



Проект тематики научных исследований, включаемых в планы научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, осуществляющих научные исследования за счет средств федерального бюджета

Наименование организации, осуществляющей научные исследования за счет средств федерального бюджета - заявителя тематики научных исследований (далее - научная тема)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ ИМ. Г.И. БУДКЕРА СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Наименование учредителя либо государственного органа или организации, осуществляющих функции и полномочия учредителя

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Наименование научной темы

Тема № 1.3.3.7.2. Электронное охлаждение, ускорительная масс спектрометрия, ионные ускорители

Код (шифр) научной темы, присвоенной учредителем (организацией)

FWGM-2021-0014

Номер государственного учета научно-исследовательской, опытно-конструкторской работы в Единой государственной информационной системе учета результатов научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения (далее - ЕГИСУ НИОКТР)³

Нет данных

Срок реализации научной темы

Год начала (для продолжающихся научных тем)	Год окончания
2021	2023

Наименование этапа научной темы (для прикладных научных исследований)

Нет данных

Срок реализации этапа научной темы (дата начала и окончания этапа в формате ДД.ММ.ГГ. согласно техническому заданию)

Дата начала	Дата окончания



Вид научной (научно-технической) деятельности (нужное отмечается любым знаком в соответствующем квадрате)

Фундаментальное исследование

Ключевые слова, характеризующие тематику (от 5 до 10 слов, через запятую)

Электронное охлаждение, адронные взаимодействия, электронный пучок, ускорители адронов, ускорительная масс-спектрометрия, ускорители заряженных частиц, синхротрон.

Коды тематических рубрик Государственного рубрикатора научно-технической информации (далее - ГРНТИ)⁴

29.05.81 : Методика и техника эксперимента в физике элементарных частиц	29.15.39 : Методика и техника ядерно-физического эксперимента
-------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

Коды международной классификации отраслей науки и технологий, разработанной Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) (FOS, 2007)

В случае если для тем, для которых указаны коды классификаторов ГРНТИ/ОЭСР разных тематических рубрик первого уровня, определяется ведущее направление наук (указывается первым) и дается обоснование междисциплинарного подхода

1.3.4 : Ядерная физика

В случае соответствия тем одному коду классификаторов ГРНТИ/ОЭСР, описание не приводится

Нет данных

Соответствие научной темы приоритетным направлениям Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (далее - СНТР)⁷

В случае соответствия заявленной темы нескольким приоритетам СНТР определяется ведущее приоритетное направление по приоритету СНТР (указывается первым) и дается обоснование и описание межотраслевого подхода

а) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;

Обоснование межотраслевого подхода (в случае указания нескольких направлений приоритетов)

Нет данных



Цель научного исследования

Формулируется цель научного исследования

Целью работ является дальнейшее развитие физики систем электронного охлаждения на различные области энергий электронного пучка от высоких 1-8 МэВ до низких 1 кВ энергий для перспективных систем физических исследовательских установок в области ядерной физики. Кинетика взаимодействия электронного и ионного пучков в сильном магнитном поле обладает рядом особенностей, которые отличают ее от чисто кулоновского взаимодействия. Данной проблеме посвящено большое количество экспериментальных и теоретических, а также работ по компьютерному моделированию. Несмотря на это в данной тематике остается достаточно большое количество неисследованных областей, требующих дополнительного изучения. Особенно это касается взаимодействия электронов и ионов при высокой энергии, где экспериментально накопленный опыт не очень велик. Сопутствующей целью работы является разработка проекта надежного и эффективного источника тяжелых ионов для широкого спектра исследовательских и прикладных задач на основе синхротрона с электронным охлаждением. Метод электронного охлаждения успешно применяется в ускорительных комплексах для исследований в области ядерной физики и физики высоких энергий. «Холодные» ионные пучки имеют предельно малые поперечные размеры и разброс энергии, что позволяет оптимизировать магнитную структуру синхротрона и транспортных каналов высокой энергии, схему медленного выпуска из синхротрона. Применение электронного охлаждения позволяет эффективно накапливать пучки тяжелых ионов высокой интенсивности. В совокупности это позволяет спроектировать надежный, гибкий, и высокоэффективный ускорительный комплекс для генерации интенсивных пучков тяжелых ионов. Использование электростатических ускорителей прямого действия позволяет развивать метод ускорительной масс-спектрометрии на первом в России УМС комплексе. Ускорительная масс-спектрометрия (УМС) - современный сверхчувствительный метод изотопного анализа вещества для проведения прикладных и фундаментальных исследований в археологии, геологии, биомедицине, физике, химии и других областях науки. Метод УМС основан на «извлечении» из исследуемого образца отдельных атомов, с последующим поштучным подсчетом интересующих атомов.

