене | Max Planck Institute for Physics of Munich | <http://www.mpp.mpg.de/>), 40, 49, 61
- TUM (Мюнхенский технический университет | Technical University of Munich | <http://portal.mytum.de/>), 78, 143, 153
- Ольденбург /Oldenburg/*  
 IPO (Институт физики Ольденбургского университета | Institute of Physics of the University of Oldenburg | <http://www.uni-oldenburg.de/en/physics/>), 35
- Потсдам /Potsdam/*  
 AEI (Институт гравитационной физики Общества им. Макса Планка (Институт им. Альберта Эйнштейна) | Max Planck Institute for Gravitational Physics (Albert Einstein Institute) | <http://www.aei-potsdam.mpg.de/>), 35, 40  
 GFZ (Центр имени Гельмгольца в Потсдаме - Германский геологический исследовательский центр Объединения имени Гельмгольца | Helmholtz Centre Potsdam GeoForschungsZentrum German Research Centre for Geosciences of the Helmholtz Association | <http://www.gfz-potsdam.de/>), 168
- Регенсбург /Regensburg/*  
 UR (Регенсбургский университет | University of Regensburg | <http://www.uni-regensburg.de/>), 16, 22, 97
- Росток /Rostock/*  
 Ун-т /Univ./ (Ростокский университет | University of Rostock | <http://www.uni-rostock.de/>), 16, 22, 29, 40, 168
- Тюбинген /Tübingen/*  
 Ун-т /Univ./ (Тюбингенский университет им. Карла Эберхарда | Eberhard Karls University of Tübingen | <http://www.uni-tuebingen.de/>), 16, 61, 105, 135, 153
- Фрайберг /Freiberg/*  
 IMF TUBAF (Институт обработки металлов давлением Технического университета Фрайбергская горная академия | Institute for Metal Forming Technical University Bergakademie of Freiberg | <http://www.imf.tu-freiberg.de/>), 168  
 TUBAF (Технический университет Фрайбергская горная академия | Technical University Bergakademie of Freiberg | <http://tu-freiberg.de/>), 168
- Фрайбург /Freiburg/*  
 TUBA (Технический университет | Technical University), 78  
 Ун-т /Univ./ (Фрайбургский университет Альберта-Людвига | Albert-LudwigTs University of Freiburg | <http://www.uni-freiburg.de/>), 105
- Франкфурт/М /Frankfurt/Main/*  
 FIAS (Франкфуртский институт передовых исследований | Frankfurt Institute for Advanced Studies | <http://fias.uni-frankfurt.de/>), 97, 112  
 Ун-т /Univ./ (Франкфуртский университет им. Йоганна Вольфганга Гёте | Goethe University of Frankfurt on Main | <http://www.uni-frankfurt.de/>), 22, 66, 97, 112, 119, 206, 216
- Цюйтен /Zeuthen/*  
 DESY (Германский электронный синхротрон Объединения имени Гельмгольца | Deutsches Elektronen-Synchrotron of the Helmholtz Association | <http://www.desy.de/>), 16, 40, 49, 61, 197, 206
- Штутгарт /Stuttgart/*  
 MPI-FKF (Институт физики твердого тела Общества им. Макса Планка | Max Planck Institute for Solid State Research | <http://www.fkf.mpg.de/>), 168
- Эрланген /Erlangen/*  
 FAU (Эрлангенский университет им. Фридриха Александра | Friedrich Alexander University of Erlangen-Nuremberg | <http://www.fau.eu/>), 16, 22, 97
- Юлих /Jülich/*  
 FZJ (Исследовательский центр в Юлихе | Research Centre Jülich of the Helmholtz Association | <http://www.fz-juelich.de/>), 16, 79, 97, 105, 168, 176, 180
- Греция /Greece/**  
*Афины /Athens/*  
 INP NCSR “Demokritos” (Институт ядерной физики Национального центра научных исследований “Демокрит” | Institute of Nuclear Physics of the National Centre for Scientific Research “Demokritos” | <http://www.inp.demokritos.gr/>), 23, 73  
 УоА (Афинский национальный университет имени Каподистрии | National and Kapodistrian University of Athens | <http://www.uoa.gr/>), 35, 41, 73, 119  
*Салоники /Thessaloniki/*  
 AUTH (Университет Аристотеля в Салониках | Aristotle University of

Thessaloniki | <http://www.auth.gr/>), 23, 35, 154

*Янина /Ioannina/*

UI (Янинский университет | University of Ioannina | <http://www.uoi.gr/>), 73

## **Грузия /Georgia/**

*Тбилиси /Tbilisi/*

AIP TSU (Институт физики им. Элевтера Андроникашвили Тбилисского государственного университета им. Иване Джавахишвили | Elevation Andronikashvili Institute of Physics of the Ivane Javakhishvili Tbilisi State University | <http://aipphysics.ge/>), 72, 94, 150

GRENA (Ассоциация исследовательских и образовательных сетей Грузии | Georgian Research and Educational Networking Association | <http://grena.ge/>), 204

GTU (Грузинский технический университет | Georgia Technical University | <http://gtu.ge/>), 63, 94, 204, 214

HEPI-TSU (Институт физики высоких энергий Тбилисского государственного университета им. Иване Джавахишвили | High Energy Physics Institute of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University | <http://www.hepi.edu.ge/>), 49, 53, 63, 72, 101

RMI TSU (Институт математики им. А.Размадзе Тбилисского государственного университета им. Иване Джавахишвили | Andrea Razmadze Mathematical Institute of the Ivane Javakhishvili Tbilisi State University | <http://www.rmi.ge/>), 13

TSU (Тбилисский государственный университет им. Иване Джавахишвили | Ivane Javakhishvili Tbilisi State University | <http://www.tsu.ge/>), 13, 150, 204, 214

UG (Университет Грузии | University of Georgia | <http://www.ug.edu.ge/>), 63, 214

## **Дания /Denmark/**

*Копенгаген /Copenhagen/*

DTU (Датский технический университет | Technical University of Denmark | <http://www.dtu.dk/>), 29

NBI (Институт Нильса Бора Копенгагенского университета | Niles Bohr Institute of the University of Copenhagen | <http://www.nbi.ku.dk/>), 119

## **Египет /Egypt/**

*Александрия /Alexandria/*

Ун-т /Univ./ (Александрийский университет | Alexandria University | <http://www.alexu.edu.eg/>), 154

*Аль-Минуфия /Al-Minufya/*

MU (Университет Минуфия | Menoufia University | <http://mu.menoufia.edu.eg/>), 130, 135

*Гиза /Giza/*

CU (Каирский университет | Cairo University | <http://cu.edu.eg/>), 22, 29, 130, 135, 168, 180, 206

*Каир /Cairo/*

ASRT (Академия научных исследований и технологий | Academy of Scientific Research and Technology | <http://www.asrt.sci.eg/>), 225

ЕАЕА (Египетское агентство по атомной энергии | Egyptian Atomic Energy Authority | <http://www.eaea.org.eg/>), 22, 153, 168

ЕСТР (Египетский центр теоретической физики | Egyptian Center for Theoretical Physics | <http://www.mti.edu.eg/ЕСТР/>), 97

*Шибин эль Ком /Shibin al Kawm/*

MU (Menoufia университет | Menoufia University | <http://mu.menoufia.edu.eg/>), 154

## **Израиль /Israel/**

*Иерусалим /Jerusalem/*

HUJI (Еврейский университет в Иерусалиме | Hebrew University of Jerusalem | <http://www.huji.ac.il/>), 97

*Реховот /Rehovot/*

WIS (Институт Вейцмана | Weizmann Institute of Science | <http://www.weizmann.ac.il/>), 41, 49

*Тель-Авив /Tel Aviv/*

TAU (Тель-Авивский университет | Tel Aviv University | <http://www.tau.ac.il/>), 36, 79, 97

## **Индия /India/**

*Алигарх /Aligarh/*

AMU (Мусульманский университет в Алигархе | Aligarh Muslim University | <http://www.amu.ac.in/>), 119

*Бхубанешвар /Bhubaneswar/*

IOP (Институт физики в Бхубанешваре | Institute of Physics of Bhubaneswar | <http://www.iopb.res.in/>), 73, 119

- Варанаси /Varanasi/*  
 ВНУ (Бенаресский индуистский университет | Banaras Hindu University | <http://www.bhu.ac.in/>), 154
- Гургаон /Gurgaon/*  
 AMITY (Университет Амита | Amity University | <http://amity.edu/gurgaon/>), 168
- Джайпур /Jaipur/*  
 Ун-т /Univ./ (Университет Раджастана | University of Rajasthan | <http://www.uniraj.ernet.in/>), 112
- Джамму /Jammu/*  
 Ун-т /Univ./ (Университет Джамму | University of Jammu | <http://www.jammuuniversity.in/>), 119
- Калькутта /Calcutta/*  
 BNC (Национальный научный центр им. С.Н.Бозе | S.N.Bose National Centre for Basic Sciences | <http://www.bose.res.in/>), 36, 41  
 IACS (Индийская ассоциация для развития науки | Indian Association for the Cultivation of Science | <http://www.iacs.res.in/>), 29  
 JU (Джадавпурский университет | Jadavpur University | <http://www.jaduniv.edu.in/>), 216  
 MIERE (Институт экспериментальных исследований и образования им. Матривани | Matrivani Institute of Experimental Research and Education ), 79  
 SINP (Институт ядерной физики им. М.Саха | Saha Institute of Nuclear Physics | <http://www.saha.ernet.in/>), 119  
 VECC (Циклотронный центр Департамента по атомной энергии | Variable Energy Cyclotron Centre of the Department of Atomic Energy | <http://www.veccal.ernet.in/>), 119, 135
- Касарагод /Kasaragod/*  
 CUK (Центральный университет Кералы | Central University of Kerala | <http://cukerala.ac.in/>), 23
- Манипал /Manipal/*  
 MU (Манипалский университет | Manipal University | <http://www.manipal.edu/>), 135
- Мумбаи /Mumbai/*  
 BARC (Исследовательский атомный центр им. Х.Дж.Бхабха Департамента по атомной энергии | Bhabha Atomic Research Centre of the Department of Atomic Energy | <http://www.barc.ernet.in/>), 73, 112, 193  
 TIFR (Институт фундаментальных исследований | Tata Institute of Fundamental Research | <http://www.tifr.res.in/>), 29, 74
- Нью-Дели /New Delhi/*  
 IUAC (Межуниверситетский ускорительный центр | Inter-University Accelerator Center | <http://www.iuac.ernet.in/>), 135, 193
- Патна /Patna/*  
 NITP (Национальный технологический институт | National Institute of Technology Patna | <http://www.nitp.ac.in/>), 169
- Чандigarх /Chandigarh/*  
 PU (Пенджабский университет | Panjab University | <http://pu.chd.ac.in/>), 23, 74, 119
- Ченнай /Chennai/*  
 IACS (Индийская ассоциация по развитию науки | Indian Association for the Cultivation of Science | <http://www.iacs.res.in/>), 36  
 IMSC (Институт математических наук (Национальный институт исследований математических наук) | Institute of Mathematical Science (National Institute for Research in Mathematical and Physical Sciences) | <http://www.imsc.res.in/>), 36
- Иран /Iran/**  
*Зенджан /Zanjan/*  
 IASBS (Институт повышения квалификации в области фундаментальных наук | Institute for Advanced Studies in Basic Sciences | <http://www.iasbs.ac.ir/>), 23, 29
- Тегеран /Tehran/*  
 IPM (Института исследований в области фундаментальных наук | Institute for Research Fundamental Sciences | <http://www.ipm.ac.ir/IPM/>), 36, 74
- Ирландия /Ireland/**  
*Дублин /Dublin/*  
 DIAS (Дублинский институт передовых исследований | Dublin Institute for Advanced Studies | <http://www.dias.ie/>), 29, 36
- Испания /Spain/**  
*Барселона /Barcelona/*  
 IEEC-CSIC (Институт d'Estudis Espacials Каталонии Испанского национального научно-исследовательского совета | Institute of Space Studies of Catalonia of the Spanish National Research Council | <http://www.ieec.cat/>), 36  
 IFAE (Институт физики высоких энергий | Institute for High Energy Physics | <http://www.ifae.es/>), 49

*Бильбао /Bilbao/*

UPV/EHU (Университет страны Басков | University of the Basque Country | <http://www.enu.es/>), 36

*Валенсия /Valencia/*

IFIC (Институт физики частиц Университета Валенсии | Institute for Particle Physics of the University of Valencia | <http://ific.uv.es/>), 36

UV (Университет Валенсии | University of Valencia | <http://www.uv.es/>), 16, 184

*Мадрид /Madrid/*

CENIM-CSIC (Национальный центр металлургических исследований Испанского национального научно-исследовательского совета | National Centre for Metallurgical Research of the Spanish National Research Council | <http://www.cenim.csic.es/>), 169

CIEMAT (Научно-исследовательский центр энергетики, охраны окружающей среды и технологий | Research Centre for Energy, Environment and Technology | <http://www.ciemat.es/>), 74

CSIC (Испанский национальный научно-исследовательский совет | Spanish National Research Council | <http://www.csic.es/>), 135

ETSIAE (Высшая техническая школа авиационной и космической техники | Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio | <http://www.etsiae.upm.es/>), 36

ICMM-CSIC (Мадридский институт материаловедения Испанского национального научно-исследовательского совета | Materials Science Institute of Madrid of the Spanish National Research Council | <http://www.icmm.csic.es/>), 29

UAM (Мадридский автономный университет | Autonomía University of Madrid | <http://www.uam.es/>), 41, 74

*Овьедо /Oviedo/*

УО (Университет Овьедо | University of Oviedo | <http://www.uniovi.es/>), 74

*Пальма /Palma/*

UIB (Университет Балеарские острова | Illes Balears University | <http://www.uib.cat/>), 23

*Сантандер /Santander/*

IFCA (Институт физики Кантабрии Университета Кантабрии | Institute of Physics of Cantabria of the University of Cantabria | <http://www.ifca.unican.es/>), 74

*Сантьяго-де-Компостела /Santiago de Compostela/*

USC (Университет Сантьяго-де-Компостела | University of Santiago de Compostela | <http://www.usc.es/>), 16, 36

*Уэльва /Huelva/*

УНУ (Университет Уэльва | University of Huelva | <http://www.uhu.es/>), 135

**Италия /Italy/**

*Бари /Bari/*

INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Бари | National Institute for Nuclear Physics, Section of Bari | <http://www.ba.infn.it/>), 73, 119

UniBa (Университет Альдо Моро в Бари | University of Bari Aldo Moro | <http://www.uniba.it/>), 216

*Болонья /Bologna/*

Сентро, ENEA (Исследовательский центр в Болонье Итальянского национального агентства новых технологий, энергетики и охраны окружающей среды | Bologna Research Centre of the Italian National Agency for New Technologies, Energy and the Environment | <http://www.bologna.enea.it/>), 23

INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Болонье | National Institute for Nuclear Physics, Section of Bologna | <http://www.bo.infn.it/>), 73, 119, 206

*Брешиа /Brescia/*

Forgiatura Morandini (Forgiatura Morandini | Forgiatura Morandini | <http://www.morandini.it/>), 97

*Верчелли /Vercelli/*

УРО (Университет Восточный Пьемонт Амедео Авогадро | Amedeo Avogadro Piemonte Eastern University | <http://www.unipmn.it/>), 119

*Витербо /Viterbo/*

UNITUS (Тосканский университет | University of Tuscia | <http://www3.unitus.it/>), 191

*Генуя /Genova/*

ASG (ASG, Сверхпроводники | ASG Superconductors D.p.a. | <http://www.as-g.it/>), 97

INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Генуе | National Institute for Nuclear Physics, Section of Genova | <http://www.ge.infn.it/>), 73

*Кальяри /Cagliari/*

INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Кальяри | National

- Institute for Nuclear Physics, Section of Cagliari | <http://www.ca.infn.it/>), 119
- Катания /Catania/*  
INFN LNS (Национальный институт ядерной физики, Южная национальная лаборатория | National Institute for Nuclear Physics, National Laboratory of the South | <http://www.lns.infn.it/>), 23, 73, 119, 130, 135  
UniCT (Катанийский университет | University of Catania | <http://www.unict.it/>), 29
- Леньяро /Legnaro/*  
INFN LNL (Национальный институт ядерной физики, Национальная лаборатория в Леньяро | National Institute for Nuclear Physics, Legnaro National Laboratories | <http://www.lnl.infn.it/>), 119, 135
- Мессина /Messina/*  
UniMe (Мессинский университет | University of Messina | <http://www.unime.it/>), 23, 135
- Милан /Milan/*  
UNIMI (Миланский университет | University of Milan | <http://www.unimi.it/>), 56
- Неаполь /Naples/*  
INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Неаполе | National Institute for Nuclear Physics, Section of Naples | <http://www.na.infn.it/>), 16, 23, 69  
Unina (Неаполитанский университет имени Фридриха II | University of Naples Federico II | <http://www.unina.it/>), 135
- Павия /Pavia/*  
INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Павии | National Institute for Nuclear Physics, Section of Pavia | <http://www.pv.infn.it/>), 16, 40, 73, 197
- Падуя /Padua/*  
INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Падуе | National Institute for Nuclear Physics, Section of Padua | <http://www.pd.infn.it/>), 73, 119  
UniPd (Падуанский университет | University of Padua | <http://www.unipd.it/>), 16, 35, 40
- Перуджа /Perugia/*  
INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Перуджи | National Institute for Nuclear Physics, Section of Perugia | <http://www.pg.infn.it/>), 23, 69, 73
- Пиза /Pisa/*  
INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Пизе | National Institute for Nuclear Physics, Section of Pisa | <http://www.pi.infn.it/>), 16, 35, 40, 49, 69, 73, 101  
UniPi (Пизанский университет | University of Pisa | <http://www.unipi.it/>), 53
- Рим /Rome/*  
INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Риме | National Institute for Nuclear Physics, Section of Rome | <http://www.roma1.infn.it/>), 69, 73, 119  
Univ. "La Sapienza" (Римский университет Ла Сапиенца | University of Roma "La Sapienza" | <http://www.uniroma1.it/>), 191  
Univ. "Tor Vergata" (Римский университет Тор Вергата | University of Rome "Tor Vergata" | <http://web.uniroma2.it/>), 69
- Салерно /Salerno/*  
INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Неаполе | National Institute for Nuclear Physics, Section of Naples | <http://www.sa.infn.it/>), 56, 119  
UNISA (Салернский университет | University of Salerno | <http://web.unisa.it/>), 29, 40
- Тренто /Trento/*  
UniTn (Университет Тренто | University of Trento | <http://www.unitn.it/>), 168
- Триест /Trieste/*  
INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Триесте | National Institute for Nuclear Physics, Section of Trieste | <http://www.ts.infn.it/>), 79  
SISSA/ISAS (Международная школа передовых исследований | International School for Advanced Studies | <http://www.sissa.it/>), 16, 35, 40
- Турин /Turin/*  
INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Турине | National Institute for Nuclear Physics, Section of Turin | <http://www.to.infn.it/>), 69, 73, 79, 97, 119  
UniTo (Туринский университет | University of Turin | <http://www.unito.it/>), 16, 23, 35, 40, 61
- Удине /Udine/*  
Uniud (Университет Удине | University of Udine | <http://www.uniud.it/>), 188
- Феппара /Ferrara/*  
INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение в Феппаре | National Institute for Nuclear Physics, Section of Ferrara | <http://www.fe.infn.it/>), 69

