



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 № 1.3.3.5.6. Исследование и развитие методов получения пучков частиц высокой интенсивности для электрон-позитронных коллайдеров

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

FWGM-2021-0019

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)

Клистрон, модулятор, ускоряющая секция, умножитель мощности, инжектор, источник позитронов, линак, конверсионная система.

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

29.35.37 : Электронная и ионная эмиссия

29.35.39 : Корпускулярная оптика. Пучки заряженных частиц

29.35.45 : Вакуумные электронно-волновые приборы СВЧ-диапазона

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

В настоящее время в ИЯФ СО РАН функционируют два электрон-позитронных коллайдера, ВЭПП-2000 и ВЭПП-4М, совместно перекрывающие диапазон энергий от 150 МэВ до 5 ГэВ в пучке. Часть времени комплекс ВЭПП-4 работает как источник синхротронного излучения, по программе Сибирского Центра Синхротронных Исследований. С 2016 года обеспечивает оба коллайдера интенсивными пучками электронов и позитронов единый инжекционный комплекс ВЭПП-5. Поскольку детекторы КМД-3, СНД и КЕДР на коллайдерах, а также потребители на станциях СИ имеют утверждённую физическую программу экспериментов, важной составляющей являются работы, направленные на повышение надёжности работы инжекционного комплекса. Программа модернизации работающих комплексов включает в себя дальнейшее развитие СВЧ-технологий линейных ускорителей, создание высокопроизводительных систем конверсии и накопления позитронного пучка, с целью отвечать современным требованиям настоящих и будущих инжекторов для источников СИ, коллайдеров и пр.

Актуальность проблемы, предлагаемой к решению

Программа развития коллайдеров ИЯФ СО РАН предполагает максимальное использование существующей инфраструктуры для отработки ускорительных технологий с последовательной модернизацией отдельных систем и одновременной работой по физической программе детекторов, а также сооружение и отладку прототипов для коллайдеров будущего (Мюмюэрон, Супер С-Тау Фабрика, FCCee и др.). Таким образом, актуальными являются исследования динамики пучков в линейных ускорителях и каналах транспортировки, повышающие стабильность параметров выпускаемых пучков, а также модернизация систем, повышающих производительность и надёжность инжектора. Одной из основных характеристик инжекционного комплекса является скорость накопления позитронов. Она в свою очередь зависит от возможностей электронной пушки, линейного ускорителя электронов, конверсионной системы, линейного ускорителя позитронов и от коэффициента захвата в накопитель. Количество электронов на выходе электронной пушки примерно соответствует тому, что может принять линейный ускоритель, однако в настоящее время заряд пучка после второй ускоряющей структуры уже примерно в два раза меньше. Эти потери частиц пучка можно снизить, внося некоторые изменения в настройки начальной части линейного ускорителя электронов. Магнит-концентратор согласуется с линейным ускорителем позитронов при помощи соленида, одна из катушек которого требует замены. Из-за несогласования магнитного поля, даже после настройки линейных ускорителей на максимальную производительность, в текущей конфигурации темп накопления позитронов снижен примерно в 3 раза от номинала. Для некоторых потребителей пучка (например, комплекс ВЭПП-4М) эффективность перепуска пучка и время необходимое на дальнейшее ускорение значительно зависят энергии инжекции. Энергия пучка на инжекционном комплексе в настоящий момент составляет 395 МэВ, что несколько ниже проектного значения, и определяется возможностями линейных ускорителей. Она может быть ограничена мощностью ВЧ, поступающей в ускоряющие структуры, или связана с неправильной фазировкой ускоряющих структур, ошибками рабочих температур элементов ускорителя или с большим разбросом сдвигов фазы на ячейке ускоряющей структуры. В связи с этим необходимо провести изучение причин недобора энергии в линейном ускорителе позитронов и предпринять меры по их устранению. По предварительным оценкам это позволит поднять энергию инжекционного комплекса на 7-10 %, что существенно улучшит рабочую ситуацию на ВЭПП-4М и приведет к росту светимости и уменьшению времени на совершение цикла ускорения и перепуска частиц на нем. На накопителе-охладителе используется схема однооборотной инжекции с предударом накопленного пучка для каждого типа частиц. Таким образом на накопителе-охладителе установлено 4 кикера (удар + предудар для каждого типа частиц). В настоящий момент особенностью импульсных источников питания кикеров является быстрый спад напряжения практически сразу за быстрым нарастанием. В этой ситуации небольшие отклонения времён запуска кикеров приводят к заметным изменениям в траектории пучка, из-за чего может ухудшаться коэффициенты впуска или выпуска пучка из накопителя-охладила. Для устранения этой проблемы предлагается разработать новый импульсный источник питания для кикеров накопителя-охладила с «полкой» на уровне 30-50 нс.