Актуальность проблемы, предлагаемой к решению



Расширение требований к параметрам пучков тяжелых заряженных частиц поставило ряд новых задач в физике и технике установок электронного охлаждения. К настоящему времени КХД хорошо изучена в области высоких энергий. Но экспериментальные данные в области низких и средних энергий, важные для понимания внутренней структуры и динамики адронов, недостаточны и, зачастую, противоречивы. Поэтому в настоящее время во многих мировых центрах строятся или проектируются многофункциональные ускорительные комплексы на энергию ГэВ-го диапазона позволяющие работать как с протонами, так и различными ионами и планирующие эксперименты в области ион-электронных столкновений. Самыми известными из них являются проекты НИКА (Россия), FAIR (Германия), HIAF (Китай) и MEIC (США), DERICA (Россия). Они создаются для получения интенсивных пучков первичных и радиоактивных ионов для проведения экспериментов в области физики экзотических ядер, ядерной спектроскопии, прецизионного измерения масс, физики высокой плотности энергии, ядерных реакций в экстремальных условиях звездной материи, уникальные эксперименты по изучению атомных свойств редких изотопов и др. Одним из ключевых свойств в получении требуемых параметров пучков является использование различных типов охлаждения, которое позволяет не только накопить большое количество заряженных частиц, но также обеспечить формирование коротких сгустков и уменьшить влияние факторов ведущих к деградации пучка, таких как внутripучковое рассеяние, эффекты встреч пучков и рассеяние на внутренней мишени. Электронному охлаждению по-прежнему принадлежит ведущая роль в решении этих проблем. Несмотря на 60 летнюю историю развития этого направления оно по-прежнему остается глубоко актуальным, что подчеркивают первые обнадёживающие эксперименты по электронному охлаждению ионных пучков в RHIC на высокой энергии выполненные в лаборатории BNL (США, 2019). Протонные и ионные пучки, генерируемые ускорителями заряженных частиц, находят широкое применение, не только для фундаментальных исследований, так и для решения различных прикладных задач. Среди наиболее важных приложений стоит выделить применение протонных и ионных пучков для медико-биологических исследований, лучевой терапии онкологических заболеваний, для моделирования влияния космического излучения на радиоэлектронное оборудование и материалы, для технологий ионного микрозондирования и радиационно-индуцированных мутаций растений, и др. Высокая эффективность облучения ионными пучками различных живых систем и материалов обусловлена особенностями взаимодействия тяжелых частиц с веществом. Основная часть энергии, выделяемая ионами в веществе, сконцентрирована в конце пробега, в области так называемого «пика Брэгга». Положение пика Брэгга регулируется по глубине изменением энергии ионов. Таким образом пучки ионов высокой энергии могут применяться для точного выделения дозы излучения высокой плотности в заданной области. Ускорительная масс-спектрометрия направлена на анализ образцов с наличием редкого изотопа в образце на крайне низком уровне. Его количество может находиться на уровне 10^{-12} - 10^{-15} в сравнении с основным изотопом. Чувствительность УМС ограничена фоном «посторонних» ионов, преодолевших все степени селекции анализатора за счет процессов рассеяния, ионизации, захвата электрона, потери энергии при взаимодействии с остаточным газом и стенками вакуумного оборудования и т.д. Исследование механизмов выделения чистых пучков и формирования ионного фона является актуальной задачей для повышения надежности и оптимизации радиоуглеродного анализа миллиграммовых образцов методом УМС анализа.