*Флоренция /Florence/*

INFN (Национальный институт ядерной физики, отделение во Флоренции | National Institute for Nuclear Physics, Section of Florence | <http://www.fi.infn.it/>), 69, 73

*Фраскати /Frascati/*

INFN LNF (Национальный институт ядерной физики, Национальная лаборатория во Фраскати | National Institute for Nuclear Physics, National Laboratory of Frascati | <http://www.lnf.infn.it/>), 35, 40, 53, 69

**Казахстан /Kazakhstan/**

*Алматы /Almaty/*

АФИ /АРНИ/ (Дочернее товарищество с ограниченной ответственностью “Астрофизический институт им. В.Г.Фесенкова” Акционерного общества “Национального центра космических исследований и технологий” | Fesenkov Astrophysical Institute of the National Centre of Space Researches and Technologies | <http://aphi.kz/>), 13

КазНУ /KazNU/ (Казахский национальный университет имени аль-Фараби | Al-Farabi Kazakh National University | <http://www.kaznu.kz/>), 225

НИИ ЭТФ КазНУ /ИЕТР KazNU/ (Научно-исследовательский институт экспериментальной и теоретической физики Казахского национального университета им. аль-Фараби | Institute of Experimental and Theoretical Physics of the Al-Farabi Kazakh National University | <http://www.ietp.kz/>), 134

РГП ИЯФ /INP/ (Республиканское государственное предприятие “Институт ядерной физики” Министерства энергетики Республики Казахстан | Institute of Nuclear Physics of Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan | <http://www.inp.kz/>), 13, 21, 63, 134, 142, 150, 163, 204, 214

ФТИ /ИРТ/ (Товарищество с ограниченной ответственностью “Физико-технический институт” Акционерное общество “Национальный научно-технический холдинг “Парасат” Министерства образования и науки Республики Казахстан | “Institute of Physics and Technology” LLC “National Scientific-Technology Holding “Para sat” Joint Stock Company of the Ministry of Education and Sciences of the Republic of

Kazakhstan | <http://www.sci.kz/>), 110, 183

*Астана /Astana/*

АФ РГП ИЯФ /ВА INP/ (Астанинский филиал Республиканского государственного предприятия “Института ядерной физики” Министерства энергетики Республики Казахстан | Branch of the Astana Institute of Nuclear Physics of Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan | <http://www.inp.kz/>), 13, 129, 183, 204

ЕНУ /ENU/ (Евразийский национальный университет им. Льва Николаевича Гумилёва | L.N.Gumilyov Eurasian National University | <http://www.enu.kz/>), 134, 150, 183, 204, 225

НУ /NU/ (Назарбаев университет | Nazarbayev University | <http://nu.edu.kz/>), 183

НУЛИТС /NULITS/ (Частное учреждение “Nazarbayev University Library and IT Services” | Privat Entity “Nazarbayev University Library and IT Services” | <http://nu.edu.kz/>), 204

*Рудный /Rudny/*

РИИ /RII/ (Рудненский индустриальный институт | Rudny Industrial Institute | <http://rii.kz/>), 163

*Усть-Каменогорск /Ust-Kamenogorsk/*

ВКГУ /EKSU/ (Восточно-Казахстанский государственный университет им. Сарсена Аманжолова | Sarsen Amanzholov East Kazakhstan State University | <http://www.vkgu.kz/>), 225

*УНИЦ Экологии /TRCE/*

(Учебно-научно-исследовательский центр экологии Восточно-Казахстанского государственного университета им. Сарсена Аманжолова | Training and Research Centre of Ecology of the Sarsen Amanzholov East Kazakhstan State University | <http://www.vkgu.kz/>), 150

**Канада /Canada/**

*Ванкувер /Vancouver/*

TRIUMF (Канадская национальная лаборатория физики частиц и ядра | Canada’s National Laboratory for Particle and Nuclear Physics | <http://www.triumf.ca/>), 49, 69

УВС (Университет Британской Колумбии | University of British Columbia | <http://www.ubc.ca/>), 69

*Гамильтон /Hamilton/*

McMaster (Университет МакМастера | McMaster University |

- <http://www.mcmaster.ca/>), 23  
**Квебек /Quebec/**  
 UL (Университет Лавалья | Laval University | <http://www2.ulaval.ca/>), 29  
**Кингстон /Kingston/**  
 Queen's (Королевский университет | Queen's University | <http://www.queensu.ca/>), 29  
**Корнер-Брук /Corner Brook/**  
 MUN (Мемориальный университет Ньюфаундленда - Кампус Гренфелл | Memorial University of Newfoundland - Grenfell Campus | <http://www.grenfell.mun.ca/>), 16  
**Лондон /London/**  
 Western (Западный университет - Канада | University of Western - Canada | <http://www.uwo.ca/>), 30  
**Монреаль /Montreal/**  
 Concordia (Университет Конкордия | Concordia University Montreal | <http://www.concordia.ca/>), 30  
 UdeM (Монреальский университет | University of Montreal | <http://www.umontreal.ca/>), 16, 41, 49  
**Саскатун /Saskatoon/**  
 U of S (Саскатунский университет | University of Saskatchewan | <http://www.usask.ca/>), 23  
**Торонто /Toronto/**  
 IBM Lab (Лаборатория программного обеспечения IBM Торонто | IBM Toronto Software Lab | <http://www.ibm.com/>), 216  
**Эдмонтон /Edmonton/**  
 U of A (Альбертский университет; Институт теоретической физики; Физическая лаборатория им. Авадха Бхатии | University of Alberta; Theoretical Physics Institute; Avadh Bhatia Physics Laboratory | <http://www.ualberta.ca/>), 36, 41, 216
- Кипр /Cyprus/**  
**Никосия /Nicosia/**  
 UCSY (Кипрский университет | University of Cyprus | <http://www.ucy.ac.cy/>), 74
- Китай /China/**  
**Ичан /Yichang/**  
 CTGU (Китайский университет "Три ущелья" | China Three Gorges University | <http://www.ctgu.edu.cn/>), 98  
**Ланьчжоу /Lanzhou/**  
 IMP CAS (Институт современной физики Китайской академии наук | Institute of Modern Physics of the Chinese Academy of Sciences | <http://www.imp.cas.cn/>), 16, 98, 130, 135  
**Наньнин /Nanning/**  
 GUFN (Университет народностей Гуанси | Guangxi University for Nationalities | <http://www.gxun.edu.cn/>), 216  
**Пекин /Beijing/**  
 Beijing Fert Co (Пекинская компания медицинских инструментов и технологий | Beijing Fert Medical Instruments Technology Co., Ltd. | <http://www.china-fert.com/>), 184  
 CIAE (Китайский институт атомной энергии | China Institute of Atomic Energy | <http://www.ciae.ac.cn/>), 23, 112, 119  
 IHEP CAS (Институт физики высоких энергий Китайской академии наук | Institute of High Energy Physics of the Chinese Academy of Sciences | <http://www.ihep.ac.cn/>), 46, 56, 74, 112, 154, 206  
 ITP CAS (Институт теоретической физики Китайской академии наук | Institute of Theoretical Physics of the Chinese Academy of Sciences | <http://english.itp.cas.cn/>), 23  
 PKU (Пекинский университет | Peking University | <http://www.pku.edu.cn/>), 16, 23, 74, 135, 184  
 "Tsinghua" (Университет Цинхуа | Tsinghua University | <http://www.tsinghua.edu.cn/>), 98  
**Ухань /Wuhan/**  
 CCNU (Центральный китайский педагогический университет; Институт физики частиц | Central China Normal University; Institute of Particle Physics | <http://www.ccnu.edu.cn/>), 98, 112, 119  
 WHU (Уханьский университет | Wuhan University | <http://www.whu.edu.cn/>), 41  
 WIPM CAS (Уханьский институт физики и математики Китайской академии наук | Wuhan Institute of Physics and Mathematics of the Chinese Academy of Sciences | <http://english.wipm.cas.cn/>), 16  
**Хучжоу /Huzhou/**  
 HU (Университет Хучжоу | Huzhou University | <http://www.zjhu.edu.cn/>), 98  
**Хэфэй /Hefei/**  
 IPP CAS (Институт физики плазмы Китайской академии наук | Institute of Plasma Physics of the Chinese Academy of Sciences | <http://english.ipp.cas.cn/>), 98, 145  
 USTC (Китайский университет науки и технологий | University of Science and Technology of China | <http://www.ustc.edu.cn/>), 74, 98

## **Куба /Cuba/**

*Гавана /Havana/*

ASC (Кубинская академия наук | Academy of Sciences of Cuba |

<http://www.academiaciencias.cu/>), 225

CEADEN (Центр технологических применений и ядерных разработок | Centre of Technological Applications and Nuclear Development), 183, 197

UCI (Университет компьютерных наук | University of Computer Sciences |

<http://www.uci.cu/>), 204

## **Латвия /Latvia/**

*Рига /Riga/*

ИРЕ (Физико-энергетический институт | Institute of Physical Energetics |

<http://www.innovation.lv/fei/>), 169

ISSP UL (Институт физики твердого тела Латвийского университета | Institute of Solid State Physics of the University of Latvia | <http://www.cfi.lu.lv/>), 169, 180

## **Литва /Lithuania/**

*Вильнюс /Vilnius/*

VU (Вильнюсский университет | Vilnius University | <http://www.vu.lt/>), 36

*Каунас /Kaunas/*

VMU (Университет Витаутаса Великого | Vytautas Magnus University | <http://www.vdu.lt/>), 23, 216

## **Люксембург /Luxembourg/**

*Люксембург /Luxembourg/*

Ун-т /Univ./ (Университет Люксембурга | University of Luxembourg | <http://wwwfr.uni.lu/>), 36

## **Македония /Macedonia/**

*Скопье /Skopje/*

UKiM (Университет имени Святых Кирилла и Мефодия в Скопье | Ss. Cyril and Methodius University-Skopje | <http://www.ukim.edu.mk/>), 154

## **Мексика /Mexico/**

*Куэрнавака /Cuernavaca/*

UNAM (Мексиканский национальный автономный университет | National Autonomous University of Mexico | <http://www.unam.mx/>), 16

*Мехико /Mexico/*

Cinvestav (Центр передовых исследований Национального политехнического института | Centre for Advanced Investigations and Studies of the National

Polytechnical Institute |

<http://www.cinvestav.mx/>), 74

UNAM (Национальный автономный университет Мексики | National Autonomous University of Mexico | <http://www.unam.mx/>), 98

*Пуэбла /Puebla/*

BUAP (Автономный университет Пуэблы | Autonomous University of Puebla | <http://www.buap.mx/>), 61, 98

*Сан-Луис-Потоси /San Luis Potosi/*

UASLP (Автономный университет Сан-Луис-Потоси | Autonomous University of San Luis Potosi | <http://www.uaslp.mx/>), 69

## **Молдова /Moldova/**

*Кишинев /Chişinău/*

RENAM (Ассоциация исследовательских и образовательных сетей Молдовы | Research and Educational Networking Association of Moldova | <http://www.renam.md/>), 204

АНМ /ASM/ (Академия наук Молдовы | Academy of Sciences of Moldova | <http://www.asm.md/>), 225

ИМБ АНМ /IMB ASM/ (Институт микробиологии и биотехнологии Академии наук Молдовы | Institute of Microbiology and Biotechnology of the Academy of Sciences of Moldova | <http://www.imb.asm.md/>), 150, 163

ИМИ АНМ /IMCS ASM/ (Институт математики и информатики Академии наук Молдовы | Institute of Mathematics and Computer Science of the Academy of Sciences of Moldova | <http://www.math.md/>), 204

ИПФ АНМ /IAP ASM/ (Институт прикладной физики Академии наук Молдовы | Institute of Applied Physics of the Academy of Sciences of Moldova | <http://www.phys.asm.md/>), 21, 94, 123, 183, 204

ИХ АНМ /IC ASM/ (Институт химии Академии наук Молдовы | Institute of Chemistry of the Academy of Sciences of Moldova | <http://chem.asm.md/>), 150, 163

МолдГУ /MSU/ (Молдавский государственный университет | Moldova State University | <http://usm.md/>), 94, 183, 214

## Монголия /Mongolia/

### Улан-Батор /Ulaanbaatar/

CGL (Центральная геологическая лаборатория | Central Geological Laboratory | <http://cengeolab.com/>), 150, 183

ИРТ MAS (Институт физики и технологий Академии наук Монголии | Institute of Physics and Technology of the Mongolian Academy of Sciences | <http://www.mas.ac.mn/>), 13, 94, 110, 118, 123, 142, 163, 171, 214

MUST (Монгольский университет науки и технологий | Mongolian University of Science and Technology | <http://www.must.edu.mn/>), 163, 214

NRC NUM (Центр ядерных исследований Монгольского государственного университета | Nuclear Research Center of the National University of Mongolia | <http://nrc.num.edu.mn/>), 129, 134, 142, 151, 183

NUM (Монгольский государственный университет | National University of Mongolia | <http://www.num.edu.mn/>), 27, 187, 204, 214, 225

## Нидерланды /Netherlands/

### Амстердам /Amsterdam/

НИКНЕФ (Национальный институт субатомной физики | National Institute for Subatomic Physics | <http://www.nikhef.nl/>), 49, 119

### Утрехт /Utrecht/

UU (Утрехтский университет | University of Utrecht | <http://www.uu.nl/>), 119

## Новая Зеландия /New Zealand/

### Крайстчерч /Christchurch/

UC (Университет Кентерберри | University of Canterbury | <http://www.canterbury.ac.nz/>), 74, 197

### Окленд /Auckland/

Ун-т /Univ./ (Оклендский университет | University of Auckland | <http://www.auckland.ac.nz/uoa/>), 30, 74

## Норвегия /Norway/

### Берген /Bergen/

UiB (Бергенский университет | University of Bergen | <http://www.uib.no/>), 23, 119

### Осло /Oslo/

UiO (Университет Осло | University of Oslo | <http://www.uio.no/>), 23, 41, 119

### Тронхейм /Trondheim/

NGU (Геологоразведочная служба Норвегии | Geological Survey of Norway | <http://www.ngu.no/>), 169

NTNU (Норвежский университет науки и технологий | Norwegian University of Science and Technology | <http://www.ntnu.no/>), 16, 36, 154, 191

## Пакистан /Pakistan/

### Исламабад /Islamabad/

QAU (Университет им. Каид-и-Азама | Quaid-i-Azam University | <http://www.qau.edu.pk/>), 74

## Польша /Poland/

### Белосток /Bialystok/

UwB (Университет в Белостоке | University of Bialystok | <http://www.uwb.edu.pl/>), 163

### Варшава /Warsaw/

НИЛ WU (Лаборатория тяжелых ионов Варшавского университета | Heavy Ion Laboratory of Warsaw University | <http://www.slcj.uw.edu.pl/>), 129

IEL (Электротехнический институт | Elektrotechnical Institute | <http://www.iel.waw.pl/>), 118

ИЕР WU (Институт экспериментальной физики Варшавского университета | Institute of Experimental Physics of Warsaw University | <http://en.ifd.fuw.edu.pl/>), 129, 134

ИНСТ (Институт ядерной химии и техники | Institute of Nuclear Chemistry and Technology | <http://www.ichtj.waw.pl/>), 163, 183

ИРС PAS (Институт физической химии Польской академии наук | Institute of Physical Chemistry of the Polish Academy of Sciences | <http://ichf.edu.pl/>), 27

UW (Варшавский университет | University of Warsaw | <http://www.uw.edu.pl/>), 21, 39, 60, 72, 110

WUT (Варшавский политехнический университет | Warsaw University of Technology | <http://www.pw.edu.pl/>), 21, 78, 94, 110, 115, 118, 123, 183, 214

### Вроцлав /Wroclaw/

ИЛТ&SR PAS (Институт низких температур и структурных исследований Польской академии наук | Institute of Low Temperature and Structure Research of the Polish Academy of Sciences | <http://www.int.pan.wroc.pl/>), 94