Описание задач, предлагаемых к решению

Развитие СВЧ технологий линейных ускорителей электронов с рабочими частотами в районе 3 ГГц и выше в ИЯФ СО РАН работает инжекционный комплекс ВЭПП-5, который основан на линейном электрон-позитронном СВЧ ускорителе S-диапазона. Несмотря на успешную его работу, очевидно, что с учетом современных требований необходима модернизация тех идей и технологий, которые были заложены при создании комплекса ВЭПП-5. Данная работа направлена на развитие ключевых элементов линейного СВЧ ускорителя с целью отвечать современным требованиям настоящих и будущих инжекторов для источников СИ, коллайдеров и пр. Исследование и оптимизация эффективности инъекции электронов и позитронов инжекционного комплекса ВЭПП-5 Инжекционный комплекс ВЭПП-5 используется для снабжения электронными и позитронными пучками коллайдеров ВЭПП-4М и ВЭПП-2000 и рассматривается в качестве возможного источника частиц для перспективных проектов. Производительность и стабильность работы инжекционного комплекса влияют на результаты работы всех потребителей пучка, и поэтому является актуальной задачей. В состав комплекса входят источник электронов и позитронов на основе линейных ускорителей с рабочей энергией 400 МэВ, накопитель-охладитель, а также каналы транспортировки пучка до коллайдеров ВЭПП-4М и ВЭПП-2000. Предлагаемый план работ нацелен на улучшение рабочих характеристик инжекционного комплекса, а именно: увеличение числа частиц, производимых и передаваемых потребителям пучков; увеличение максимальной энергии пучков; уменьшения задержек в различных технологических процессах; а также повышение стабильности и надёжности работы инжекционного комплекса.

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

Предполагаемые результаты: 1) Одним из ключевых параметров ускоряющей структуры является набег фазы на ускоряющую ячейку и шунтовое сопротивление. Должен быть создан стенд, который позволит определять данные параметры ускоряющей структуры после ее изготовления. Стенд должен быть основан на методе возмущения малым телом. 2) На основе разработанного ранее модулятора клистрона и создаваемого стенда с клистроном с уровнем мощности до 50 МВт должен быть создан стенд для исследования ключевых элементов линейного ускорителя. Стенд будет включать в себя клистрон, модулятор, волноводный тракт, систему диагностики падающих и отраженных волн. 3) Должна быть разработана конструкторская документация для изготовления ускоряющей структуры на основе диафрагмированного волновода с постоянным градиентом. На Инжекционном комплексе ИЯФ будет продолжена настройка конверсионной системы и секций линейного ускорителя позитронов для повышения темпа накопления позитронов. Запланировано изучение ограничений и повышение энергии инжекционного комплекса на 7-10 %, что существенно улучшит рабочую ситуацию на ВЭПП-4М. Для повышения эффективности и стабильности впуска/выпуска из накопителя-охладителя предлагается разработать новый импульсный источник питания для кикеров накопителя охладителя с «полкой» на уровне 30-50 нс. Развитие системы диагностики инжекционного комплекса может предоставить необходимые данные для обеспечения долговременной повторяемости состояния ускорителя, применения медленной программной обратной связи, повышения средней производительности комплекса. Каналы транспортировки пучков до ускорительных комплексов ВЭПП-4М и ВЭПП-2000 имеют сложную структуру, необходимую для согласования электронно-оптических функций и протяженность 120 и 250 метров соответственно. В настоящее время активно используются 4 режима работы инжекционного комплекса: два типа частиц * два коллайдера. Запланирована полная автоматизация переключений между режимами работы с учетом кривых намагничивания всех элементов каналов транспортировки, а также автоматическая подстройка каналов. Возможная практическая значимость: Использование стенда для настройки ускоряющих структур для линаков будущих установок. Использование стенда для тестирования клистронов и волноводных трактов. Отладка производства ускоряющих структур. Повышение эффективности конверсии и захвата позитронов в накопитель. Повышение энергии пучков электронов и позитронов на выходе Инжекционного комплекса. Повышение стабильности систем впуск/выпуск и параметров выпускаемого пучка. Создание надёжного и удобного программного обеспечения для управления ускорительным комплексом. Повышение надёжности и эффективности работы инжекционного комплекса на несколько потребителей.