Описание задач, предлагаемых к решению

Основой метода электронного охлаждения является “теплообмен” между пучком ионов, циркулирующим в накопителе, и пучком “холодных” (обладающих малым среднеквадратичным разбросом скоростей в системе центра масс) электронов, движущихся с той же средней скоростью. С этой целью в одном из прямолинейных промежутков накопительного кольца устанавливается система электронного охлаждения. Ионный пучок на каждом обороте часть своего пути летит в сопровождающем его электронном облаке. Благодаря тому, что средние скорости ионов и электронов равны сечение их взаимодействия при кулоновских взаимодействиях сильно возрастает. Величина этого сечения определяется только относительной скоростью частиц в системе, движущейся со средней скоростью. Это приводит к возникновению эффективного трения ионов и быстрому их охлаждению. В результате такого кулоновского взаимодействия частиц, температура ионов уменьшается до тех пор, пока не станет равной температуре электронов в сопутствующей системе отсчета. Теплообмен между горячими ионами, имеющими температуру десятки миллионов градусов, и замагниченными электронами с эффективной температурой около 1 градуса Кельвина открывает уникальные возможности по получению требуемых параметров ионных пучков. Одними из основных факторов влияющих на декремент охлаждения является ларморовское вращение электронов и их дрейфовое движение вдоль силовых линий. При достаточно большой искривленности силовой линии это будет восприниматься как некоторая эффективная температура “электронного” газа в сопутствующей с ионом системе отсчета. Поэтому требуется дополнительный анализ возможностей для создания прецизионных соленоидов, которые можно использовать на участке взаимодействия. Для создания качественного электронного пучка, его диагностики и транспортировке к участку охлаждения необходимо создание специализированного стенда на котором можно обрабатывать различные физико-технические решения. Достижение высококачественного ионного пучка в накопительном кольце кроме положительного влияния на точность физического эксперимента несет и дополнительные проблемы связанные с устойчивостью этого пучка и увеличением роли рекомбинации в общих потерях. Данная область физики ускорителей не достаточно изучена и требуются дополнительные исследования. Проектирование тяжелоионного синхротрона с электронным охлаждением важно для исследовательских и технологических целей. Расчеты оптической системы и динамики пучка в тяжелоионном синхротроне с электронным охлаждением. Проектирование магнито-вакуумной системы тяжелоионного синхротрона с электронным охлаждением. Проектирование установки электронного охлаждения для тяжелоионного синхротрона. В рамках работ по развитию ускорительной масс-спектрометрии планируется провести следующие работы. Исследование селекции ионных пучков в УМС ИЯФ. Исследование влияния ионного фона на радиоуглеродный анализ образцов на УМС ИЯФ. Исследование по выделению чистого пучка ионов радиоуглерода на УМС ИЯФ. Проведение экспериментов по радиоуглеродному анализу образцов на УМС ИЯФ.

Предполагаемые (ожидаемые) результаты и их возможная практическая значимость (применимость)