UW (Вроцлавский университет | University of Wroclaw | <http://www.uni.wroc.pl/>), 34,

- 39, 151, 163, 179, 214  
WUT (Вроцлавский политехнический университет | Wrocław University of Technology | <http://www.pwr.wroc.pl/>), 28, 163
- Гданьск /Gdańsk/*  
GUT (Гданьский политехнический университет | Gdańsk University of Technology | <http://pg.edu.pl/>), 151
- Катовице /Katowice/*  
US (Силезский университет в Катовицах | University of Silesia in Katowice | <http://www.us.edu.pl/>), 28, 46
- Кельце /Kielce/*  
JKU (Университет гуманитарных наук им. Яна Кохановского | Jan Kochanowski University of Humanities and Science | <http://www.ujk.edu.pl/>), 13
- Краков /Kraków/*  
AGH-UST (Горно-металлургическая академия им. Станислава Сташика в Кракове Научно-технический университет | AGH University of Science and Technology | <http://www.agh.edu.pl/>), 142, 163, 171  
CYFRONET (Академический вычислительный центр ЦИФРОНЕТ Горно-металлургической академии им. Станислава Сташика | Academic Computer Centre CYFRONET of the AGH-University Science and Technology | <http://www.cyfronet.krakow.pl/>), 204  
JU (Ягеллонский университет в Кракове | Jagiellonian University in Kraków | <http://www.uj.edu.pl/>), 28, 163  
NINP PAS (Институт ядерной физики им. Генриха Неводничаньского Польской академии наук | Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics of the Polish Academy of Sciences | <http://www.ifj.edu.pl/>), 13, 21, 46, 110, 118, 123, 129, 134, 142, 145, 151, 163, 193, 197, 214, 225
- Лодзь /Łódź/*  
UL (Лодзинский университет | University of Łódź | <http://www.uni.lodz.pl/>), 13, 34, 110, 151, 163, 225
- Люблин /Lublin/*  
UMCS (Университет им. Марии Кюри-Склодовской | Marie Curie-Skłodowska University in Lublin | <http://www.umcs.lublin.pl/>), 21, 94, 142, 151, 163, 183, 214
- Ольштын /Olsztyn/*  
UWM (Варминьско-Мазурский университет в Ольштыне | University of Warmia and Mazury in Olsztyn | <http://www.uwm.edu.pl/>), 163
- Ополе /Opole/*  
УО (Опольский университет | University of Opole | <http://www.uni.opole.pl/>), 151
- Отвоцк-Сверк /Otwock-Swierk/*  
НСВJ (Национальный центр ядерных исследований | National Centre for Nuclear Research | <http://www.ncbj.gov.pl/>), 13, 21, 39, 72, 78, 94, 104, 110, 118, 123, 142, 151, 163, 193, 214
- Познань /Poznań/*  
AMU (Университет им. Адама Мицкевича в Познани | Adam Mickiewicz University in Poznań | <http://www.guide.amu.edu.pl/>), 28, 134, 151, 163, 180, 190, 225  
ГРСС (Великопольский центр онкологии им. Марии Склодовской-Кюри | Greater Poland Cancer Center | <http://www.wco.pl/>), 193  
ИМР PAS (Институт молекулярной физики Польской академии наук | Institute of Molecular Physics of the Polish Academy of Sciences | <http://www.ifmpan.poznan.pl/>), 28
- Седльце /Siedlce/*  
UPH (Университет естественных и гуманитарных наук в Седльце | University of Natural Sciences and Humanities | <http://www.uph.edu.pl/>), 163
- Торунь /Toruń/*  
УМК (Университет Николая Коперника | Nicolaus Copernicus University | <http://www.umk.pl/>), 183
- Хожув /Chorzów/*  
Frako-Term (Исследовательско-внедренческое предприятие “Фрако-Терм” | Frako-Term LTD Company is a Research and Development | <http://frankoterm.w.toruniu.pl/sstr/>), 94
- Щецин /Szczecin/*  
US (Щецинский университет | University of Szczecin | <http://www.usz.edu.pl/>), 187  
WPUT (Щецинский Западно-Померанский политехнический университет | West Pomeranian University of Technology in Szczecin | <http://www.zut.edu.pl/>), 163
- Португалия /Portugal/**
- Авейру /Aveiro/*  
УА (Университет Авейру | University Aveiro | <http://www.ua.pt/>), 36, 79
- Коимбра /Coimbra/*  
УС (Коимбрский университет | University of Coimbra | <http://www.uc.pt/>), 16

*Лиссабон /Lisbon/*

LIP (Лаборатория приборостроения и экспериментальной физики частиц | Laboratory of Instrumentation and Experimental Particles Physics | <http://www.lip.pt/>), 79

**Республика Корея /Republic of Korea/**

*Каннён /Gangneung/*

GWNU (Каннён-Вонджу Национальный университет | Gangneung-Wonju National University | <http://www.gwnu.ac.kr/>), 119

*Кванджю /Kwangju/*

CNU (Чоннам национальный университет | Chonnam National University | <http://www.jnu.ac.kr/>), 74

*Наджю /Naju/*

DU (Dongshin университет; Лаборатория физики высоких энергий | Dongshin University; Laboratory for High Energy Physics | <http://www.dsu.ac.kr/>), 74

*Намвон /Namwon/*

SU (Seonam университет | Seonam University | <http://www.seonam.ac.kr/>), 74

*Пхохан /Pohang/*

PAL (Пхоханская ускорительная лаборатория | Pohang Accelerator Laboratory | <http://pal.postech.ac.kr/>), 154

*Сеул /Seoul/*

Dawonsys (Компания "Dawonsys Co., Ltd" | Company "Dawonsys Co., Ltd" | <http://www.dawonsys.co.kr/>), 154

EWU (Женский университет Ихва | Ewha Womans University | <http://www.ewha.ac.kr/>), 61

KU (Корейский университет | Korea University | <http://www.korea.ac.kr/>), 74

Konkuk Univ. (Университет Конкук | Konkuk University | <http://www.kku.ac.kr/>), 74

SKKU (Университет Сонгюнгван | Sungkyunkwan University | <http://www.skku.edu/>), 36

SNU (Сеульский национальный университет | Seoul National University | <http://www.snu.ac.kr/>), 16, 23

SNUE (Сеульский национальный университет образования | Seoul National University of Education | <http://www.snue.ac.kr/>), 74

*Тэгу /Daegu/*

KNU (Кёнбукский национальный университет | Kyungpook National University | <http://en.knu.ac.kr/>), 17

*Тэджон /Daejeon/*

IBS (Институт фундаментальных наук | Institute for Basic Science | <http://www.ibs.re.kr/>), 23, 30

KAERI (Корейский исследовательский институт атомной энергии | Korea Atomic Energy Research Institute | <http://www.kaeri.re.kr:8080/>), 154

NFRI (Национальный научно-исследовательский институт синтеза | National Fusion Research Institute | <http://www.nfri.re.kr/>), 176

*Чхонджю /Chongju/*

CBNU (Чунгбукский национальный университет | Chungbuk National University | <http://www.chungbuk.ac.kr/>), 17, 74

**Россия /Russia/**

*Архангельск /Arkhangelsk/*

САФУ /NArFU/ (Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В.Ломоносова | Northern (Arctic) Federal University named after M.V.Lomonosov | <http://narfu.ru/>), 197, 225

СГМУ /NSMU/ (Северный государственный медицинский университет | North State Medical University | <http://www.nsmu.ru/>), 225

*Астрахань /Astrakhan/*

АГУ /ASU/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет" | Astrakhan State University | <http://asu.edu.ru/>), 187

*Белгород /Belgorod/*

БелГУ /BelSU/ (Белгородский государственный национальный исследовательский университет | Belgorod National Research State University | <http://www.bsu.edu.ru/>), 14, 28, 95, 165, 225

*Борок /Borok/*

ИБВВ РАН /IBIW RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Институт биологии внутренних вод им. И.Д.Папанина Российской академии наук" | Federal State Budgetary Institution of Science "I.D.Papanin Institute for the Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences" | <http://ibiw.ru/>), 151

ИФЗ РАН /IPE RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение

- науки “Институт физики земли им. О.Ю.Шмидта Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Schmidt Institute of the Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences” | <http://old.ifz.ru/>), 190
- Владивосток /Vladivostok/*  
ДВФУ /FEFU/ (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Дальневосточный федеральный университет” | Far Eastern Federal University | <http://dvfu.ru/>), 21
- Владикавказ /Vladikavraz/*  
ВТС “Баспик” /VTC “Baspik”/ (Владикавказский технологический центр “Баспик” | Vladikavraz Technological Centr “Baspik” | <http://baspik.all.biz/>), 111
- Владимир /Vladimir/*  
Владисарт /Vladisart/ (Закрытое акционерное общество “Владисарт” | “Vladisart” | <http://www.vladisart.ru/>), 184
- Воронеж /Voronezh/*  
ВГУ /VSU/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Воронежский государственный университет” | Voronezh State University | <http://www.vsu.ru/>), 28, 134, 142, 151, 225
- Гатчина /Gatchina/*  
НИЦ КИ ПИЯФ /NRC KI PNPI/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение “Петербургский институт ядерной физики им. Б.П.Константинова” Национального исследовательского центра “Курчатовский институт” | Federal State Budgetary Institution “B.P.Konstantinov Petersburg Nuclear Physics Institute” of the National Research Centre “Kurchatov Institute” | <http://www.pnpi.spb.ru/>), 14, 21, 28, 46, 53, 72, 95, 104, 118, 129, 134, 142, 151, 165, 176, 190, 205, 215
- Дмитровград /Dimitrovgrad/*  
ГНЦ НИИАР /SSC RIAR/ (Открытое акционерное общество “Государственный научный центр - Научно-исследовательский институт атомных реакторов” Предприятие госкорпорации “Росатом”, ОАО “Атомэнергопром” | Open Joint Stock Company “State Scientific Centre Research Institute of Atomic Reactors” Rosatom State Nuclear Energy Corporation, JSC “Atomenergoprom” | <http://www.niiar.ru/>), 134
- Долгопрудный /Dolgoprudny/*  
МФТИ /MIPT/ (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Московский физико-технический институт (Государственный университет)” | Moscow Institute of Physics and Technology (State University) | <http://mipt.ru/>), 72, 165, 215, 225
- Дубна /Dubna/*  
PELCOM (Открытое акционерное общество “Пелком Дубна Машиностроительный завод” | “Pelcom Dubna Mashinostroitelnny Zavod” | <http://pelcom.ru/>), 95  
Гос. ун-т “Дубна” /Dubna State Univ./ (Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области “Университет “Дубна” | Dubna State University | <http://www.uni-dubna.ru/>), 142, 152, 165, 176, 197, 205, 215, 226
- Диамант /Diamant/* (Общество с ограниченной ответственностью “Диамант” | Diamant LLC | <http://diamant-sk.ru/>), 151
- ИПИ “Омега” /IAS “Omega”/* (Общество с ограниченной ответственностью “Институт перспективных исследований “Омега” | Institute for Advanced Studies “Omega” | <http://dubna-cluster.ru/participants/37.htm>), 123
- ОЭЗ “Дубна” /SEZ “Dubna”/* (Особая экономическая зона технико-внедренческого типа “Дубна” | Special Economic Zone in Dubna | <http://dubna.oez.ru/>), 205
- Прогрестех /Progresstech/* (Открытое акционерное общество “Прогрестех-Дубна” | Dubna, “Progresstech” | <http://dubna-oez.ru/>), 95
- РО МСЧ-9 /RDH-9/* (Радиологическое отделение МСЧ-9 | Radiological Department of Hospital № 9 | <http://ro.ms9.medic.ina.tel.dubna.tel/>), 193
- Трекпор Технолоджи /Trackpore Technology/* (Закрытое акционерное общество “Трекпор Технолоджи” Производство медицинской техники для мембранного плазмафереза и каскадной фильтрации плазмы Дубненский филиал

- | Closed Joint Stock Company “Trackpore Technology” Membrane Technologies and the Future Branch of the Dubna | <http://www.trackpore.ru/>), 184
- ФНИИЯФ МГУ /BSINP MSU/** (Филиал Научно-исследовательского института ядерной физики им. Д.В.Скобельцина Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова | Branch of the Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics of the Lomonosov Moscow State University | <http://www.msu.dubna.ru/>), 123, 226
- ЦКС “Дубна” /SCC “Dubna”/** (Центр космической связи “Дубна”, Филиал Федерального государственного унитарного предприятия “Космическая Связь” | “Dubna” Satellite Communication Centre, Branch of the Federal State Unitary Enterprise “Russian Satellite Communication Company” | <http://www.rssc.ru/>), 205
- Екатеринбург /Yekaterinburg/*
- ИФМ УрО РАН /IMP UB RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт физики металлов им. М.Н.Михеева Уральского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “M.N.Mikheev Institute of Metal Physics of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.imp.uran.ru/>), 165, 176
- УрФУ /UrFU/** (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н.Ельцина” (Уральский политехнический университет) | Urals Federal University named after the First President of Russia B.N.Yeltsin | <http://urfu.ru/>), 152, 165
- Жуковский /Zhukovsky/*
- ЭМЗ им. В.М.Мясищева /MDB/** (Открытое акционерное общество “Экспериментальный машиностроительный завод им. В.М.Мясищева” | Open Joint Stock Company “Myasishchev Design Bureau” | <http://www.emz-m.ru/>), 72
- Иваново /Ivanovo/*
- ИГХТУ /ISUCT/** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Ивановский государственный химико-технологический университет” | Ivanovo State University of Chemistry and Technology | <http://main.isuct.ru/>), 152
- ИХР РАН /ICS RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт химии растворов им. Г.А.Крестова Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.isc-ras.ru/>), 14
- ИвГУ /ISU/** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Ивановский государственный университет” | Ivanovo State University | <http://ivanovo.ac.ru/>), 14, 226
- Ижевск /Izhevsk/*
- УдГУ /UdSU/** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Удмуртский государственный университет” | Udmurtia State University | <http://udsu.ru/>), 152
- Иркутск /Irkutsk/*
- ИГУ /ISU/** (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Иркутский государственный университет” | Irkutsk State University | <http://isu.su/>), 61
- ИДСТУ СО РАН /ISDCT SB RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт динамики систем и теории управления имени В.М.Магросова Сибирского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Matrosov Institute for System Dynamics and Control Theory of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.idstu.irk.ru/>), 14
- ЛИН СО РАН /LI SB RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Limnological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.lin.irk.ru/>), 152

*Йошкар-Ола /Yoshkar-Ola/*

ПГТУ /VSUT/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Приволжский государственный технологический университет” | Volga State University of Technology | <http://www.volgatech.net/>), 14

*Казань /Kazan/*

КНИТУ /KNRTU/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Казанский национальный исследовательский технологический университет” | Kazan National Research Technological University | <http://www.kstu.ru/>), 165

КФУ /KFU/ (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Казанский (Приволжский) федеральный университет” | Kazan (Volga Region) Federal University | <http://kpfu.ru/>), 14, 28, 34, 165

Компрессормаш /Compressormash/ (Открытое акционерное общество “Казанский завод компрессорного машиностроения “Казанькомпрессормаш” | Open Joint Stock Company “Kazancompressormash” | <http://compressormash.ru/>), 95

СПЕЦМАШ /Spetshmash/ (Общество с ограниченной ответственностью “Научно-производственное предприятие СПЕЦМАШ” | Ltd. “Research and Productio Enterprise Spetshmash” | <http://spmsh.ru/>), 95

*Калининград /Kaliningrad/*

БФУ им. И.Канта /IKBFU/ (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта” | Immanuel Kant Baltic Federal University | <http://www.kantiana.ru/>), 165, 184

*Кострома /Kostroma/*

КГУ /KSU/ (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Костромской государственный университет им. Н.А.Некрасова” | Kostroma State University |

<http://ksu.edu.ru/>), 226

*Краснодар /Krasnodar/*

КубГУ /KSU/ (Кубанский государственный университет | Kuban State University | <http://kubsu.ru/>), 184, 226

*Красноярск /Krasnoyarsk/*

ИФ СО РАН /KIP SB RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт физики им. Л.В.Киренского Сибирского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Kirensky Institute of Physics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.kirensky.ru/>), 165  
СФУ /SibFU/ (Сибирский федеральный университет | Siberian Federal University | <http://www.sfu-kras.ru/>), 165

*Москва /Moscow/*

“Азимут-Фотоник” /“Azimuth-Photonics”/ (Закрытое акционерное общество “Научно-техническая компания “Азимут-Фотоник”” | “Azimuth-Photonics” | <http://www.azimp.ru/>), 82

АО “ВНИИНМ” /SC “VNIINM”/ (Акционерное общество “Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов им. академика А.А.Бочвара” | Stock Company “A.A.Bochvar High-Technology Research Institute of Inorganic Materials” | <http://www.bochvar.ru/>), 142, 163

ВНИИА /VNIIA/ (Федеральное государственное унитарное предприятие “Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. А.Л.Духова” Государственной корпорации по атомной энергии “Росатом” | Federal State Unitary Enterprise “All-Russian Research Institute of Automatics” Russian Federal Atomic Energy Agency | <http://www.vniia.ru/>), 151

ВНИИМС /VNIIMS/ (Федеральное Агентство по техническому регулированию и метрологии Национальный метрологический институт Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы | Federal Agency of Technical Regulating and Metrology National Metrology Institute All-Russian Research Institute of Metrological Service | <http://www.vniims.ru/>), 39