Научное и научно - техническое сотрудничество, в том числе международное

Memorandum of Understanding for Collaboration in the High Luminosity LHC Project at CERN between the European Organization for Nuclear research ("CERN"), an Intergovernmental Organization having its seat at Geneva, Switzerland and Budker Institute of Nuclear Physics (BINP), Novosibirsk, Russia (2018). Имеются общие работы с ОИЯИ над ускорителем ЛУЭ-200 проекта ИРЭН. В рамках данного сотрудничества реализуется обмен технологиями, а также совместный анализ возможностей оптимизации работы ускорителя ЛУЭ-200.



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	8,000
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	8,000
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	



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	9,000
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	Беркаев	Дмитрий	Евгеньевич	Нет данных	Кандидат физико-математических наук	Нет данных	зав.сект.	нет	6504821346	5983 49	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	Левичев	Алексей	Евгеньевич	Нет данных	Кандидат физико-математических наук	Нет данных	с.н.с.	A-5907-2014	36523488800	724617	Нет данных
2	Самойлов	Сергей	Леонидович	Нет данных	Нет данных	Нет данных	вед.инж.	нет	57189843958; 7003554863	993123	Нет данных
3	Бак	Петр	Алексеевич	Нет данных	Кандидат физико-математических наук	Нет данных	с.н.с.	нет	7006869860	38726	Нет данных
4	Астрелина	Ксения	Витальевна	Нет данных	Нет данных	Нет данных	м.н.с.	нет	23975522400	782267	Нет данных
5	Балакин	Виталий	Витальевич	Нет данных	Нет данных	Нет данных	аспир.	нет	57193626053	1042809	Нет данных
6	Болховитянов	Дмитрий	Юрьевич	Нет данных	Кандидат технических наук	Нет данных	с.н.с.	нет	12039173000	527239	Нет данных
7	Васильев	Сергей	Валериевич	Нет данных	Нет данных	Нет данных	м.н.с.	нет	57205130210	827087	Нет данных
8	Еманов	Фёдор	Александрович	Нет данных	Нет данных	Нет данных	н.с.	нет	23975523400	150235	Нет данных
9	Лебедев	Николай	Никитович	Нет данных	Нет данных	Нет данных	н.с.	нет	55412899800	782392	Нет данных
10	Мальцева	Юлия	Игоревна	Нет данных	Нет данных	Нет данных	м.н.с.	нет	56770153100	827208	Нет данных
11	Мартышкин	Павел	Вениаминович	Нет данных	Кандидат физико-математических наук	Нет данных	с.н.с.	нет	6508057633	36923	Нет данных



Планируемая численность персонала, выполняющего исследования и разработки, всего в том числе:	140,000
Исследователи (научные работники)	43,000
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)	31,000
Техники	0,000
Вспомогательный персонал (в том числе ассистенты, стажеры)	66,000