Предполагаемые результаты: Развитие метода высоковольтного охлаждения для его использования для различных физических задач. Развитие новых подходов к реализации электронного охлаждения на высокой и низкой энергии, создание научно-технического задела для будущих работ в области электростатических ускорителей прямого действия. Развитие методов применения электронного охлаждения в протонных и ионных ускорителях для исследовательских и прикладных задач. Создание проекта тяжелоионного синхротрона с электронным охлаждением для научных и прикладных исследований. Развитие метода УМС на первом в России комплексе УМС для повышения надежности и оптимизации радиоуглеродного анализа миллиграммовых образцов. Проведения экспериментов по радиоуглеродному анализу образцов на УМС ИЯФ. Возможная практическая значимость: Развитие метода электронного охлаждения для его использования для различных физических задач. Предложения по использованию этого метода для создания установок электронного охлаждения в ускорительном комплексе FAIR и российском проекте НИКА. Развитие новых подходов к реализации электронного охлаждения на высокой и низкой энергии, создание научно-технического задела для будущих работ в области электростатических ускорителей прямого действия. Создание физико-технического проекта тяжелоионного синхротрона с электронным охлаждением для исследовательских и технологических целей. Создание технического проекта магнито-вакуумной системы тяжелоионного синхротрона с электронным охлаждением. Создание технического проекта установки электронного охлаждения для тяжелоионного синхротрона. Повышения надежности и оптимизация радиоуглеродного анализа миллиграммовых образцов методом ускорительной масс-спектрометрии. Экспериментальное подтверждение эффективности метода ускорительной масс-спектрометрии по радиоуглеродному анализу тестовых образцов на УМС ИЯФ.



Научное и научно - техническое сотрудничество, в том числе международное

1. Развитие ключевых технологий электронного охлаждения для Ускорительного Комплекса Тяжелых Ионов Высокой Интенсивности HIAF (16-52-53016) Россия-Китай 2. Поставка высоковольтной системы (RU/E-17004) Россия-Китай 3. Научная разработка установки электронного охлаждения в HESR (4500165518) Россия-Германия 4. Разработка второго модуля источника питания (б/н) Россия-Германия 5. Разработка системы электронного охлаждения коллайдера NICA, изготовление и испытание прототипов её компонент (16-117) 6. Изготовление системы электронного охлаждения Бустера ускорительного комплекса NICA (13-57) 7. Изготовление конструктивных элементов и систем установки электронного охлаждения коллайдера NICA 2.5MB (18-49) 8. Развитие методов электронного охлаждения в установках мегавольтового диапазона (0305-2019-0020) 9. Разработка протонных и ионных ускорителей для научных, технологических, медико-биологических исследований и терапии рака (0305-2019-0019)

Планируемые показатели на финансовый год

2021 год			
№ п/п	Наименование показателя (в зависимости от характера научных исследований (фундаментальные, поисковые, прикладные))	Единицы измерения	Значение
1	Публикации (типа article и review) в научных журналах, индексируемых в международных базах научного цитирования (Web of Science Core Collection и (или) Scopus)	единиц	4,000
1.1	Публикации в научных журналах первого и второго квартилей, (квартиль журнала определяется по квартилю наивысшей из имеющихся тематик журнала по данным на момент представления таблицы)	единиц	
2	Рецензируемые доклады в основной программе конференций по тематической области Computer Science уровня А и А* по рейтингу CORE, опубликованные в сборниках конференций или зарубежных журналах	единиц	
3	Прочие публикации в научных журналах, входящих в ядро РИНЦ	единиц	
4	Прочие публикации (препринты и другие) в общепризнанных международных репозиториях по отраслям науки (SSRN, RePEc, arXiv.org и другие)	единиц	
5	Доклады на ведущих международных научных (научно-практических) конференциях в Российской Федерации и за рубежом	единиц	
6	Рецензируемые монографии (при наличии ISBN), рецензируемые энциклопедии (при наличии ISBN)	единиц	
7	Главы в рецензируемых монографиях (при наличии ISBN), статьи в рецензируемых энциклопедиях (при наличии ISBN)	единиц	
8	Аналитические материалы в интересах (по заказам) органов государственной власти	единиц	
9	Число поданных заявок на получение патента или регистрацию результата интеллектуальной деятельности (далее — РИД)	единиц	
10	Доля исследователей в возрасте до 39 лет в численности основных исполнителей темы	%	
11	Защищённые диссертации по теме исследования		
11.1	кандидатские	единиц	
11.2	докторские	единиц	
12	Количество планируемых к разработке медицинских технологий в рамках научной темы	единиц	