- ВЭИ /VEI/** (Федеральное государственное унитарное предприятие “Всероссийский электротехнический институт им. В.И.Ленина” | Federal State Unitary Enterprise “All-Russian Electrotechnical Institute” | <http://www.vei.ru/>), 94
- ГАИШ МГУ /SAI MSU/** (Государственный астрономический институт имени Штернберга Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова | Sternberg Astronomical Institute of the M.V.Lomonosov Moscow State University | <http://www.sai.msu.ru/>), 34, 190
- ГИКМЗ “МК” /SM “МК”/** (Федеральное государственное учреждение “Государственный историко-культурный музей-заповедник “Московский Кремль” | Federal State Institution “State Museum “Moscow Kremlin” | <http://www.kreml.ru/>), 151
- ГИН РАН /GIN RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Геологический институт Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Geological Institute of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.ginras.ru/>), 151
- ГПКС /RSCC/** (Федеральное государственное унитарное предприятие “Государственное предприятие “Космическая связь” | Federal State Unitary Enterprise “Russian Satellite Communications Company” | <http://www.rscs.ru/>), 205
- ГСПИ /SSDI/** (Акционерное общество “Государственный специализированный проектный институт” | Joint Stock Company “State Specialized Design Institute” | <http://oaogspi.ru/>), 171
- ГЦ РАН /GC RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Геофизический центр Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Geophysical Center of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.gcras.ru/>), 164
- Гелиймаш /Geliymash/** (Открытое акционерное общество “Научно-производственное объединение гелиевого машиностроения” | Open Joint Stock Company “Researching and Production Association of Helium Engineering” | <http://geliymash.ru/>), 94, 171
- ИА РАН /IA RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт археологии Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences” | <http://archaeolog.ru/>), 164
- ИБМХ /IBMC/** (Федеральное государственное бюджетное научное учреждение “Научно-исследовательский институт биомедицинской химии им В.Н.Ореховича” | Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Biomedical Chemistry | <http://www.ibmc.msk.ru/>), 164
- ИГЕМ РАН /IGEM RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.igem.ru/>), 164, 190
- ИК РАН /IC RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт кристаллографии им. А.В.Шубникова Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “A.V.Chubnikov Institute of Crystallography of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.crys.ras.ru/>), 164, 183
- ИКИ РАН /IKI RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт космических исследований Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Space Research Institute of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.iki.rssi.ru/>), 151, 190
- ИМБП РАН /IBMP RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Государственный научный центр Российской Федерации - Институт медико-биологических проблем Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “State Scientific Centre of the Russian Federation - Institute for Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.imbp.ru/>), 94, 187, 193

- ИМЕТ РАН /IMET RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт металлургии и материаловедения им. А.А.Байкова Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “A.A.Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.imet.ac.ru/>), 164
- ИММ РАН /IMM RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт математического моделирования Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute for Mathematical Modeling of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.imamod.ru/>), 13
- ИНМИ РАН /INMI RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт микробиологии им. С.Н.Виноградского Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Winogradsky Institute of Microbiology of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.inmi.ru/>), 164
- ИНТРА /INTRA/** (Закрытое акционерное общество “ИНТРА” Приборы и системы радиационного контроля | Closed Joint Stock Company “INTRA” | <http://www.intra-zao.ru/>), 142
- ИНЭУМ /INEUM/** (Институт электронных управляющих машин им. И.С.Брука | Institute of Electronic Control Computers named after I.S.Bruk | <http://www.ineum.ru/>), 171
- ИОГен РАН /VIGG RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт общей генетики им. Н.И.Вавилова Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Vavilov Institute of General Genetics of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.vigg.ru/>), 193
- ИОНХ РАН /IGIC RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт общей и неорганической химии им. Н.С.Курнакова Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.igic.ras.ru/>), 164
- ИОФ РАН /GPI RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт общей физики им. А.М.Прохорова Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “General Physics Institute of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.gpi.ru/>), 151, 180, 183, 214
- ИПМ РАН /KIAM RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт прикладной математики им. М.В.Келдыша Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Keldysh Institute of Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.keldysh.ru/>), 205, 214
- ИППИ РАН /IITP RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт проблем передачи информации им. А.А.Харкевича Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institute of Science “Institute for Information Transmission Problems(Kharkevich Institute) of the Russian Academy of Sciences” | <http://iitp.ru/>), 205
- ИСП РАН /ISP RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт системного программирования Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute for System Programming of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.ispras.ru/>), 205
- ИСПМ РАН /ISPM RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С.Ениколопова Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Enikolopov Institute of Synthetic Polymeric Materials of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.ispm.ru/>), 164, 183
- ИТПЗ РАН /IEPT RAS/** (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.mitp.ru/>), 164
- ИТТ-Груп /ITT-Group/** (Общество с ограниченной ответственностью

- “ИТТ-Груп” | “ITT-Group”), 129
- ИТЭФ /ИТЕР/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение “Государственный научный центр Российской Федерации - Институт теоретической и экспериментальной физики им. А.И.Алиханова” Национального исследовательского центра “Курчатовский институт” | Federal State Budgetary Institution “Russian Federation State Scientific Centre - Alikhanov Institute for Theoretical and Experimental Physics” of the National Research Centre “Kurchatov Institute” | <http://www.iter.ru/>), 13, 28, 34, 39, 49, 63, 65, 72, 95, 110, 115, 118, 129, 142, 151, 164, 187, 197, 205, 214
- ИФЗ РАН /IPE RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт физики земли им. О.Ю.Шмидта Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Shmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.ifz.ru/>), 164
- ИФХЭ РАН /IPCE RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт физической химии и электрохимии им. А.Н.Фрумкина Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “A.N.Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.phyche.ac.ru/>), 134, 151, 164
- ИЦП МАЭ /ENES/ (Общество с ограниченной ответственностью “Инженерный центр прочности и материаловедения элементов атомной техники” | LLC “Engineering Center of Nuclear Equipment Strength” | <http://www.icpmae.ru/>), 171
- Криогенмаш /Cryogenmash/ (Публичное акционерное общество криогенного машиностроения “Криогенмаш” | Public Joint Stock Company “Cryogenmash” | <http://cryogenmash.ru/>), 94
- МАТИ /МАТИ/ (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Российский государственный технологический университет им. К.Э.Циолковского - “МАТИ” | Russian State Technological University | <http://www.mati.ru/>), 183
- МГУ /MSU/ (Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова” | Lomonosov Moscow State University | <http://www.msu.ru/>), 13, 21, 34, 39, 49, 94, 129, 134, 151, 164, 180, 187, 190, 197, 205, 214
- МИАН /MI RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Математический институт им. В.А.Стеклова Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Steklov Mathematical Institute of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.mi.ras.ru/>), 14, 28, 34, 39
- МИРЭА /MIREA/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники” | Moscow State University Information Technology, Radioengineering and Electronics | <http://www.mirea.ru/>), 28
- МИТХТ /MITHT/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Московский государственный университет тонких химических технологий им. М.В.Ломоносова” | Lomonosov Moscow University of Fine Chemical Technology | <http://www.mitht.ru/>), 164
- МИЭМ /MIEM/ (Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета Высшая школа экономики | Moscow Institute of Electronics and Mathematics | <http://miem.hse.ru/>), 183
- МИЭТ /MIET/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Национальный исследовательский университет “Московский институт электронной техники” | National Research University of Electronic Technology | <http://www.miet.ru/>), 164, 214
- НИВЦ МГУ /RCC MSU/ (Научно-исследовательский вычислительный центр Московского

- государственного университета  
им. М.В.Ломоносова | Research Computer  
Centre of the M.V.Lomonosov Moscow  
State University |  
<http://www.srcc.msu.ru/>), 205, 214
- НИИ фармакологии /SF IPh/** (Федеральное  
государственное бюджетное научное  
учреждение “Научно-исследовательский  
институт фармакологии имени  
В.В. Закусова” | Federal State Budgetary  
Institution of Science “State Foundation  
Institute of Pharmacology” |  
<http://www.academpharm.ru/>), 187
- НИИВС /RIVS/**  
(Научно-исследовательский институт  
вакцин и сывороток имени  
И.И. Мечникова | I.I.Mechnikov Research  
Institute of Vaccines and Sera |  
<http://www.instmech.ru/>), 183
- НИИЯФ МГУ /SINP MSU/**  
(Научно-исследовательский институт  
ядерной физики им. Д.В.Скобелевича  
Московского государственного  
университета им. М.В.Ломоносова |  
Skobel'syn Institute of Nuclear Physics of  
the M.V.Lomonosov Moscow State  
University | <http://www.sinp.msu.ru/>), 14,  
21, 28, 39, 61, 65, 72, 82, 95, 110, 118, 134,  
142, 151, 164, 183, 205, 225
- НИКИЭТ /NIKIET/** (Акционерное  
общество “Ордена Ленина  
Научно-исследовательский и  
конструкторский институт энерготехники  
им. Н.А.Доллежала” | Joint Stock  
Company “A.N.Dollezhal Research and  
Development Institute of Power  
Engineering” | <http://www.nikiet.ru/>), 72,  
171
- НИТУ “МИСиС” /MISiS/** (Федеральное  
государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
“Национальный исследовательский  
технологический университет “МИСиС” |  
National University of Science and  
Technology “MISiS” |  
<http://www.misis.ru/>), 164
- НИУ “МЭИ” /MPEI/** (Федеральное  
государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
“Национальный исследовательский  
университет “Московский энергетический  
институт” | National Research University  
“Moscow Power Engineering Institute” |  
<http://mpei.ru/>), 205, 225
- НИУ ВШЭ /NRU HSE/** (Федеральное  
государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
“Национальный исследовательский  
университет “Высшая школа экономики” |  
National Research University Higher School  
of Economics | <http://www.hse.ru/>), 28, 39
- НИФХИ /NIFHI/** (Акционерное общество  
“Ордена Трудового Красного Знамени  
научно-исследовательский  
физико-химический институт имени  
Л.Я. Карпова” | Scientific Research  
Physico-Chemical Institute named after  
L.Ya. Karpov | <http://www.nithi.ru/>), 214
- НИЦ КИ /NRC KI/** (Национальный  
исследовательский центр “Курчатовский  
институт” | National Research Centre  
“Kurchatov Institute” |  
<http://www.nrcki.ru/>), 21, 28, 95, 104, 118,  
134, 151, 164, 176, 205, 214
- НИЯУ “МИФИ” /NNRU “MEPhI”/**  
(Федеральное государственное  
автономное образовательное учреждение  
высшего образования “Национальный  
исследовательский ядерный университет  
“Московский инженерно-физический  
институт” | National Nuclear Research  
University “MEPhI” |  
<http://www.mephi.ru/>), 21, 28, 61, 63, 65,  
72, 82, 94, 115, 118, 134, 142, 164, 176, 215,  
225
- НСК РАН /SCC RAS/** (Научный совет по  
комплексной проблеме “Кибернетика”  
Российской академии наук | Scientific  
Council for Cybernetics of the Russian  
Academy of Sciences | <http://www.ras.ru/>),  
14, 39
- ОИВТ РАН /JIHT RAS/** (Федеральное  
государственное бюджетное учреждение  
науки “Объединенный институт высоких  
температур Российской Академии наук” |  
Joint Institute for High Temperatures of the  
Russian Academy of Sciences |  
<http://www.jiht.ru/>), 215
- ОКСАТ НИКИЭТ /OKSAT NIKIET/**  
(Общество с ограниченной  
ответственностью “Отделение  
комплексных систем автоматизации  
технологических процессов атомных  
станций (дочернее предприятие  
Открытого акционерного общества)”)  
Структурное подразделение Ордена  
Ленина Научно-исследовательского и

- конструкторского института  
энерготехники им. Н.А.Доллежала |  
Department of Integrated Process Control  
Systems | <http://www.nikiet.ru/>), 164
- ПИН РАН /PIN RAS/ (Федеральное  
государственное бюджетное учреждение  
науки “Палеонтологический институт им.  
А.А.Борисяка Российской Академии  
наук” | Paleontological Institute of the  
Russian Academy of Sciences |  
<http://www.paleo.ru/>), 164, 190
- ПЦ ИТЭР РФ / PC ITER RF/ (Частное  
учреждение Государственной корпорации  
по атомной энергии “Росатом”  
“Проектный центр ИТЭР” | Institution  
“Project Center ITER” |  
<http://www.iterf.ru/>), 176
- РАДОН /RADON/ (Федеральное  
Государственное унитарное предприятие -  
Объединенный эколого-технологический  
и научно-исследовательский центр по  
обезвреживанию радиоактивных отходов  
и охране окружающей среды “РАДОН” |  
Federal State Unitary Enterprise - United  
Ecological, Scientific and Research Centre of  
Decontamination of Radioactive Waste and  
Environmental Protection “RADON” |  
<http://www.radon.ru/>), 142
- РМАПО /RMAPE/ (Российская  
медицинская академия последипломного  
образования Министерства  
здравоохранения Российской Федерации |  
Russian Medical Academy of Postgraduate  
Education | <http://www.rmapo.ru/>), 193
- РОСНИИРОС /RIPN/ (Российский  
научно-исследовательский институт  
развития общественных сетей | Russian  
Institute for Public Networks |  
<http://www.ripn.net/>), 205
- РУДН /PFUR/ (Государственное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
“Российский университет дружбы  
народов” | Peoples’ Friendship University of  
Russia | <http://www.rudn.ru/>), 14, 21, 28,  
215
- РХТУ /MUCTR/ (Федеральное  
государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
“Российский химико-технологический  
университет им. Д.И.Менделеева” |  
Mendeleev University of Chemical  
Technology of Russia |  
<http://www.muctr.ru/>), 134
- СИСТЕМАТОМ /SYSTEMATOM/  
(Закрытое акционерное общество  
“Специализированные  
научно-исследовательские приборы  
системы ядерной и радиационной  
безопасности” | Closed Joint Stock  
Company “Nuclear and Radiation Safety  
Systems” | <http://www.systematom.ru/>),  
171
- ФГУП “ВНИИА” /VNIIA/ (Федеральное  
государственное унитарное предприятие  
“Всероссийский  
научно-исследовательский институт  
автоматики им. Н.Л.Духова” | Federal  
State Unitary Enterprise “All-Russia  
Research Institute of Automatics named  
after N.L.Dukhov” | <http://vniia.ru/>), 151
- ФИАН /LPI RAS/ (Федеральное  
государственное бюджетное учреждение  
науки “Физический институт  
им. П.Н.Лебедева Российской академии  
наук” | Federal State Budgetary Institution  
of Science “P.N.Lebedev Physical Institute  
of the Russian Academy of Sciences” |  
<http://www.lebedev.ru/>), 14, 34, 39, 49, 72,  
78, 95, 104, 110, 184
- ФИЦ ИУ РАН /FRC IM RAS/  
(Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки “Федеральный  
исследовательский центр “Информатика  
и Управление Российской академии наук”  
| Federal State Budgetary Institution of  
Science “Federal Research Center  
“Informatics and Management of the  
Russian Academy of Sciences” |  
<http://www.frccsc.ru/>), 205
- ЦВТД /HTDC/ (Общество с ограниченной  
ответственностью “Центр  
высокотехнологичной диагностики”  
Предприятие Госкорпорации “Росатом” |  
High-Tech Diagnostic Centre |  
<http://www.uicorp.ru/>), 129
- ЦФТП “Атомэнергомаш” /Atomenergomach/  
(Закрытое акционерное общество Центр  
физико-технических проектов  
“Атомэнергомаш” | Closed Joint Stock  
Company “Atomenergomach” |  
<http://www.cftp-aem.ru/>), 151
- Москва, Зеленоград /Moscow, Zelenograd/*  
НИИМВ /RIMST/ (Закрытое акционерное  
общество “Научно-исследовательский  
институт материаловедения” | Closed  
Joint Stock Company “Research Institute of  
Material Science and Technology” |  
<http://www.niimv.ru/>), 134

*Москва, Троицк /Moscow, Troitsk/*

ИСАН /ISAN/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт спектроскопии Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Spectroscopy of the Russian Academy of Sciences” | <http://isan.troitsk.ru/>), 164

ИФВД РАН /HPPI RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт физики высоких давлений им. Л.Ф.Верещагина Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute for High Pressure Physics of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.hppi.troitsk.ru/>), 28, 68, 142, 164

ИЯИ РАН /INR RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт ядерных исследований Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.inr.ac.ru/>), 14, 21, 34, 39, 53, 61, 65, 68, 72, 95, 104, 111, 118, 134, 142, 151, 165, 176, 197, 205

ЛФМП ФИАН /LPP LPI RAS/ (“Лаборатория фотомезонных процессов Отдела физики высоких энергий” Федерального государственного бюджетного учреждения науки “Физического института им. П.Н.Лебедева Российской академии наук” | “Laboratory of Photomeson Processes Department of High-Energy Physics” Federal State Budgetary Institution of Science “P.V.Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.lebedev.ru/>), 104

*Научный /Nauchny/*

КраО РАН /CraO RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Крымская астрофизическая обсерватория Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Crimean Astrophysical Observatory of the Russian Academy of Sciences” | <http://craocrimca.ru/>), 61

*Нейтрино /Neutrino/*

БНО ИЯИ РАН /BNO INR RAS/ (Баксанская нейтринная обсерватория Федерального государственного бюджетного учреждения науки “Институт

ядерных исследований Российской академии наук” | Baksan Neutrino Observatory Federal State Budgetary Institution of Science “Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences” ф | <http://www.inr.ru/>), 142

*Нижн. Новгород /Nizhny Novgorod/*

ИПФ РАН /IAP RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт прикладной физики Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Applied Physics of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.iapras.ru/>), 101, 129

ИФМ РАН /IPM RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт физики микроструктур Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute for Physics of Microstructures of the Russian Academy of Sciences” | <http://ipmras.ru/>), 152, 165

ННГУ /UNN/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского” (Национальный исследовательский университет) | N.I.Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod (National Research University) | <http://www.unn.ru/>), 165, 205