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

В ИЯФ СО РАН давно ведутся работы в области СВЧ техники, которые необходимы для электрон-позитронных линейных СВЧ ускорителей. Среди основных направлений исследования можно перечислить: развитие источников СВЧ мощности, развитие источников электронов, исследования в области перспективных ускоряющих структур, анализ и оптимизация линейных ускорителей, разработка СВЧ элементов линейных ускорителей. В ИЯФ СО РАН был создан стенд для разработки собственных высокоомощных усилителей клистронного типа S-диапазона. В данный момент идет тестирование прототипа клистрона S-диапазона с выходной мощностью более 10 МВт. Разрабатывается стенд для измерения, настройки и оптимизации ускоряющих структур линейных ускорителей, который позволит исследовать частотные и фазовые характеристики структур и их градиент ускорения. Проектируются новые ускоряющие структуры с высоким темпом ускорения на основе структур W-диапазона. Проводятся исследования для создания перспективных источников электронов, в том числе на основе СВЧ пушек для будущих коллайдеров. Кроме этого, ведутся работы по исследованию и улучшению линейных СВЧ ускорителей и их элементов, а также в области динамики частиц. Инжекционный комплекс ВЭПП-5, включающий в себя и перепускные каналы до коллайдеров ВЭПП-4М и ВЭПП-2000 был построен в 2000-2010-х годах и запущен в постоянную эксплуатацию в конце 2015 года. К моменту запуска были экспериментально изучены основные характеристики всех ключевых узлов инжекционного комплекса: СВЧ-элементов линейных ускорителей, конверсионной системы, исследовалась эффективность инжекции частиц в накопитель-охладитель, проводилось изучение линейной оптики накопителя-охладителя. С момента начала эксплуатации комплекса были разработаны и внедрены алгоритмы автоматического управления устройствами комплекса для упрощения операционной работы. Был разработан и установлен на накопитель-охладитель ВЧ-резонатор 1-й гармоники, вместе с увеличением длительности импульса с электронной пушки это позволило в 2-2.5 раза увеличить зарядовую производительность комплекса. Была разработана и внедрена новая электроника для датчиков положения пучка накопителя-охладителя, благодаря чему улучшены возможности по дальнейшим исследованиям оптики накопителя-охладителя. Проведено изучение продольной динамики пучка в накопителе охладителе с новым резонатором 1й гармоники. В настоящее время зарядовой производительности Инжекционного комплекса полностью достаточно для снабжения электронами и позитронами обоих коллайдеров, действующих в ИЯФ СО РАН. Предполагается дальнейшее улучшение эксплуатационных характеристик ИК ВЭПП-5.

Фундаментальные научные исследования, поисковые научные исследования, прикладные научные исследования

Вид публикации (статья, глава в монографии, монография и другие)	Дата публикации	Библиографическая ссылка	Идентификатор
статья		D. Shwartz, K. Astrelina, V. Balakin, A. Batrakov, O. Belikov, D. Berkaev, D. Bolkhovitianov, F. Emanov, A. Frolov, K. Gorchakov, A. Kasaev, A. Kirpotin, I. Koop, A. Krasnov, N. Lebedev, E. Levichev, A. Lysenko, Yu. Maltseva, P. Martishkin, O. Meshkov, S. Motygin, A. Murasev, V. Muslivets, A. Otboev, et al, "BINP electron-positron facilities", 8 pp. Published in EPJ Web Conf. 212 (2019) 01001.	