2022 год			
№ п/п	Наименование показателя (в зависимости от характера научных исследований (фундаментальные, поисковые, прикладные))	Единицы измерения	Значение
1	Публикации (типа article и review) в научных журналах, индексируемых в международных базах научного цитирования (Web of Science Core Collection и (или) Scopus)	единиц	4,000
1.1	Публикации в научных журналах первого и второго квартилей, (квартиль журнала определяется по квартилю наивысшей из имеющихся тематик журнала по данным на момент представления таблицы)	единиц	
2	Рецензируемые доклады в основной программе конференций по тематической области Computer Science уровня A и A* по рейтингу CORE, опубликованные в сборниках конференций или зарубежных журналах	единиц	
3	Прочие публикации в научных журналах, входящих в ядро РИНЦ	единиц	
4	Прочие публикации (препринты и другие) в общепризнанных международных репозиториях по отраслям науки (SSRN, RePEc, arXiv.org и другие)	единиц	
5	Доклады на ведущих международных научных (научно-практических) конференциях в Российской Федерации и за рубежом	единиц	
6	Рецензируемые монографии (при наличии ISBN), рецензируемые энциклопедии (при наличии ISBN)	единиц	
7	Главы в рецензируемых монографиях (при наличии ISBN), статьи в рецензируемых энциклопедиях (при наличии ISBN)	единиц	
8	Аналитические материалы в интересах (по заказам) органов государственной власти	единиц	
9	Число поданных заявок на получение патента или регистрацию результата интеллектуальной деятельности (далее — РИД)	единиц	
10	Доля исследователей в возрасте до 39 лет в численности основных исполнителей темы	%	
11	Защищённые диссертации по теме исследования		
11.1	кандидатские	единиц	
11.2	докторские	единиц	
12	Количество планируемых к разработке медицинских технологий в рамках научной темы	единиц	



2023 год			
№ п/п	Наименование показателя (в зависимости от характера научных исследований (фундаментальные, поисковые, прикладные))	Единицы измерения	Значение
1	Публикации (типа article и review) в научных журналах, индексируемых в международных базах научного цитирования (Web of Science Core Collection и (или) Scopus)	единиц	4,000
1.1	Публикации в научных журналах первого и второго квартилей, (квартиль журнала определяется по квартилю наивысшей из имеющихся тематик журнала по данным на момент представления таблицы)	единиц	
2	Рецензируемые доклады в основной программе конференций по тематической области Computer Science уровня A и A* по рейтингу CORE, опубликованные в сборниках конференций или зарубежных журналах	единиц	
3	Прочие публикации в научных журналах, входящих в ядро РИНЦ	единиц	
4	Прочие публикации (препринты и другие) в общепризнанных международных репозиториях по отраслям науки (SSRN, RePEc, arXiv.org и другие)	единиц	
5	Доклады на ведущих международных научных (научно-практических) конференциях в Российской Федерации и за рубежом	единиц	
6	Рецензируемые монографии (при наличии ISBN), рецензируемые энциклопедии (при наличии ISBN)	единиц	
7	Главы в рецензируемых монографиях (при наличии ISBN), статьи в рецензируемых энциклопедиях (при наличии ISBN)	единиц	
8	Аналитические материалы в интересах (по заказам) органов государственной власти	единиц	
9	Число поданных заявок на получение патента или регистрацию результата интеллектуальной деятельности (далее — РИД)	единиц	
10	Доля исследователей в возрасте до 39 лет в численности основных исполнителей темы	%	
11	Защищённые диссертации по теме исследования		
11.1	кандидатские	единиц	
11.2	докторские	единиц	
12	Количество планируемых к разработке медицинских технологий в рамках научной темы	единиц	