*Новосибирск /Novosibirsk/*

ИК СО РАН /IC SB RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт катализа им. Г.К.Борескова Сибирского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Boreskov Institute of Catalysis of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.catalysis.ru/>), 190

ИМ СО РАН /IM SB RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт математики им. С.Л.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Sobolev Institute of Mathematics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” | <http://math.nsc.ru/>), 14

ИФП СО РАН /ISP SB RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение

- науки “Институт физики полупроводников им. А.В.Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “A.V.Rzhanov Institute of Semiconductor Physics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.isp.nsc.ru/>), 184
- ИЯФ СО РАН /BINP SB RAS/**  
(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера Сибирского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Budker Institute of Nuclear Physics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.inp.nsk.su/>), 14, 40, 46, 58, 63, 96, 118, 129, 205
- НГУ /NSU/ (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Новосибирский государственный университет | Novosibirsk State University | <http://www.nsu.ru/>), 34, 63, 72**
- НТЛ “Заряд” /STL “Zaryad”/ (Городская общественная организация Научно-техническая лаборатория “Заряд” | STL “Zaryad” | <https://rto.fira.ru/>), 96**
- Обнинск /Obninsk/**  
**РЕАТРЕК-Фильтр /REATRACK-Filter/**  
(Общество с ограниченной ответственностью “РЕАТРЕК-Фильтр” | REATRACK-Filter LLC | <http://www.reatrack.ru/>), 184
- ФЭИ /IPPE/ (Акционерное общество “Государственный научный центр Российской Федерации - Физико-энергетический институт им. А.И.Лейпунского” | Joint Stock Company “State Scientific Centre of the Russian Federation - Institute of Physics and Power Engineering” | <http://www.ippe.ru/>), 152**
- Омск /Omsk/**  
**ОФ ИМ СО РАН /OB IM SB RAS/ (Омский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки “Институт математики им. С.Л.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Mathematics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” | <http://ofim.oscsbras.ru/>), 58**
- ОмГУ /OmSU/ (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Омский государственный университет им. Ф.М.Достоевского” | F.V. Dostoevsky Omsk State University | <http://www.omsu.ru/>), 14, 21**
- Переславль-Залесский /Pereslavl-Zalesskiy/ ИПС РАН /PSI RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт программных систем Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Program Systems Institute of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.botik.ru/PSI/>), 205**
- Пермь /Perm/**  
**ИМСС УрО РАН /ICMM UrB RAS/**  
(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Continuous Media Mechanics of the Russian Academy of Sciences Ural Branch” | <http://www.icmm.ru/>), 165
- ИТХ УрО РАН /ITCh UrB RAS/**  
(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт технической химии Уральского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Technical Chemistry of the Russian Academy of Sciences Ural Branch” | <http://www.itch.perm.ru/>), 165
- ПГНИУ /PSNRU/ (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Пермский государственный национальный исследовательский университет” | Perm State National Research University | <http://www.psu.ru/>), 14, 28, 215**
- Петрозаводск /Petrozavodsk/**  
**ИГ КарНЦ РАН /IG KRS RAS/**  
(Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт геологии Карельского научного центра Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Geology Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences” | <http://ig.krc.karelia.ru/>), 165

*Подольск /Podolsk/*

Гидропресс /GIDROPRESS/ (Открытое акционерное общество “Ордена Трудового Красного Знамени и ордена труда ЧССР” Опытное конструкторское бюро “Гидропресс” | Open Joint Stock Company “Experimental & Design Organization “GIDROPRESS” | <http://www.gidropress.podolsk.ru/>), 165

*Протвино /Protvino/*

ИФВЭ /ИЯЭ/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение “Государственный научный центр Российской Федерации - Институт физики высоких энергий” Национального исследовательского центра “Курчатовский институт” | Federal State Budgetary Institution “Russian Federation State Scientific Centre - Institute for High Energy Physics” of the National Research Centre “Kurchatov Institute” | <http://www.ihep.su/>), 14, 28, 34, 39, 49, 58, 66, 68, 72, 78, 82, 96, 111, 115, 119, 205, 215

*Пуццино /Puschino/*

ИБ РАН /IPR RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт белка Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Protein Research of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.protres.ru/>), 215

ИМПБ РАН /IMPB RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт математических проблем биологии Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of Mathematical Problems of Biology of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.impb.ru/>), 205, 215

*Ростов-на-Дону /Rostov-on-Don/*

НИИФ ЮФУ /RIP SFU/ (Научно-исследовательский институт физики Южного федерального университета | Research Institute of Physics of the Southern Federal University | <http://ip.sfedu.ru/>), 165

ЮФУ /SFedU/ (Южный федеральный университет | Southern Federal University | <http://www.sfedu.ru/>), 14, 193

*Рязань /Ryazan/*

РГУ /RSU/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Рязанский государственный университет им. С.А.Есенина” | S.A.Esenin Ryazan

State University | <http://www.rsu.edu.ru/>), 152

*С.-Петербург /St. Petersburg/*

Ботанический сад БИН РАН /Botanic garden BIN RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Ботанический сад Ботанического института им. В.Л.Комарова Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Botanic Garden of the V.L.Komarov Botanic Institute of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.binran.ru/>), 152

ИВС РАН /IMC RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of macromolecular Compounds of the Russian Academy of Sciences” | <http://macro.ru/>), 165

ИТМО /ITMO/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики” | National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics | <http://www.ifmo.ru/>), 205

*НИИФ СПбГУ /FIP/*

(Научно-исследовательский институт физики им. В.А.Фока Физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета | V.F.Fock Institute of Physics of the Saint Petersburg State University | <http://www.niif.spbu.ru/>), 111, 118, 142, 152, 205

*НИИЭФА /NIEFA/*

(Научно-исследовательский институт электрофизической аппаратуры им. Д.В.Ефремова | D.V.Efremov Scientific Research Institute of Electrophysical Apparatus | <http://www.niiefa.spb.su/>), 129, 215

Нева-Магнит /Neva-Magnet/ (Общество с ограниченной ответственностью “Нева-Магнит” | Neva-Magnet S&E, Ltd | <http://www.magnet.spb.su/prd2.html/>), 58, 96

ПОМИ РАН /PDMI RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение

- науки “Санкт-Петербургское отделение Математического института им. В.А.Стеклова Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “St.Petersburg Department of V.A.Steklov Institute of Mathematics of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.pdmi.ras.ru/pdmi/>), 28, 34
- РИ /KRI/ (Радиевый институт им. В.Г.Хлопина | V.G.Khlopin Radium Institute | <http://www.khlopin.ru/>), 96, 123, 134, 142, 152
- СПбГЛТУ /SPSFTU/ (Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М.Кирова | Saint Petersburg State Forest Technical University | <http://spbftu.ru/>), 152
- СПбГПУ /SPbSPU/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого” | Saint Petersburg Polytechnic University Peter the Great | <http://www.spbstu.ru/>), 14, 28, 82, 206
- СПбГУ /SPbSU/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Санкт-Петербургский государственный университет” | Saint Petersburg State University | <http://spbu.ru/>), 14, 21, 96, 115, 165, 197, 206, 226
- СПбГЭТУ /ETU/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет “ЛЭТИ” им. В.И.Ульянова (Ленина)” | Saint Petersburg State Electrotechnical University “LETI” | <http://www.eltech.ru/>), 28
- ФТИ им. А.Ф.Иоффе /Ioffe Institute/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Ioffe Physical Technical Institute of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.ioffe.ru/>), 28, 134, 142, 152, 165, 184
- ЦНИИ “Электрон” /Electron/ (Базовый научный центр Открытое акционерное общество “Центральный научно-исследовательский институт “Электрон” | Open Joint Stock Company “National Research Institute “Electron” | <http://www.electron.spb.ru/>), 72
- Эрмитаж /Hermitage/ (Государственный Эрмитаж | State Hermitage Museum | <http://www.hermitagemuseum.org/>), 152
- Самара /Samara/*
- СГАУ /SSAU/ (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева” | Samara State Aerospace University named after academical S.P. Korolev | <http://www.ssau.ru/>), 205
- СУ /SU/ (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования “Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П.Королева” | Samara University | <http://www.ssau.ru/>), 14, 28
- СамГУ /SSU/ (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Самарский государственный университет” | Samara State University | <http://samsu.ru/>), 14
- Саратов /Saratov/*
- СГУ /SSU/ (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Национальный исследовательский Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского” | Saratov State University named after N.G.Chernyshevsky | <http://www.sgu.ru/>), 14, 21, 28, 40, 215
- Саров /Sarov/*
- ВНИИЭФ /VNIIEF/ (Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики | Russian Federal Nuclear Centre - All-Russian Research “Institute of Experimental Physics” | <http://www.vniief.ru/>), 15, 111, 118, 129, 134, 142
- Севастополь /Sevastopol/*
- ИНБИОМ /IBSS/ (Институт биологии южных морей им. А.О.Ковалевского | A.O.Kovalevsky Institute of Biology of the

- Southern Seas | <http://www.ibss.inf.net/>), 152
- Симферополь /Simferopol/*  
СИМПЭКС /SIMPEX/ (Акционерное общество Научно-производственное предприятие “СИМПЭКС ” | Research and Production Enterprise “SIMPEX” Joint-Stock Company | <http://www.filter-systems.com/>), 184
- Смоленск /Smolensk/*  
СмоЛГУ /SSU/ (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Смоленский государственный университет” | Smolensk State University | <http://www.smolgu.ru/>), 111, 226
- Снежинск /Snezhinsk/*  
ВНИИТФ /VNIITF/ (Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики им. академика Е.И.Забабихина | Russian Federal Nuclear Centre - All-Russian Scientific Research Institute of Technical Physics | <http://www.vniitf.ru/>), 72, 152
- Сочи /Sochi/*  
НИИ МП /SRI MP/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение “Научно-исследовательский институт медицинской приматологии” | Federal State Budgetary Institution “Scientific Research Institute of Medical Primatology” | <http://www.primatologia.ru/>), 188
- Стерлитамак /Sterlitamak/*  
СППА /SSPA/ (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Стерлитамакская государственная педагогическая академия им. Зейнаб Бишевой” | Sterlitamak State Pedagogical Academy | <http://www.sspa.edu.ru/>), 165
- Сыктывкар /Syktyvkar/*  
ОМ Коми НЦ УрО РАН /DM Komi SC UrB RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Отдел математики Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Department of Mathematics Komi Sciences Centre of the Russian Academy of Sciences Ural Branch” | <http://www.komisc.ru/>), 82, 96
- Тверь /Tver/*  
ТвГУ /TvSU/ (Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Тверской государственный университет” | Tver State University | <http://university.tversu.ru/>), 15, 226
- Томск /Tomsk/*  
ИСЭ СО РАН /INSE SB RAS/ (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук” | Federal State Budgetary Institution of Science “Institute of High Current Electronics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” | <http://www.hcei.tsc.ru/>), 15, 142
- НИИ ЯФ ТПУ /NPI TPU/ (Научно-исследовательский институт ядерной физики Национального исследовательского Томского политехнического университета | Nuclear Physics Institute of the National Research Tomsk Polytechnic University | <http://www.npi.tpu.ru/>), 96, 142, 165
- ТГПУ /TSPU/ (Томский государственный педагогический университет | Tomsk State Pedagogical University | <http://www.tspu.ru/>), 34
- ТГУ /TSU/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Национальный исследовательский Томский государственный университет” | National Research Tomsk State University | <http://www.tsu.ru/>), 15, 96, 197, 215
- ТПУ /TPU/ (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования “Национальный исследовательский Томский политехнический университет” | National Research Tomsk Polytechnic University | <http://tpu.ru/>), 34, 40, 68, 72, 78, 96, 111, 123, 226
- Тула /Tula/*  
ТГПУ /TSPU/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования “Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н.Толстого” | Tula State Pedagogical University | <http://tspu.ru/>), 152
- ТулГУ /TSU/ (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

- “Тулский государственный университет”  
| Tula State University |  
<http://tsu.tula.ru/>), 165, 226
- Фрязино /Fryazino/*  
ИСТОК /ISTOK/ (Акционерное общество  
“Научно-производственное предприятие  
“ИСТОК” им. Шокина” | Joint Stock  
Company “Research and Production  
Corporation “ISTOK” named after Shokin” |  
<http://www.istokmw.ru/>), 96
- Черноголовка /Chernogolovka/*  
ИПТМ РАН /IPTM RAS/ (Федеральное  
государственное бюджетное учреждение  
науки “Институт проблем технологии,  
микроэлектроники и особо чистых  
материалов Российской академии наук” |  
Federal State Budgetary Institution of  
Science “Institute of Microelectronics  
Technology and High Purity Materials of  
the Russian Academy of Sciences” |  
<http://www.iptm-hpm.ac.ru/>), 152
- ИСМАН РАН /ISMAN RAS/ (Федеральное  
государственное бюджетное учреждение  
науки “Институт структурной  
макрокинетики и проблем  
материаловедения Российской академии  
наук” | Federal State Budgetary Institution  
of Science “Institute of Structural  
Macrokinetics and Materials Science of the  
Russian Academy of Sciences” |  
<http://www.ism.ac.ru/>), 111
- ИТФ РАН /ITP RAS/ (Федеральное  
государственное бюджетное учреждение  
науки “Институт теоретической физики  
им. Л.Д.Ландау Российской академии  
наук” | Federal State Budgetary Institution  
of Science “L.D.Landau Institute for  
Theoretical Physics of the Russian Academy  
of Sciences” | <http://www.itp.ac.ru/>), 15,  
34, 40, 206
- ИФТТ РАН /ISSP RAS/ (Федеральное  
государственное бюджетное учреждение  
науки “Институт физики твердого тела  
Российской академии наук” | Federal State  
Budgetary Institution of Science “Institute  
of Solid State Physics of the Russian  
Academy of Sciences” |  
<http://issp3.issp.ac.ru/>), 165, 184
- СКЦ ИПХФ РАН /SCC IPSP RAS/  
(Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки “Суперкомпьютерный  
центр Института проблем химической  
физики Российской академии наук” |  
Federal State Budgetary Institution of  
Science “Supercomputer Centre of the  
Institute of Problems of Chemical Physics of  
the Russian Academy of Sciences” |  
<http://www.icp.ac.ru/>), 206
- ФИНЭПХФ РАН /BINERCP RAS/ (Филиал  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
“Института энергетических проблем  
химической физики им. В.Л.Тальрозе  
Российской академии наук” | Federal State  
Budgetary Institution of Science “Branch of  
the Institute of Energy Problems for  
Chemical Physics of the Russian Academy  
of Sciences” | <http://biner.ac.ru/>), 184
- Якутск /Yakutsk/*  
СВФУ /NEFU/ (Северо-Восточный  
федеральный университет  
имени М.К.Аммосова | North-Eastern  
Federal University | <http://www.s-vfu.ru/>),  
226
- Румыния /Romania/**
- Бая-Маре /Baia Mare/*  
TUCN-NUCBM (Технический университет в  
г. Клуж-Напока - Северный  
университетский центр в г. Бая-Маре |  
Technical University of Cluj-Napoca - North  
University Center of Baia Mare |  
<http://www.utcluj.ro/>), 123, 152, 166, 184
- Бухарест /Bucharest/*  
CNMN (Национальный центр микро и  
наноматериалов Бухарестского  
политехнического университета | National  
Centre for Micro and Nanomaterials of the  
University Politehnica of Bucharest |  
<http://www.mocronanotech.ro/>), 165
- CSSNT-UPB (Центр по науке и  
нанотехники Бухарестского  
политехнического университета | Center  
for Surface Science and Nanotechnology of  
the University Politehnica of Bucharest |  
<http://cssnt-upb.ro/>), 184
- IFA (Институт атомной физики | Institute of  
Atomic Physics | <http://www.ifa-mg.ro/>),  
206, 215
- IFIN-HH (Национальный  
научно-исследовательский институт  
физики и ядерной технологии им. Хории  
Хулубея | Horia Hulubei National Institute  
of Physics and Nuclear Engineering |  
<http://www.nipne.ro/>), 21, 28, 40, 53, 56,  
66, 68, 96, 111, 123, 129, 134, 142, 152, 165,  
171, 184, 193, 206, 215
- INCDIE ICPE-CA (Национальный  
научно-исследовательский институт  
электротехники | National Institute of  
Research and Development in Electrical