статья		Sumbaev, A.P., Barnyakov, A.M., Levichev, A.E. Analysis of the Current Loading of an Accelerating Field Beam From a Lue-200 Accelerator (2020) Russian Physics Journal, 63 (3), pp. 516-521.	
статья		Gurov, S.M., Volkov, V.N., Zolotarev, K.V., Levichev, A.E. Injection System for the Siberian Ring Source of Photons (2020) Journal of Surface Investigation, 14 (4), pp. 651-654.	
статья		Andrianov, A.V., Arsenyeva, M.V., Barnyakov, A.M., Levichev, A.E., Pivovarov, I.L., Samoilo, S.L., Checkmenev, D.I. S-Band Klystron Development (2020) Physics of Particles and Nuclei Letters, 17 (4), pp. 552-556.	
статья		Astrelina, K., Andrianov, A., Balakin, V. et al. Current Status and Planned Upgrades of the VEPP-5 Injection Complex (2020) Physics of Particles and Nuclei Letters, 17 (4), pp. 409-414.	
статья		Grishina, K.A., Andrianov, A.V., Arsenyeva, M.V., Barnyakov, A.M., Levichev, A.E., Pivovarov, I.L., Samoylov, S.L. Analysis of Regular Accelerating Structures of a Linear Accelerator for the Injector of Siberian Photon Ring Source (2020) Physics of Particles and Nuclei Letters, 17 (1), pp. 65-72.	
статья		Arsenyeva, M.V., Barnyakov, A.M., Levichev, A.E., Nikiforov, D.A. Development of the Millimeter-Wave Accelerating Structure(2019) Physics of Particles and Nuclei Letters, 16 (6), pp. 885-894.	
статья		Barnyakov, A.M., Levichev, A.E., Pivovarov, I.L., Samoylov, S.L. Development of Waveguide Loads for High-Power SHF Devices Based on Composite Materials (2018) Physics of Particles and Nuclei Letters, 15 (7), pp. 912-914.	
статья		Barnyakov, A.M., Levichev, A.E., Pivovarov, I.L., Samoylov, S.L. 200 MeV S-Band Accelerating Module (2018) Physics of Particles and Nuclei Letters, 15 (7), pp. 923-925.	
статья		Andrianov, A.V., Barnyakov, A.M., Vakhrushev, R.V., Kolmogorov, V.V., Levichev, A.E., Samoilo, S.L. Magnetron-Based Compact Accelerator Prototype Development (2018) Physics of Particles and Nuclei Letters, 15 (7), pp. 814-818.	
статья		Emanov, F.A., Andrianov, A.V., Astrelina, et al. Status and Prospects of VEPP-5 Injection Complex(2018) Physics of Particles and Nuclei Letters, 15 (7), pp. 720-723.	
статья		Ogur, S., Charles, T., Oide, K., Papaphilippou, Y., Riolfi, L., Zimmermann, F., Ozcan, E.V., Furukawa, K., Iida, N., Kamitani, T., Miyahara, F., Barnyakov, A., Levichev, A., Martyshkin, P., Nikiforov, D., Chaikovska, I., Chehab, R., Polozov, S.M. Layout and performance of the FCC-ee pre-injector chain (2018) Journal of Physics: Conference Series, 1067 (2)	
статья		Gambaryan, V.V., Gubin, K.V., Levichev, A.E., Maltseva, Yu.I., Martyshkin, P.V., Pachkov, A.A., Peshekhonov, S.N., Trunov, V.I. Design and test of a Faraday cup for low-charge measurement of electron beams from laser wakefield acceleration(2018) Review of Scientific Instruments, 89 (6),	
статья		Nikiforov, D.A., Levichev, A.E., Barnyakov, A.M., Andrianov, A.V., Samoilo, S.L. Simulation of a Radio-Frequency Photogun for the Generation of Ultrashort Beams (2018) Technical Physics, 63 (4), pp. 585-592.	
статья		Barnyakov, A.M., Levichev, A.E., Lider, E.V., Pavlov, O.A., Pivovarov, I.L., Samoylov, S.L., Shvedova, L.Y. A High-Power S-Band RF Window for a Klystron (2018) Instruments and Experimental Techniques, 61 (2), pp. 233-238.	
статья		Nikiforov, D.A., Blinov, M.F., Fedorov, V.V., Petrenko, A.V., Logachev, P.V., Bak, P.A., Zhivankov, K.I., Ivanov, A.V., Starostenko, A.A., Pavlov, O.A., Kuznetsov, G.I., Batazova, M.A., Starostenko, D.A., Petrov, D.V., Nikitin, O.A., Akhmetov, A.R. High-Current Electron-Beam Transport in the LIA-5 Linear Induction Accelerator (2020) Physics of Particles and Nuclei Letters, 17 (2), pp. 197-203.	