Сведения о руководителе

№ п/п	Фамилия	Имя	Отчество (при наличии)	Год рождения	Ученая степень	Ученое звание	Должность	WOS Research ID	Scopus Author ID	РИНЦ ID	Ссылка на web-страницу
1	Пархомчук	Василий	Васильевич	Нет данных	Доктор физико-математических наук	Академик	г.н.с.	В-3835-2017	7003560176	36925	Нет данных

**Сведения об основных исполнителях**

№ п/п	Фамилия	Имя	Отчество (при наличии)	Год рождения	Ученая степень	Ученое звание	Должность	WOS Research ID	Scopus Author ID	РИНЦ ID	Ссылка на web-страницу
1	Петрожицкий	Алексей	Валентинович	Нет данных	Нет данных	Нет данных	н.с.	Нет данных	26530537200	Нет данных	Нет данных
2	Востриков	Владимир	Александрович	Нет данных	Нет данных	Нет данных	н.с.	Нет данных	15071295000	218996	Нет данных
3	Блинов	Михаил	Федорович	Нет данных	Нет данных	Нет данных	н.с.	Нет данных	55106210400	82344	Нет данных
4	Антохин	Евгений	Игоревич	Нет данных	Нет данных	Нет данных	н.с.	Нет данных	6603097535	118267	Нет данных
5	Рева	Владимир	Борисович	Нет данных	Кандидат физико-математических наук	Нет данных	в.н.с.	Нет данных	7005546174	36464	Нет данных
6	Брызгунов	Максим	Игоревич	Нет данных	Кандидат физико-математических наук	Нет данных	с.н.с.	Нет данных	15070094700	750635	Нет данных
7	Бублей	Александр	Валентинович	Нет данных	Кандидат физико-математических наук	Нет данных	с.н.с.	Нет данных	15070376700 838 0396300	38594	Нет данных
8	Гончаров	Анатолий	Данилович	Нет данных	Кандидат физико-математических наук	Нет данных	с.н.с.	Нет данных	7102116557	300378	Нет данных
9	Панасюк	Виталий	Михайлович	Нет данных	Нет данных	Нет данных	с.н.с.	Нет данных	10045695200 150 71116700	32931	Нет данных
10	Растигеев	Сергей	Анатольевич	Нет данных	Кандидат физико-математических наук	Нет данных	с.н.с.	Нет данных	15132655300	Нет данных	Нет данных

Планируемая численность персонала, выполняющего исследования и разработки, всего в том числе:	46,000
Исследователи (научные работники)	15,000
Педагогические работники, относящиеся к профессорско-преподавательскому составу, выполняющие исследования и разработки	0,000
Другие работники с высшим образованием, выполняющие исследования и разработки (в том числе эксперты, аналитики, инженеры, конструкторы, технологи, врачи)	11,000
Техники	0,000
Вспомогательный персонал (в том числе ассистенты, стажеры)	20,000



Научный задел, имеющийся у коллектива, который может быть использован для достижения целей, предлагаемых к разработке научных тем или результаты предыдущего этапа