- Engineering ICPE-CA | <http://www.icpe-ca.ro/>), 96, 104, 111, 152, 166, 176
- INFLPR (Национальный институт лазеров, плазмы и радиационной физики | National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics | <http://www.inflpr.ro/>), 166, 184
- INOE2000 (Национальный научно-исследовательский институт оптоэлектроники | National Institute for Research and Development in Optoelectronics | <http://inoe.inoe.ro/>), 96
- ISS (Институт космических исследований | Institute for Space Sciences | <http://www.space-science.ro/>), 61, 111, 119, 123, 152, 166, 197, 215
- NIMP (Национальный институт физики материалов | National Institute of Materials Physics | <http://www.infim.ro/>), 166
- N&V (Nuclear & Vacuum S.A. | <http://www.nuclearvacuum.ro/>), 129
- UB (Бухарестский университет | University of Bucharest | <http://www.unibuc.ro/>), 21, 111, 142, 152, 166, 190, 193, 215, 226
- UMF (Медицинский и фармацевтический университет “Кароль Давила” - Бухарест | University of Medicine and Pharmacy “Carol Davila” - Bucharest | <http://www.umf.ro/>), 123, 166, 188, 193
- UPB (Бухарестский политехнический университет | University Politehnica of Bucharest | <http://www.upb.ro/>), 166, 184
- UTM (Университет им. Титу Майореску | Titu Maiorescu University | <http://www.utm.ro/>), 166
- Галац /Galați/*
- UG (Университет в Галаце | University of Galați | <http://www.ugal.ro/>), 152
- Клуж-Напока /Cluj-Napoca/*
- INCDTIM (Национальный институт исследования и развития технологии молекулярных изотопов | National Institute for Research and Development of Isotopic and Molecular Technologies | <http://www.itim-cj.ro/>), 166, 206, 215
- RA BC-N (Филиал Румынской академии наук в Клуж-Напока | Romanian Academy Cluj-Napoca Branch | <http://www.acad-cluj.ro/>), 166
- UBB (Университет имени Бабеша-Бойяи | Babeş-Bolyai University | <http://www.ubbcluj.ro/>), 166
- UTC-N (Технический университет в Клуж-Напока | Technical University of Cluj-Napoca | <http://utcluj.ro/>), 28, 166
- Констанца /Constanța/*
- NIMRD (Национальный институт исследований и развития моря | National Institute for Marine Research and Development “Grigore Antipa” | <http://www.rmri.ro/>), 152
- УОС (Университет “Овидий” в Констанца | “Ovidius” University of Constanta | <http://www.univ-ovidius.ro/>), 111, 152, 166
- Крайова /Craiova/*
- УС (Университет в Крайове | University of Craiova | <http://www.ucv.ro/>), 166
- Орадя /Oradea/*
- УО (Университет в Орадя | University of Oradea | <http://www.uoradea.ro/>), 153
- Питешти /Pitești/*
- ICN (Институт ядерных исследований в Питешти | Institute for Nuclear Research - Pitești | <http://www.nuclear.ro/>), 153, 166
- УПИТ (Государственный университет Питешти | University of Pitești | <http://www.upit.ro/>), 166
- Тимишоара /Timișoara/*
- ИСТ (Институт химии Тимишоары Румынской академии | Institute of Chemistry Timișoara of the Romanian Academy | <http://acad-icht.tm.edu.ro/>), 167
- LMF ССТФА (Лаборатория магнитных пленок Центра фундаментальных и передовых технических исследований Румынской академии, филиал Тимишоара | Laboratory of Magnetic Fluids of the Center for Fundamental and Advanced Technical Research of the Romanian Academy, Branch Timișoara | <http://acad-tim.tm.edu.ro/cctfa/>), 167
- РА ТВ (Отделение Тимишоары Румынской академии | Romanian Academy Timișoara Branch | <http://acad-tim.tm.edu.ro/>), 167
- УРТ (Политехнический университет г. Тимишоара | Politehnica University of Timișoara | <http://www.upt.ro/>), 167
- УВТ (Западный университет г. Тимишоара | West University of Timișoara | <http://www.uvt.ro/>), 28, 123, 167, 215
- Тулча /Tulcea/*
- DDNI (Национальный научно-исследовательский институт “Дельта Дуная” | “Danube Delta” National Institute for Research and Development | <http://www.ddni.ro/>), 167
- Тырговиште /Târgoviște/*
- УВТ (Университет “ВАЛАХИЯ” в Тырговиште | VALAHIA University of Târgoviște | <http://www.valahia.ro/>), 153,

167

*Яссы /Iasi/*

IBR (Институт биологических исследований Яссы Национального института исследований и развития биологических наук | Institute of Biological Research Iasi of the National Institute of Research and Development for Biological Sciences | <http://www.dbiogo.eu/>), 188

NIRDTP (Национальный научно-исследовательский институт технической физики | National Institute of Research and Development for Technical Physics | <http://www.phys-iasi.ro/>), 167

UAI (Университет "Аполлония" в Яссах | University "Apollonia" of Iasi | <http://univapollonia.ro/>), 167

UAIC (Университет им. Александру Иоана Кузы в Яссах | Alexandru Ioan Cuza University of Iasi | <http://www.uaic.ro/>), 123, 153, 167, 188, 190

USAMV (Университет сельскохозяйственных наук и ветеринарной медицины | University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine | <http://www.uaiasi.ro/>), 167

**США /USA/**

*Айова-Сити /Iowa City, IA/*

UIowa (Университет шт. Айова | University of Iowa | <http://www.uiowa.edu/>), 74, 112

*Амхерст /Amherst, NM/*

UMass (Университет шт. Массачусетс в Амхерсте | University of Massachusetts Amherst | <http://www.umass.edu/>), 36

*Аптон /Upton, NY/*

BNL (Брукхейвенская национальная лаборатория | Brookhaven National Laboratory | <http://www.bnl.gov/>), 69, 98, 105, 112, 115, 206, 226

*Арлингтон /Arlington, TX/*

UTA (Университет шт. Техас в Арлингтоне | University of Texas Arlington | <http://www.uta.edu/>), 206

*Атэнс /Athens, AL/*

ASU (Государственный университет Атэнса | Athens State University | <http://www.athens.edu/>), 154, 191, 193

*Балтимор /Baltimore, MD/*

JHU (Университет Дж. Хопкинса | Johns Hopkins University | <http://www.jhu.edu/>), 74

*Батавия /Batavia, IL/*

Fermilab (Национальная ускорительная лаборатория им. Э.Ферми | Fermi National Accelerator Laboratory |

<http://www.fnal.gov/>), 53, 56, 74, 98, 206

*Беркли /Berkeley, CA/*

Berkeley Lab (Национальная лаборатория им. Э.Лоуренса в Беркли Калифорнийского университета | Lawrence Berkeley National Laboratory of the University of California | <http://www.lbl.gov/>), 112, 115

*Блумингтон /Bloomington, IN/*

IU (Индианский университет в Блумингтоне | Indiana University Bloomington | <http://www.iub.edu/>), 116

*Блэксбург /Blacksburg, VA/*

Virginia Tech (Политехнический институт и Государственный университет шт. Вирджиния; Институт физики высоких энергий | Virginia Polytechnic Institute and State University; Institute for High Energy Physics | <http://www.vt.edu/>), 74

*Бостон /Boston, MA/*

BU (Бостонский университет | Boston University | <http://www.bu.edu/>), 69, 74

MIT (Масачусетский технологический институт | Massachusetts Institute of Technology | <http://web.mit.edu/>), 98

NU (Северо-восточный университет | Northeastern University | <http://www.northeastern.edu/>), 74

*Вашингтон /Washington, DC/*

UW (Вашингтонский университет | University of Washington | <http://www.washington.edu/>), 197

*Вильямсбург /Williamsburg, VA/*

W&M (Колледж Уильяма и Мэри | College of William & Mary | <http://www.wm.edu/>), 105

*Гейнсвилл /Gainesville, FL/*

UF (Университет шт. Флорида | University of Florida | <http://www.ufl.edu/>), 74

*Геттисбург /Gettysburg, PA/*

GC (Геттисбургский колледж | Gettysburg College | <http://www.gettysburg.edu/>), 154

*Дарем /Durham, NC/*

Duke (Университет Дьюка | Duke University | <http://www.duke.edu/>), 154

NCCU (Центральный университет Северной Каролины | North Carolina Central University | <http://www.nccu.edu/>), 24, 216

*Дейвис /Davis, CA/*

UCDavis (Университет шт. Калифорния | University of California | <http://ucdavis.edu/>), 74, 216

- Индианаполис /Indianapolis, IN/*  
IUPUI (Университет шт. Индиана - Университета Пердью Индианаполис | Indiana University - Purdue University Indianapolis | <http://www.iupui.edu/>), 56, 172
- Ирвайн /Irvine, CA/*  
UCI (Калифорнийский университет в Ирваине | University of California, Irvine | <http://www.uci.edu/>), 143
- Ист-Лансинг /East Lansing, MI/*  
MSU (Мичиганский государственный университет | Michigan State University | <http://www.msu.edu/>), 135
- Кембридж /Cambridge, MA/*  
Harvard Univ. (Гарвардский университет | Harvard University | <http://www.harvard.edu/>), 56  
MIT (Массачусетский технологический институт | Massachusetts Institute of Technology | <http://web.mit.edu/>), 74, 216
- Кингстон /Kingston, RI/*  
URI (Род-Айлендский университет | University of Rhode Island | <http://ww2.uri.edu/>), 154
- Колледж Парк /College Park, MD/*  
UMD (Университет шт. Мэриленд | University of Maryland | <http://www.umd.edu/>), 17, 36, 41, 74
- Колледж Стэйшн /College Station, TX/*  
Texas A&M (Техасский университет A&M | Texas A&M University | <http://www.tamu.edu/>), 130, 135
- Колумбус /Columbus, OH/*  
OSU (Государственный университет шт. Огайо | Ohio State University | <http://www.osu.edu/>), 74, 120
- Корал Габлс /Coral Gables, FL/*  
UM (Университет Майами | University of Miami | <http://welcome.miami.edu/>), 36, 41
- Лаббок /Lubbock, TX/*  
TTU (Техасский технологический университет | Texas Tech University | <http://www.ttu.edu/>), 74
- Лансинг /Lansing, MI/*  
IONETIX (IONETIX | Ionetix Corporation | <http://ionetic.com/>), 145
- Лексингтон /Lexington, KY/*  
UK (Университет шт. Кентукки | University of Kentucky | <http://www.uky.edu/>), 53
- Лемонт /Lemont, IL/*  
ANL (Аргонская национальная лаборатория | Argonne National Laboratory | <http://www.anl.gov/>), 17, 23, 49, 116, 135
- Ливермор /Livermore, CA/*  
LLNL (Национальная лаборатория им. Э.Лоуренса в Ливерморе | Lawrence Livermore National Laboratory | <http://www.llnl.gov/>), 74, 130, 135
- Линкольн /Lincoln, NE/*  
UNL (Университет шт. Небраска-Линкольн | University of Nebraska-Lincoln | <http://www.unl.edu/>), 74
- Лос-Аламос /Los Alamos, NM/*  
LANL (Лос-Аламосская национальная лаборатория | Los Alamos National Laboratory; Meson Physics Facility (LAMPF) | <http://www.lanl.gov/>), 23, 74, 154, 216
- Лос-Анджелес /Los Angeles, CA/*  
UCLA (Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе | University of California, Los Angeles | <http://www.universityofcalifornia.edu/>), 74
- Луисвилл /Louisville, KY/*  
UofL (Луисвиллский университет | University of Louisville | <http://louisville.edu/>), 30
- Менло-Парк /Menlo Park, CA/*  
SLAC (SLAC Национальная ускорительная лаборатория Стенфорского университета | SLAC National Accelerator Laboratory is Operated by Stanford University | <http://www6.slac.stanford.edu/>), 69
- Мерсед /Merced, CA/*  
UCMerced (Калифорнийский университет в Мерседе | University of California, Merced Madison | <http://www.ucmerced.edu/>), 69
- Миннеаполис /Minneapolis, MN/*  
U of M (Миннесотский университет | University of Minnesota | <http://twin-cities.umn.edu/>), 17, 41, 74
- Мэдисон /Madison, WI/*  
UW-Madison (Университет шт. Висконсин-Мэдисон | University of Wisconsin-Madison | <http://www.wisc.edu/>), 74
- Нашвилл /Nashville, TN/*  
VU (Университет Вандербильта | Vanderbilt University | <http://www.vanderbilt.edu/>), 130, 135
- Ноксвилл /Knoxville, TN/*  
UTK (Университет шт. Теннесси | University of Tennessee of Knoxville | <http://www.utk.edu/>), 184
- Норман /Norman, OK/*  
OU (Университет шт. Оклахома | University of Oklahoma | <http://www.ou.edu/>), 17, 36

- Норфолк /Norfolk, VA/*  
NSU (Норфолк государственный университет | Norfolk State University | <http://www.nsu.edu/>), 105
- Нотр-Дам /Notre Dame, IN/*  
ND (Университет Нотр-Дам | University of Notre Dame | <http://www.nd.edu/>), 23, 74
- Нью-Йорк /New York, NY/*  
CUNY (Городской университет Нью-Йорка | City University of New York | <http://www.cuny.edu/>), 17, 30, 36, 41  
RU (Рокфеллеровский университет | Rockefeller University | <http://www.rockefeller.edu/>), 17  
SUNY (Государственный университет Нью-Йорка | State University of New York | <http://www.suny.edu/>), 36, 41
- Нью-Хейвен /New Haven, CT/*  
Yale Univ. (Йельский университет | Yale University | <http://www.yale.edu/>), 116
- Ньюпорт-Ньюс /Newport News, VA/*  
JLab (Национальная ускорительная лаборатория им. Т.Джефферсона; Ассоциация Юго-восточных университетов | Thomas Jefferson National Accelerator Facility; Southeastern Universities Research Association (SURA) | <http://www.jlab.org/>), 17, 41, 105
- Ок-Ридж /Oak Ridge, TN/*  
ORNL (Ок-Риджская национальная лаборатория | Oak Ridge National Laboratory | <http://www.ornl.gov/>), 120, 130, 135, 154, 184
- Оксфорд /Oxford, MS/*  
UM (Университет шт. Миссисипи | University of Mississippi | <http://www.olemiss.edu/>), 74
- Остин /Austin, TX/*  
UT (Техасский университет в Остине | University of Texas at Austin | <http://www.utexas.edu/>), 143
- Пасадена /Pasadena, CA/*  
Caltech (Калифорнийский технологический институт | California Institute of Technology | <http://www.caltech.edu/>), 75
- Пискатавей /Piscataway, NJ/*  
Rutgers (Риджерский Городской университет шт. Нью-Джерси | Rutgers University-State University of New Jersey | <http://www.rutgers.edu/>), 36, 41, 75
- Питтсбург /Pittsburgh, PA/*  
CMU (Университет Карнеги-Мелон | Carnegie Mellon University | <http://www.cmu.edu/>), 75
- Принстон /Princeton, NJ/*  
PU (Принстонский университет; Физическая лаборатория им. Дж.Генри | Princeton University; Joseph Henry Laboratories of Physics | <http://www.princeton.edu/>), 75
- Риверсайд /Riverside, CA/*  
UCR (Университет шт. Калифорния в Риверсайде | University of California, Riverside | <http://www.ucr.edu/>), 75
- Рочестер /Rochester, NY/*  
UR (Рочестерский университет | University of Rochester | <http://www.rochester.edu/>), 30, 36, 41, 75
- Солт-Лейк-Сити /Salt Lake City, UT/*  
U of U (Университет шт. Юта | University of Utah | <http://www.utah.edu/>), 41
- Стони-Брук /Stony Brook, NY/*  
SUNY (Государственный университет шт. Нью-Йорк в Стони-Брук | State University of New York at Stony Brook | <http://www.stonybrook.edu/>), 98
- Стэнфорд /Stanford, CA/*  
SU (Стэнфордский университет | Stanford University | <http://stanford.edu/>), 184
- Таллахасси /Tallahassee, FL/*  
FSU (Государственный университет шт. Флорида | Florida State University | <http://www.fsu.edu/>), 30, 75
- Таскалуза /Tuscaloosa, AL/*  
UA (Алабамский университет | University of Alabama | <http://www.ua.edu/>), 75, 154
- Темпе /Tempe, AZ/*  
ASU (Государственный университет шт. Аризона | Arizona State University | <http://www.asu.edu/>), 36
- Урбана /Urbana, IL/*  
I (Иллинойский университет в Урбане-Шампейне | University of Illinois at Urbana-Champaign | <http://illinois.edu/>), 79
- Фейрфакс /Fairfax, VA/*  
GMU (Университет им. Джорджа Мэйсона | George Mason University | <http://www.gmu.edu/>), 69
- Филадельфия /Philadelphia, PA/*  
Penn (Пенсильванский университет | University of Pennsylvania | <http://www.upenn.edu/>), 17, 41
- Хьюстон /Houston, TX/*  
Rice Univ. (Университет Райса | Rice University | <http://www.rice.edu/>), 75
- Цинциннати /Cincinnati, OH/*  
UC (Университет в Цинциннати | University of Cincinnati | <http://www.uc.edu/>), 41

### *Чикаго /Chicago, IL/*

UIC (Университет шт. Иллинойс в Чикаго | University of Illinois at Chicago | <http://www.uic.edu/>), 75

### *Шарлотсвилл /Charlottesville, VA/*

UVa (Университет шт. Вирджиния | University of Virginia | <http://www.virginia.edu/>), 53

### *Эванстон /Evanston, IL/*

NU (Северо-западный университет | Northwestern University | <http://www.northwestern.edu/>), 75

### *Эймс /Ames, IA/*

ISU (Государственный университет шт. Айова | Iowa State University | <http://www.iastate.edu/>), 75

### *Юниверс. Парк /University Park, PA/*

Penn State (Государственный университет шт. Пенсильвания | Pennsylvania State University | <http://www.psu.edu/>), 17, 24, 116

## **Саудовская Аравия /Saudi Arabia/**

### *Тувал /Tuvul/*

KAUST (Научно-технологический университет имени короля Абдаллы | King Abdullah University of Science and Technology | <http://www.kaust.edu.sa/>), 216

## **Сербия /Serbia/**

### *Белград /Belgrade/*

INS "VINČA" (Институт ядерных наук "Винча" | "Vinča" Institute of Nuclear Sciences | <http://www.vin.bg.ac.rs/>), 30, 73, 130, 168, 184, 226

IPB (Институт физики Белградского университета | Institute of Physics Belgrade of the University of Belgrade | <http://www.phy.bg.ac.rs/>), 23, 40, 154

Ун-т /Univ./ (Белградский университет | University of Belgrade | <http://www.bg.ac.rs/>), 16, 40, 154

### *Нови-Сад /Novi Sad/*

UNS (Нови-Садский университет | University of Novi Sad | <http://www.uns.ac.rs/>), 154, 168

## **Словакия /Slovakia/**

### *Банска Бистрица /Banska Bistrica/*

UMB (Университет Матея Бела | University Mateja Bela | <http://www.umb.sk/>), 40, 82, 215