статья		D. Bolkhovityanov, P. Cheblakov, On Automatic Reconnects in the Control Systems of Large Experimental Facilities, Physics of Particles and Nuclei Letters volume 17, pages 567-570 (2020).	
статья		D. Bolkhovityanov, P. Cheblakov, A Comparative Analysis of the Architecture of Control Systems of Physical Research Facilities, Physics of Particles and Nuclei Letters volume 17, pages 571-573 (2020).	
статья		K.V. Astrelina et. al "A study of longitudinal beam dynamics in the injection complex at BINP", Journal of Instrumentation, Volume 14, 2019.	
статья		О. Н. Алякринский, М. А. Батазова, Д. Ю. Болховитянов, М. Ю. Косачев, П. В. Логачев, А. М. Медведев, Ю. И. Семенов, М. М. Сизов, А. А. Старостенко, А. С. Цыганов, ПРОТОТИП ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОНОВ С МАГНИТНЫМ ПОВОРОТОМ ПУЧКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, Научное приборостроение, том 29, N 1, с. 26-32, 2019.	
статья		О. И. Мешков и др. «К вопросу об эффективности инжекции частиц в накопитель-охладитель ИЯФ СО РАН», Письма ЭЧАЯ, т.15, №2, с.146-150, (2018).	
статья		Васильев С., Касаев А., Беркаев Д. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ГЕНЕРАТОР ПИТАНИЯ КИКЕРОВ CR ПРОЕКТА FAIR, Письма в ЭЧАЯ, Т. 15, № 7(219), 2018.	
статья		Emanov F.A. "Status and Prospects of VEPP-5 Injection Complex", Physics of Particles and Nuclei Letters. - 2018. - Vol. 15, Is. 7. - P. 720-723.	
статья		V. V. Gambaryan, K. V. Gubin, A. E. Levichev, Yu. I. Maltseva, P. V. Martyshkin, A. A. Pachkov, S. N. Peshekhonov, and V. I. Trunov, Design and test of a Faraday cup for low-charge measurement of electron beams from laser wakefield acceleration Review of Scientific Instruments 89, 063303 (2018).	
статья		F. A. Emanov, D. E. Berkaev & D. Yu. Bolkhovityanov, VEPP-5 Injection Complex Control-System Software, Physics of Particles and Nuclei Letters volume 15, pages 953-955 (2018).	
статья		F. A. Emanov, P. B. Cheblakov, D. Yu Bolkhovityanov, IT Infrastructure of the VEPP-5 Injection Complex Control System, Physics of Particles and Nuclei Letters volume 15, pages 950-952 (2018).	
статья		P. A. Bak, D. Yu. Bolkhovityanov, The Control System of the 5045 Klystron Modulator on the Basis of the Compact RIO System, Instruments and Experimental Techniques. - 2018. - Vol. 61, Is. 3. - P. 370-373.	

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	UPGRADE OF APPLICATION-LEVEL SOFTWARE OF VEPP-5 INJECTION COMPLEX		Еманов Ф.А.
	Нет данных	Разработка генератора высоковольтных наносекундных прямоугольных импульсов на основе SOS-диода и сильноточных разрядников низкого давления с холодным катодом для питания пластин инфлекторов ик ВЭПП-5		Васильев С.В.
	Нет данных	Beam loss measurements using the Cherenkov effect in optical fiber for the BINP e-e+ Injection Complex		Мальцева Ю.И.
	Нет данных	Current Status and Planned Upgrades of the VEPP-5 Injection Complex		Астрелина К.В.
	Нет данных	Генератор высоковольтных наносекундных прямоугольных импульсов на основе SOS-диода и псевдоискровых тиратронов для питания пластин инфлекторов ик ВЭПП-5.		Андрианов А.В.
	Нет данных	VEPP-5 Injection Complex: New Possibilities for BINP Electron-Positron Colliders		Мальцева Ю.И.
	Нет данных	Development of high power S-band klystron		Самойлов С.Л.
	Нет данных	Excitation of millimeter wavelength cavity structure		Арсентьева М.В.

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	96726,462	99032,552	0
Итого	96726,462	99032,552	0



1-6 – заполняются согласно пункту 5 требований к заполнению формы направления сведений о состоянии правовой охраны результата интеллектуальной деятельности.