Установки электронного охлаждения работают на многих передовых ускорительных комплексах по всему миру. Со времени своего открытия в мире было создано порядка 20 таких установок во многих из которых и ИЯФ СО РАН принимал активное научное и практическое участие. Это первая в мире установка ЭПОХА и стенд для исследования свойств силы трения МОСОЛ на которых были получены первые результаты по физике электронного охлаждения. В рамках международного сотрудничества ИЯФ СО РАН спроектировал и построил установки электронного охлаждения для ускорительных комплексов SIS-18 (Германия), для CSRm и CSRe (Китай), для кольца входящего в состав большого адронного коллайдера LHC (ЦЕРН) и для синхротрона COSY (Германия). Самый высоковольтный в мире электронный охладитель антипротонного пучка в коллайдере TEVATRON начинался в сотрудничестве с ИЯФ, а затем был построен командой ученых приглашенных из ИЯФ под руководством С. Нагайцева. Уникальный коллайдер тяжелых ионов NICA, создаваемый в ОИЯИ (г. Дубна), позволит ученым исследовать свойства сверхплотной ядерной материи, существовавшей на начальных стадиях развития Вселенной. Это подразумевает создание нового коллайдерного комплекса, где будут сталкиваться пучки тяжелых ионов на относительно низких энергиях - несколько GeV на нуклон. Для реализации этой программы в ИЯФ СО РАН была создана установка электронного охлаждения на 60 кВ, которая позволит накапливать достаточное количество тяжелых ионов для последующих физических экспериментов. Для обеспечения требуемого качества пучка на энергии эксперимента необходим еще один электронный охладитель на энергию 2.5 МэВ и расширения информационной базы для создания и использования таких установок критически важно для успешной реализации проекта. В ИЯФ СО РАН накоплен значительный опыт в проектировании и создании, как отдельных элементов, так и ускорителей в целом для исследований в областях физики высоких энергий и физики ядра. Это обстоятельство дает возможность приложить накопленные знания и опыт к проблеме создания надежных ионных ускорителей для научных и прикладных целей. В рамках работ по развитию ускорительной масс-спектрометрии сотрудниками ИЯФ СО РАН не только спроектирован и создан ускорительный масс-спектрометр, но и накоплен уникальный, многолетний опыт эксплуатации и адаптации УМС-комплекса под конкретные научные задачи.

**Фундаментальные научные исследования, поисковые научные исследования, прикладные научные исследования**

Вид публикации (статья, глава в монографии, монография и другие)	Дата публикации	Библиографическая ссылка	Идентификатор
статья	10.07.2018	Denisov A.P., Parkhomchuk V.V., Reva V.B., Putmakov A.A., Li J., Mao L.J., Tang M.T., Zhao H., Ma X.M., Yang X.D. Cascade Transformer Based on the Volume Coil for Power Transmission under High Voltage. Technical Physics. - 2018. - Vol. 63, Is. 8. - P. 1212-1222.	
статья	10.07.2019	A. P. Denisov, M. I. Bryzgunov, A. V. Ivanov, V. V. Parkhomchuk, A. A. Putmakov and V. B. Reva. Compact Electron Gun for High-Voltage Electron Cooling Systems. Physics of Particles and Nuclei Letters, 2019, Vol. 16, No. 6, pp. 876-884.	
статья	10.07.2018	L. V. Zinovyev, A. V. Smirnov, A. S. Sergeev, S. V. Semenov, S. Y. Kolesnikov, E. A. Kulikov, Y. A. Tumanova, A. V. Alfeyev, M. I. Bryzgunov, A. V. Bublely and V. B. Reva. Start of Electron Cooling System for the NICA Booster. Physics of Particles and Nuclei Letters ISSN 1547-4771. Vol. 15, No. 7, 2018, p. 745-748.	
статья	10.07.2019	Научные задачи перспективного ускорительно-накопительного комплекса DERICA для исследования радиоактивных изотопов Л.В. Григоренко, Б.Ю. Шарков, А.С. Фомичев, А.Л. Барабанов, ... В.В.Пархомчук, П.Ю.Шатунов, Ю.М.Шатунов, УФН, выпуск 11, 2019, DOI: 10.3367/UFNr.2018.07.038387.	
статья	10.07.2018	V. V. Parkhomchuk, M. I. Bryzgunov, A. V. Bublely, A. D. Goncharov, A. P. Denisov, N. S. Kremnev, V. A. Polukhin, A. A. Putmakov, V. B. Reva and D. N. Skorobogatov Design of the 2.5 MV Electron Cooling System and the Potential for Increasing NICA Collider Luminosity. Physics of Particles and Nuclei Letters ISSN 1547-4771. Vol. 15, No. 7, 2018. p. 793-797.	
статья	10.07.2017	M. I. Bryzgunov, V. Kamerdzhev, J. Li, L. J. Mao, V. V. Parkhomchuk, V. B. Reva, X. D. Yang and H. Zhao. Bunch Beam Cooling. ISSN 1547-4771, Physics of Particles and Nuclei Letters, 2017, Vol. 14, No. 4, pp. 615-623.	
статья	10.07.2020	Rastigeev S.A., Goncharov A.D., Klyuev V.F., Konstantinov E.S., Parkhomchuk V.V., Petrozhitskii A.V., Frolov A.R. Radiocarbon Dating User Samples with the BINP Accelerator Mass Spectrometer //Physics of Particles and Nuclei Letters, Volume 17, Issue 4, 1 July 2020, Pages 635-638 DOI: 10.1134/S154747712004038X ISSN: 15474771	
статья	01.12.2018	Rastigeev S.A., Goncharov A.D., Klyuev V.F., Konstantinov E.S., Parkhomchuk V.V., Petrozhitskii A.V., Frolov A.R. Radiocarbon Analysis of Samples by a 1-MV AMS Spectrometer at Ion Charge State 3+//Physics of Particles and Nuclei Letters, Volume 15, Issue 7, 1 December 2018, Pages 986-989 DOI: 10.1134/S1547477118070609 ISSN: 15474771	
статья	01.01.2018	Rastigeev S.A., Parkhomchuk, V.V., Klyuev V.F. An Electrostatic Tandem Accelerator for an Accelerator Mass Spectrometer// Instruments and Experimental Techniques Volume 61, Issue 1, 1 January 2018, Pages 79-84 DOI: 10.1134/S0020441218010098 ISSN: 00204412	
статья	10.07.2012	В.А. Востриков, В.А. Киселев, Е.Б. Левичев, В.В. Пархомчук, В.Б. Рева, С.В. Синяткин. Проект синхротрона с электронным охлаждением для терапии рака. Письма в журнал "Физика элементарных частиц и атомного ядра", 2012, No. 4-5 (174-175), стр. 700-705.	