### *Братислава /Bratislava/*

BIONT (Братиславская компания ионных технологий | Bratislava Ionic Technologies

Co. | <http://www.biont.sk/>), 184

CU (Университет Коменского в Братиславе | Comenius University in Bratislava | <http://uniba.sk/>), 15, 21, 28, 49, 53, 56, 66, 68, 123, 134, 143, 153, 167, 188, 226

IEE SAS (Электротехнический институт Словацкой академии наук | Institute of Electrical Engineering of the Slovak Academy of Sciences | <http://www.elu.sav.sk/>), 101, 143, 153, 184

ILE SAS (Институт ландшафтной экологии Словацкой академии наук | Institute of Landscape Ecology of the Slovak Academy of Sciences | <http://www.uke.sav.sk/>), 153

IMS SAS (Институт проблем измерений Словацкой академии наук | Institute of Measurement Science of the Slovak Academy of Sciences | <http://www.um.sav.sk/>), 96, 129

IP SAS (Институт физики Словацкой академии наук | Institute of Physics of the Slovak Academy of Sciences | <http://www.fu.sav.sk/>), 15, 21, 49, 53, 58, 66, 104, 111, 115, 123, 129, 134, 153

SOSMT (Словацкое бюро стандартов, метрологии и испытаний | Slovak Office of Standards, Metrology and Testing | <http://www.unms.sk/>), 123

STU (Словацкий технический университет в Братиславе | Slovak University of Technology in Bratislava | <http://www.stuba.sk/>), 73, 119

### *Жилина /Žilina/*

UŽ (Университет в Жилине | University of Žilina | <http://www.uniza.sk/>), 96, 104

### *Кошице /Košice/*

IEP SAS (Институт экспериментальной физики Словацкой академии наук в Кошице | Institute of Experimental Physics of the Slovak Academy of Sciences in Košice | <http://uef.saske.sk/>), 15, 28, 104, 167, 206, 215

PJSU (Университет им. Павла Йозефа Шафарика в Кошице | Pavol Jozef Šafárik University in Košice | <http://www.upjs.sk/>), 28, 96, 104, 111, 115, 119, 180, 216

TUKE (Технический университет в Кошице | Technical University of Košice | <http://www.tuke.sk/tuke/university>), 216

### *Нова Дубница /Nová Dubnica/*

EVPU (АО "Электротехническая проектно-исследовательская компания" г. Нова Дубница | Electrotechnical Research and Projecting Company Nová Dubnica, j.s.c. | <http://www.evpu.sk/>), 129

*Прешов /Prešov/*

PU (Прешовский университет | University of Prešov | <http://www.unipo.sk/>), 206

## **Словения /Slovenia/**

*Любляна /Ljubljana/*

GeoSS (Геологическая служба Словении | Geological Survey of Slovenia | <http://www.geo-zs.si/>), 154

UL (Люблянский университет | University of Ljubljana | <http://www.uni-lj.si/>), 30

## **Таджикистан /Tajikistan/**

*Душанбе /Dushanbe/*

ИХ АН РТ /IChem ASRT/ (Институт химии им. В.И.Никитина Академии наук Республики Таджикистан | V.I.Nikitin Institute of Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan | <http://www.phti.tj/>), 169

ТНУ /TNU/ (Таджикский национальный университет | Tajik State University | <http://tnu.tj/>), 216

ФТИ АН РТ /PHTI ASRT/

(Физико-технический институт им. С.У.Умарова Академии наук Республики Таджикистан | S.U.Umarov Physical-Technical Institute of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan | <http://www.phti.tj/>), 216

*Худжанд /Khujent/*

ХГУ /KSU/ (Худжантский государственный университет им. академика Б.Гафурова | Khujent State University | <http://www.hgu.tj/>), 216

## **Таиланд /Thailand/**

*Хат Яй /Hat Yai/*

PSU (Университет принца Сонгкла | Prince of Songkla University | <http://www.psu.ac.th/>), 154

## **Тайвань /Taiwan/**

*Синьчжун /Hsinchu/*

NSRRC (Национальный синхротронный центр радиационных исследований | National Synchrotron Radiation Research Center | <http://www.nsrcc.org.tw/>), 169

*Тайбэй /Taipei/*

AS (Академия Синика | Academia Sinica | <http://www.sinica.edu.tw/>), 79

ASGCC (Академия Синика Компьютерный центр | Academia Sinica Grid Computing Centre | <http://www.sinica.edu.tw/>), 206

IP AS (Институт физики Академии Синика | Institute of Physics of the Academia Sinica | <http://www.phys.sinica.edu.tw/>), 24, 30

NTU (Тайваньский национальный университет | National Taiwan University | <http://www.ntu.edu.tw/>), 24, 75

*Таоюань /Taoyuan City/*

NCU (Национальный центральный университет | National Central University | <http://www.ncu.tw/>), 36

*Чунли /Chung-Li/*

NCU (Центральный национальный университет | National Central University | <http://www.ncu.edu.tw/>), 75

## **Турция /Turkey/**

*Адана /Adana/*

CU (Университет Чукурова | Çukurova University | <http://www.cu.edu.tr/>), 75

*Анкара /Ankara/*

METU (Ближневосточный технический университет | Middle East Technical University | <http://www.metu.edu.tr/>), 56, 75

*Стамбул /Istanbul/*

BU (Босфорский университет | Boğaziçi University | <http://www.boun.edu.tr/>), 41

*Чанаккале /Çanakkale/*

ÇOMU (Университет в Чанаккале | Çanakkale Onsekiz Mart University | <http://www.comu.edu.tr/>), 154

## **Узбекистан /Uzbekistan/**

*Джизак /Jizakh/*

ДГПИ /JSPI/ (Джизакский государственный педагогический институт им. А.Кадыри | Jizakh State Pedagogical Institute named after A.Kadri | <http://jspi.uz/>), 111

*Самарканд /Samarkand/*

СамГУ /SSU/ (Самаркандский государственный университет им. Алишера Навои | Samarkand State University named after Alisher Navoi | <http://www.samdu.uz/>), 49, 112, 129, 143

*Ташкент /Tashkent/*

ИЯФ АН РУз /INP AS RUz/ (Институт ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан | Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan | <http://www.inp.uz/>), 22, 73, 105, 143, 145, 153, 167, 176

НИИПФ НУУз /IAP NUU/

(Научно-исследовательский институт прикладной физики Национального университета Узбекистана им. Мирзо Улугбека | Institute of Applied Physics of the National University of Uzbekistan

named after Mirzo Ulugbek |  
<http://nuu.uz/>), 15, 22, 143  
НУУз /NUU/ (Национальный университет  
Узбекистана им. Мирзо Улугбека |  
National University of Uzbekistan named  
after Mirzo Ulugbek | <http://nuu.uz/>), 15  
ФТИ НПО “Ф.-С.” АН РУз /Assoc.“P.-S.”  
РТИ/ (Физико-технический институт  
НПО “Физика-Солнце” им. академика  
С.А.Азимова Академии наук Республики  
Узбекистан | Physical Technical Institute  
Association “Physics-Sun” named after  
S.A.Azimov of the Academy of Sciences of  
the Republic of Uzbekistan |  
<http://uzcinet.uz/>), 22, 28, 105, 111

## Украина /Ukraine/

### *Днепропетровск /Dnepropetrovsk/*

ДНУ /DNU/ (Днепропетровский  
национальный университет им. Олеса  
Гончара | Dnepropetrovsk National  
University | <http://www.dnu.dp.ua/>), 15

### *Донецк /Donetsk/*

ДонНУ /DonNU/ (Донецкий национальный  
университет | Donetsk National University  
| <http://www.donnu.edu.ua/>), 167, 180

ДонФТИ /DonIPE/ (Государственное  
учреждение “Донецкий  
физико-технический институт  
им. А.А.Галкина” | Donetsk Institute for  
Physics and Engineering named after  
O.O.Galkin | <http://www.donfti.ru/main>),  
153, 167

### *Киев /Kiev/*

ДонФТИ НАНУ /DonIPE NASU/  
(Донецкий физико-технический институт  
им. А.А.Галкина Национальной академии  
наук Украины | Donetsk Institute for  
Physics and Engineering named after  
O.O.Galkin of the National Academy of  
Sciences of Ukraine |  
<http://www.donphti.kiev.ua/>), 167

ИМФ НАНУ /IMP NASU/ (Институт  
металлофизики им. Г.В.Курдюмова  
Национальной академии наук Украины |  
G.V.Kurdyumov Institute of Metal Physics  
of the National Academy of Sciences of  
Ukraine | <http://www.imp.kiev.ua/>), 28

ИПМ НАНУ /IPMS NASU/ (Институт  
проблем материаловедения  
им. И.М.Францевича Национальной  
академии наук Украины | Frantsevich  
Institute for Problems of Materials Science  
of the National Academy of Sciences of  
Ukraine | <http://www.materials.kiev.ua/>),  
167

ИТФ НАНУ /BITP NASU/ (Институт  
теоретической физики  
им. Н.Н.Боголюбова Национальной  
академии наук Украины | M.M.Bohulobov  
Institute for Theoretical Physics of the  
National Academy of Sciences of Ukraine |  
<http://www.bitp.kiev.ua/>), 15, 22, 35, 40,  
66, 82, 96, 119, 206, 226

ИХП НАНУ /ISC NASU/ (Институт химии  
поверхности им. О.О.Чуйко  
Национальной академии наук Украины |  
Chuiiko Institute of Surface Chemistry of  
the National Academy of Sciences of  
Ukraine | <http://www.isc.gov.ua/>), 167  
ИЯИ НАНУ /KINR NASU/ (Институт  
ядерных исследований Национальной  
академии наук Украины | Kiev Institute  
for Nuclear Research of the National  
Academy of Sciences of Ukraine |  
<http://www.kinr.kiev.ua/>), 22, 129, 135,  
143, 153

КНУ /NUK/ (Киевский национальный  
университет им. Тараса Шевченко | Taras  
Shevchenko National University of Kyiv |  
<http://univ.kiev.ua/>), 22, 28, 153, 167, 226

### *Львук /Lvutsk/*

ВНУ /VNU/ (Волинский национальный  
университет им. Леси Украинки | Volyn  
National University of Lesya Ukrainka |  
<http://www.vnu.edu.ua/>), 15

### *Львов /L'viv/*

ИППМ НАНУ /IAPMM NASU/  
(Институт прикладных проблем механики  
и математики им. Я.С.Подстригача  
Национальной академии наук Украины |  
Pidstryhach Institute for Applied Problems  
of Mechanics and Mathematics of the  
National Academy of Sciences of Ukraine |  
<http://www.iapmm.lviv.ua/>), 15

ИФКС НАНУ /ICMP NASU/ (Институт  
физики конденсированных систем  
Национальной академии наук Украины |  
Institute for Condensed Matter Physics of  
the National Academy of Sciences of  
Ukraine | <http://www.icmp.lviv.ua/>), 29

ЛНУ /IFNU/ (Львовский национальный  
университет им. Ивана Франко | Ivan  
Franko National University in L'viv |  
<http://lnu.edu.ua/>), 15

НУЛП /LPNU/ (Национальный  
университет “Львовская политехника” |  
National University L'viv Polytechnic |  
<http://lp.edu.ua/>), 176

### *Сумы /Sumy/*

ИПФ НАНУ /IAP NASU/ (Институт прикладной физики Национальной академии наук Украины | Institute of Applied Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine | <http://iap.sumy.org/>), 153

СумГУ /SumSU/ (Сумский государственный университет | Sumy State University | <http://www.iep.uzhgorod.ua/>), 15

### *Ужгород /Uzhgorod/*

ИЭФ НАНУ /IEP NASU/ (Институт электронной физики Национальной академии наук Украины | Institute of Electron Physics of the National Academy of Sciences of Ukraine | <http://www.nas.gov.ua/>), 153

### *Харьков /Kharkov/*

ИМК НАНУ /ISC NASU/ (Институт монокристаллов Национальной академии наук Украины | Institute for Single Crystals of the National Academy of Sciences of Ukraine | <http://www.isc.kharkov.ua/>), 73

ИСМА НАНУ /ISMA NASU/ (Институт сцинтилляционных материалов Национальной академии наук Украины | Institute for Scintillation Materials of the National Academy of Sciences of Ukraine | <http://www.isma.kharkov.ua/>), 53, 153, 197

ИЭРТ НАНУ /IERT NASU/ (Институт электрофизики и радиационных технологий | Institute of Electrophysics and Radiation Technology | <http://www.iert.kharkov.ua/>), 167, 197

ННЦ ХФТИ /NSC KIPT/ (Национальный научный центр - Харьковский физико-технический институт Национальной академии наук Украины | National Science Centre - Kharkov Institute of Physics and Technology of the National Academy of Sciences of Ukraine | <http://www.kipt.kharkov.ua/>), 15, 29, 35, 73, 96, 105, 119, 123, 153, 167, 206

СТУ /LTU/ (Светодиодные технологии Украина | "LED, Technologies Ukraine | <http://LTU.ua/>), 96

ХНУ /KhNU/ (Харьковский национальный университет им. В.Н.Каразина | V.N.Karasin Kharkov National University | <http://www.univer.kharkov.ua/>), 35, 73, 97

### **Финляндия /Finland/**

#### *Оулу /Oulu/*

УО (Университет Оулу; Лаборатория микроэлектронных приборов | University of Oulu; Microelectronics Instrumentation Laboratory | <http://www oulu.fi/>), 75, 154

#### *Тампере /Tampere/*

TUT (Тамперский технологический университет; Лаборатория цифровых и компьютерных систем | Tampere University of Technology; Digital and Computer Systems Laboratory | <http://www.tut.fi/>), 75

#### *Хельсинки /Helsinki/*

НИР (Хельсинский институт физики | Helsinki Institute of Physics | <http://www.hip.fi/>), 75, 120

УН (Хельсинский университет | University of Helsinki | <http://www.helsinki.fi/university/>), 17, 75

#### *Ювяскюля /Jyväskylä/*

УЮ (Университет Ювяскюля | University of Jyväskylä | <http://www.jyu.fi/>), 75, 135, 143, 154

### **Франция /France/**

#### *Аннеси-ле-Вье /Annecy-le-Vieux/*

LAPP (Лаборатория физики частиц в Аннеси-ле-вье Национального института ядерной физики и физики частиц Национального центра ядерных исследований | Laboratory of Annecy-la-Vieux for Particles Physics of the National Institute for Nuclear Physics and Particles Physics of the National Centre for Scientific Research | <http://lappweb.in2p3.fr/>), 36, 41, 75

LAPTh (Лаборатория теоретической физики в Аннеси-ле-вье Национального института ядерной физики и физики частиц Национального центра ядерных исследований | Laboratory of Theoretical Physics of Annecy-la-Vieux of the National Institute for Nuclear Physics and Particles Physics of the National Centre for Scientific Research | <http://lappweb.in2p3.fr/lapth-2005/>), 30

#### *Бордо /Bordeaux/*

CENBG (Центр ядерных исследований в Бордо | Centre of Nuclear Studies of Bordeaux-Gradignan | <http://www.cenbg.in2p3.fr/>), 143

УБ (Университет Бордо | University of Bordeaux | <http://www.univ-bordeaux.fr/>), 24

*Валансьен /Valenciennes/*

UVHC (Университет Валансьена | University of Valenciennes and Hainaut-Combrésis | <http://www.univ-valenciennes.fr/>), 30, 41

*Ван /Vannes/*

SigmaPhi (Компания SigmaPhi | Company SigmaPhi Accelerator Technologies | <http://www.sigmaphi.fr/>), 130

*Гренобль /Grenoble/*

IBS (Институт структурной биологии | Institute of Structural Biology | <http://www.ibs.fr/>), 169

ILL (Институт Лауэ-Ланжевена | Institute Laue-Langevin | <http://www.ill.eu/>), 154

LPSC (Лаборатория субатомной физики и космологии | Laboratoire de Physique Subatomique et de Cosmologie | <http://lpscwww.in2p3.fr/>), 154

*Дижон /Dijon/*

UB (Университет Бургундии | University of Bourgundy | <http://www.u-bourgogne.fr/>), 41

*Кадараш /Cadarache/*

CC CEA (Научно-исследовательский центр Уполномоченного по атомной энергии и альтернативным источникам энергии Кадараш | Centre de Recherche du Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives Cadarache | <http://www.cadarache.cea.fr/>), 154

*Кан /Caen/*

GANIL (Большой национальный ускоритель тяжелых ионов | Grand National Heavy Ion Accelerator | <http://www.ganil-spiral2.eu/>), 24, 130, 136

UNICAEN (Университет Кан Нижняя Нормандия | University of Caen Normandy | <http://www.unicaen.fr/>), 143

*Клермон-Ферран /Clermont-Ferrand/*

LPSC (Лаборатория корпускулярной физики Университета Блеза Паскаля | Corpuscular Physics Laboratory Clermont-Ferrand of the Blaise Pascal University | <http://clrwww.in2p3.fr/>), 49, 120

*Лион /Lyon/*

ENS Lyon (Высшая нормальная (педагогическая) школа Лиона; Лаборатория физики | Ecole Normale Supérieure de Lyon; Physics Laboratory | <http://www.ens-lyon.eu/>), 36, 41

IPNL (Институт ядерной физики в Лионе | Institute of Nuclear Physics of Lyon | <http://www.ipnl.in2p3.fr/>), 75

UCBL (Лионский университет I Клода Бернара | Claude Bernard University Lyon 1 | <http://www.univ-lyon1.fr/>), 17, 120

*Марсель /Marseille/*

CPPM (Центр по физике частиц в Марселе | Centre de Physique des Particules de Marseille | <http://marwww.in2p3.fr/>), 206

CPT (Центр теоретической физики | Centre of Theoretical Physics | <http://www.cpt.univ-mrs.fr/>), 30, 36, 41

UPC (Университет Поля Сезанна Экс-Марсель III | University Paul Cézanne - Aix-Marseille III | <http://www.univ-cezanne.fr/>), 30

*Мец /Metz/*

UL (Университет Лотарингии | University of Lorraine | <http://www.univ-lorraine.fr/>), 217

UPV-M (Университет Поля Верлена-Мец | Paul-Verlaine University of Metz | <http://www.univ-metz.fr/>), 17

*Монпелье /Montpellier/*

UM2 (Университет Монпелье 2 | University of Montpellier 2 | <http://www.univ-montp2.fr/>), 17

*Нант /Nantes/*

SUBATECH (Лаборатория субатомной физики и сопутствующих технологий | Subatomic Physics Laboratory and Associated Technologies; UMR/EMN/IN2P3/CNRS/University of Nantes | <http://www-subatech.in2p3.fr/>), 36, 42, 98, 116, 120

*Ницца /Nice/*

UN (Университет Ниццы - Софии Антиполис | University Nice Sophia Antipolis | <http://unice.fr/>), 30

*Орсе /Orsay/*

CSNSM (Центр по ядерной и масс-спектрометрии | Center for Nuclear and Mass Spectrometry- IN2P3/CNRS | <http://www-csnm.in2p3.fr/>), 24, 136, 143

IPN Orsay (Институт ядерной физики в Орсе - IN2P3/CNRS | Institute of Nuclear Physics Orsay - IN2P3/CNRS | <http://ipnweb.in2p3.fr/>), 24, 105, 120, 136

LAL (Лаборатория линейного ускорителя Университета Париж-Юг 11 - IN2P3/CNRS | Linear Accelerator Laboratory of the University of Paris-Sid 11 - IN2P3/CNRS | <http://www.lal.in2p3.fr/>), 49, 143

*Париж /Paris/*

ENS (Высшая нормальная (педагогическая) школа Парижа | École Normale Supérieure

- Paris | <http://www.ens.fr/>), 36, 41
- IN2P3 (Национальный институт ядерной физики и физики частиц | National Institute of Nuclear Physics and Physics Particles | <http://www.in2p3.fr/>), 63
- LPTHE (Лаборатория теоретической физики и высоких энергий Университета Пьера и Марии Кюри - IN2P3/CNRS | Laboratory of Theoretical Physics and High Energy of the Pierre et Marie Curie - IN2P3/CNRS | <http://parthe.lpthe.jussieu.fr/>), 41
- LUTH (Парижская обсерватория Лаборатории LUTH | Laboratory Universe and Theories, Observatory of Paris | <http://www.luth.obspm.fr/>), 36
- UPMC (Университет Пьера и Марии Кюри; Институт Анри Пуанкаре - Париж 6 | Pierre et Marie Curie University Henri Poincaré Institute Paris 6 | <http://www.upmc.fr/>), 17, 30
- Сакле /Saclay/*
- IRFU (Исследовательский институт изучения фундаментальных законов Вселенной | Institute of Research into the Fundamental Laws of the Universe | <http://irfu.cea.fr/>), 17, 75, 105, 120
- LLB (Лаборатория Леона Бриллюэна | Léon Brillouin Laboratory CEA-CNRS | <http://www-llb.cea.fr/>), 154, 169
- SPhN CEA DAPNIA (Отделение ядерной физики Комиссариата атомной энергии | Nuclear Physics Division of the Commissariat for Atomic Energy | <http://irtu.cea.fr/Sphn/>), 17, 79, 136
- Страсбург /Strasbourg/*
- CRN (Центр ядерных исследований - IN2P3/CNRS | Centre of Nuclear Research - IN2P3/CNRS | <http://ireswww.in2p3.fr/>), 56, 120, 136
- IPHC (Междисциплинарный институт Юбера Кюрьена Страсбургского университета - IN2P3/CNRS | Hubert Curien Multidisciplinary Institute of the University of Strasbourg - IN2P3/CNRS | <http://www.iphc.cnrs.fr/>), 75, 136, 154
- Тур /Tours/*
- Ун-т /Univ./ (Университет г. Тур | University of Tours | <http://www.univ-tours.fr/>), 36
- Хорватия /Croatia/**
- Загреб /Zagreb/*
- Oikon IAE (Oikon ООО-Институт прикладной экологии | Oikon Ltd. Institute for Applied Ecology | <http://www.oikon.hr/>), 154
- RBI (Институт им. Руджера Бошковича | Rudjer Boskovic Institute | <http://www.irb.hr/>), 120, 154, 197
- Сплит /Split/*
- Ун-т /Univ./ (Сплитский университет | University of Split | <http://www.unist.hr/>), 75
- ЦЕРН /CERN/**
- Женева /Geneva/*
- ЦЕРН /CERN/ (Европейская организация ядерных исследований (Швейцария) | European Organization for Nuclear Research (Switzerland) | <http://public.web.cern.ch/>), 17, 37, 42, 46, 49, 58, 69, 75, 79, 98, 101, 105, 112, 120, 130, 136, 155, 197, 206, 217, 226
- Чехия /Czech Republic/**
- Брно /Brno/*
- BUT (Брненский технический университет | Brno University of Technology | <http://www.vutbr.cz/>), 78, 123, 130, 184
- IBP CAS (Институт биофизики Академии наук Чешской Республики | Institute of Biophysics of the Czech Academy of Sciences | <http://www.ibp.cz/>), 188
- ISI CAS (Институт научной аппаратуры Академии наук Чешской Республики | Institute of Scientific Instruments of the Czech Academy of Sciences | <http://www.isibrno.cz/>), 105
- Витковице /Vitkovice/*
- VHM (Тяжелое машиностроение | Vitkovice Heavy Machinery a.s. | <http://www.brtnik5.vitkovice.cz/>), 97
- Либерец /Liberec/*
- TUL (Либерецкий технический университет | Technical University of Liberec | <http://www.tul.cz/>), 78, 97, 105
- Оломоуц /Olomouc/*
- UP (Университет Палацкого в Оломоуце | Palacky University of Olomouc | <http://www.upol.cz/>), 135, 184
- Опава /Opava/*
- SIU (Силезский университет в Опаве | Silesian University of Opava | <http://www.slu.cz/>), 35
- Острава /Ostrava/*
- UO (Остравский университет | University of Ostrava | <http://www.osu.eu/>), 153
- VŠB-TUO (Горно-металлургический университет - Технический университет в Остраве | Mining Unuversity - Technical

University of Ostrava |  
<http://www.vsb.cz/>), 153, 167

*Прага /Prague/*

CEI (Чешский экологический институт |  
Czech Environmental Institute |  
<http://www.ceu.cz/>), 153

CTU (Чешский технический университет в  
Праге | Czech Technical University in  
Prague | <http://www.cvut.cz/>), 15, 22, 35,  
40, 63, 82, 105, 123, 129, 135, 143, 153, 167,  
188, 197, 216, 226

CU (Карлов университет | Charles  
University in Prague |  
<http://www.cuni.cz/>), 15, 22, 49, 56, 58, 61,  
63, 68, 73, 78, 105, 115, 130, 184, 226

IG CAS (Институт геологии Академии наук  
Чешской Республики | Institute of Geology  
of the Czech Academy of Sciences |  
<http://www.gli.cas.cz/>), 167

IMC CAS (Институт макромолекулярной  
химии Академии наук Чешской  
Республики | Institute of Macromolecular  
Chemistry of the Czech Academy of  
Sciences | <http://www.imc.cas.cz/>), 112, 167

IP CAS (Институт физики Академии наук  
Чешской Республики | Institute of Physics  
of the Czech Academy of Sciences |  
<http://www.fzu.cz/>), 15, 119, 167, 206

PTC (Центр протонной терапии | Proton  
Therapy Center Czech s.r.o |  
<http://www.ptc.cz/>), 193

VP (Объединение “Вакуум-ПРАГА” |  
Vacuum PRAGUE |  
<http://www.vakuum.cz/>), 97, 130, 135

*Ржеж /Řež/*

NPI CAS (Институт ядерной физики  
Академии наук Чешской Республики |  
Nuclear Physics Institute of the Czech  
Academy of Sciences |  
<http://www.ujf.cas.cz/>), 15, 22, 29, 35, 40,  
66, 112, 115, 123, 130, 135, 143, 145, 167,  
176, 184, 188

UJV (Акционерное общество “ÚJV Řež, a.s.”  
(ранее Институт ядерных исследований г.  
Ржеж) | “ÚJV Řež, a.s.” |  
<http://www.ujv.cz/>), 105, 115, 119, 188, 193

*Штеновице /Štěnovice/*

STREICHER (STREICHER | STREICHER |  
<http://www.streicher.cz/>), 130

**Чили /Chile/**

*Вальпараисо /Valparaíso/*

UTFSM (Технический университет  
Федерико Санта Мариа | Technical  
University Federico Santa Maria |  
<http://www.usm.cl/>), 69, 98

UV (Вальпараисский университет |  
University of Valparaíso |  
<http://www.valpo.edu/>), 17

**Швейцария /Switzerland/**

*Базель /Basel/*

Uni Basel (Базельский университет |  
University of Basel |  
<http://www.unibas.ch/>), 75, 197

*Берн /Bern/*

Uni Bern (Бернский университет | University  
of Bern | <http://www.unibe.ch/>), 17, 24

*Виллиген /Villigen/*

PSI (Институт Пауля Шерпера | Paul  
Scherrer Institute | <http://www.psi.ch/>), 30,  
53, 75, 105, 136, 155, 169, 176

*Женева /Geneva/*

UniGe (Женевский университет | University  
of Geneva | <http://www.unige.ch/>), 112

*Лозанна /Lausanne/*

EPFL (Федеральная политехническая  
школа Лозанны | Ecole Polytechnique  
Fédérale de Lausanne |  
<http://www.epfl.ch/>), 120

*Цюрих /Zurich/*

ETH (Швейцарская высшая техническая  
школа Цюриха | Swiss Federal Institute of  
Technology Zurich | <http://www.ethz.ch/>),  
30, 69, 75, 169, 217

UZH (Цюрихский университет | University  
of Zurich | <http://www.uzh.ch/>), 75

**Швеция /Sweden/**

*Гётеборг /Göteborg/*

Chalmers (Технический университет  
Чалмерса | Chalmers University of  
Technology | <http://www.chalmers.se/>), 24,  
136

*Лунд /Lund/*

ESS ERIC (Европейский источник на основе  
расщепления ERIC | European Spallation  
Source ERIC), 176

LU (Лундский университет | Lund  
University | <http://www.lu.se/>), 17, 24, 46,  
120, 136, 206

*Стокгольм /Stockholm/*

SU (Стокгольмский университет | Stockholm  
University | <http://www.su.se/>), 98

*Уппсала /Uppsala/*

TSL (Лаборатория Сведберга Уппсальского  
университета | Svedberg Laboratory of the  
Uppsala University |  
<http://www4.tsl.uu.se/tsl/>), 105

## Эстония /Estonia/

*Таллинн /Tallinn/*

NIICPB (Национальный институт химической физики и биофизики | National Institute of Chemical Physics and Biophysics | <http://www.kbfi.ee/>), 75

*Тарту /Tartu/*

UT (Тартуский университет | University of Tartu | <http://www.ut.ee/>), 37

## ЮАР /South Africa/

*Беллвилл /Bellville/*

UWC (Университет Западной Капской провинции | University of the Western Cape | <http://www.uwc.ac.za/>), 154, 184

*Йоханнесбург /Johannesburg/*

UJ (Йоханнесбургский университет | University of Johannesburg | <http://www.uj.ac.za/>), 97

WITS (Университет Витватерсранда | University of the Witwatersrand | <http://www.wits.ac.za/>), 97

*Кейптаун /Cape Town/*

UCT (Кейптаунский университет | University of Cape Town | <http://www.uct.ac.za/>), 41, 97, 119, 206, 216

iThemba LABS (Лаборатория ускорительных научных исследований iThemba | iThemba Laboratory for Accelerator Based Sciences | <http://www.tlabs.ac.za/>), 23, 130, 135, 197

*Порт-Элизабет /Port Elizabeth/*

NMMU (Столичный университет Нельсона Манделы | Nelson Mandela Metropolitan University | <http://www.nmmu.ac.za/>), 184

*Претория /Pretoria/*

DST (Департамент науки и техники Южно-Африканской Республики | Department of Science and Technology Republic of South Africa | <http://www.dst.gov.za/>), 226

Necsa (Южно-Африканская корпорация по атомной энергии | South African Nuclear Energy Corporation | <http://www.necsa.co.za/>), 168, 176

UNISA (Университет Южной Африки | University of South Africa | <http://www.unisa.ac.za/>), 23, 29, 135, 154

UP (Преторийский университет | University of Pretoria | <http://web.up.ac.za/>), 184

*Стелленбосх /Stellenbosch/*

SU (Стелленбосский университет | Stellenbosch University | <http://www.sun.ac.za/>), 23, 135, 154, 184, 216

## Япония /Japan/

*Вако /Wako/*

RIKEN (RIKEN Вако Институт; Института физико-химических исследований | RIKEN Wako Institute; Institute of Physical and Chemical Research | <http://www.riken.go.jp/>), 61, 136

*Киото /Kyoto/*

KSU (Университет Киото Сангё | Kyoto Sangyo University | <http://www.kyoto-su.ac.jp/>), 42, 155

Kyoto Univ. (Киотский университет | Kyoto University | <http://www.kyoto-u.ac.jp/>), 17

RIMS (Исследовательский институт математических наук Киотского университета | Research Institute for Mathematical Sciences of Kyoto University | <http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/>), 42

*Кобе /Kobe/*

Kobe Univ. (Университет Кобе | Kobe University | <http://www.kobe-u.ac.jp/>), 24

*Минато /Minato/*

Keio Univ. (Университет Кейо | Keio University | <http://www.keio.ac.jp/>), 169

*Мориока /Morioka/*

Iwate Univ. (Университет Иватэ | Iwate University | <http://www.iwate-u.ac.jp/>), 24

*Нагано /Nagano/*

Shinshu Univ. (Университет Синсю | Shinshu University | <http://www.shinshu-u.ac.jp/>), 169

*Нагоя /Nagoya/*

Meiji Univ. (Университет Мэйдзи | Meiji University | <http://www.meiji.ac.jp/cip/>), 17

Nagoya Univ. (Нагойский университет | Nagoya University | <http://www.nagoya-u.ac.jp/>), 17, 98

*Осака /Osaka/*

ISIR (Институт научных и промышленных исследований Университета Осаки | Institute of Scientific and Industrial Research of Osaka University | <http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/>), 172

Kansai Univ. (Университет Каскай | Kansai University | <http://www.kansai-u.ac.jp/>), 217

Osaka Univ. (Осакский университет | Osaka University | <http://www.osaka-u.ac.jp/>), 24, 63

RCNP (Исследовательский центр ядерной физики Университета Осаки | Research Centre for Nuclear Physics of Osaka University | <http://www.rcnp.osaka-u.ac.jp/>), 24, 82, 105

*Сайтама /Saitama/*  
SU (Университет Сайтама | Saitama University | <http://en.saitama-u.ac.jp/>), 217

*Саппоро /Sapporo/*  
Hokkaido Univ. (Университет Хоккайдо | Hokkaido University | <http://www.hokudai.ac.jp/>), 172

*Тиба /Chiba/*  
CIT (Технологический институт Тибы | Chiba Institute of Technology | <http://www.it-chiba.ac.jp/>), 42  
NIRS (Национальный институт радиологических исследований | National Institute of Radiological Sciences | <http://www.nirs.go.jp/>), 145

*Токай /Токай/*  
JAEA (Агентство по атомной энергии Японии | Japan Atomic Energy Agency | <http://www.jaea.go.jp/>), 136

*Токио /Токио/*  
Keio Univ. (Университет Кэйо | Keio University | <http://www.keio.ac.jp/>), 37  
Toho Univ. (Университет Тохо | Toho University | <http://www.toho-u.ac.jp/>), 56  
Токио Tech (Токийский технологический институт | Tokyo Institute of Technology | <http://www.titech.ac.jp/>), 17  
UT (Токийский университет; Центр ядерных исследований; Институт исследований космических лучей; Центр исследований элементарных частиц | University of Tokyo; Centre for Nuclear Study (CNS); Institute for Cosmic Ray Research; Institute Centre for Elementary Particle Physics (ICEPP) | <http://www.u-tokyo.ac.jp/>), 17, 37, 105

*Уцунomia /Utsunomiya/*  
UU (Университет Уцуномии | Utsunomiya University | <http://www.utsunomiya-u.ac.jp/>), 30

*Фукуока /Fukuoka/*  
Kyushu Univ. (Университет Кюсю | Kyushu University | <http://www.kyushu-u.ac.jp/>), 63

*Хиросима /Hiroshima/*  
Hiroshima Univ. (Университет Хиросимы | Hiroshima University | <http://www.hiroshima-u.ac.jp/>), 105

*Цукуба /Tsukuba/*  
КЕК (Центр исследований на ускорителе высоких энергий | High Energy Accelerator Research Organization | <http://legacy.kek.jp/>), 17, 42, 63, 155  
Ун-т /Univ./ (Университет Цукубы | University of Tsukuba |

<http://www.tsukuba.ac.jp/>), 112

*Ямагата /Yamagata/*  
Yamagata Univ. (Университет Ямагата | Yamagata University | <http://www.yamagata-u.ac.jp/>), 79

## ICTP

*Триест /Trieste/*  
ICTP (Международный центр теоретической физики имени Абдуса Салама (Италия) | Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (Italy) | <http://www.ictp.it/>), 17, 37