**Реализованные научно-исследовательские работы по тематике исследования**

Год реализации	Наименование	Номер государственного учёта в ЕГИСУ НИОКТР
----------------	--------------	---------------------------------------------

Подготовленные аналитические материалы в интересах и по заказам органов государственной власти

Год подготовки	Наименование	Заказчик
----------------	--------------	----------

Доклады по тематике исследования на российских и международных научных (научно-технических) семинарах и конференциях

Дата проведения	Место проведения	Наименование доклада	Статус доклада	Докладчик
	Нет данных	High Voltage Cooler NICA Status and Ideas		V.B.Reva
	Нет данных	Novel approach to design of the compact proton synchrotron magnetic lattice		Vostrikov V.A
	Нет данных	Status of the electron cooler for NICA booster and results of its commissioning.		M.Bryzgunov
	Нет данных	COSY experience of electron cooling.		V. B. Reva
	Нет данных	The Status of the Electron Cooling System for the NICA Collider		V.V. Parkhomchuk

Выявленные Результаты Интеллектуальной Деятельности

Виды РИД	Дата подачи заявки или выдачи патента, свидетельства	Наименование РИД	Номер государственной регистрации РИД
----------	------------------------------------------------------	------------------	---------------------------------------

Защищённые диссертации (кандидатские/докторские)

Вид диссертации	Дата защиты	Наименование Диссертации	Номер государственного учета реферативно-библиографических сведений о защищённой диссертации на соискание учёной степени в ЕГИСУ НИОКТР
-----------------	-------------	--------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Планируемое финансирование научной темы

Основное финансирование(тыс. руб.)	Финансовый год	Плановый период (год +1)	Плановый период (год +2)
Средства федерального бюджета	83741,589	34546,537	0
Итого	83741,589	34546,537	0

М.П.

