

Пояснительная записка к проекту

«Национальный центр экстремальной фотоники и лазерно-плазменных технологий»

Инициатор проекта ФГБУН Институт лазерной физики СО РАН

Научный руководитель – академик С.Н. Багаев
Директор - член-корреспондент РАН А.В. Тайченачев

Актуальность и востребованность результатов

Плазма, создаваемая мощным лазерным излучением, является уникальным объектом и инструментом. С ее помощью решаются фундаментальные и технологические задачи в очень широком спектре – изучение экстремальных состояний вещества, моделирование космической плазмы, астрофизических явлений, взрывных процессов в магнитосфере Земли, инерционный термоядерный синтез, промышленная обработка, синтез, модификация материалов, 3D аддитивные технологии. В развитых странах открываются и постоянно модернизируются центры на основе импульсных сверхмощных лазерных систем от кило до мега джоульного уровня для изучения фундаментальных плазменных процессов с одной стороны, и центры на основе мощных непрерывных лазеров мульткиловаттного уровня для создания новых промышленных технологий плазменной обработки с другой.

Новый этап в развитии лазерной физики и техники также связан с генерацией сверхсильных оптических полей ультрарелятивистской интенсивности ($>10^{23}$ Вт/см²) и их применением в фундаментальных и прикладных исследованиях. Реализация эффективного когерентного сложения полей в многоканальном варианте с суммарной энергией мульткило-джоульного уровня с высокой частотой повторения импульсов откроет принципиально новые горизонты исследования материальных сред, ультрарелятивистской и аттосекундной фотоники, генерации рентгеновского излучения с выходом в гамма диапазон, технологий лазерно-плазменного ускорения заряженных частиц и адронной терапии в медицине

Дальнейшее практическое освоение ближнего космоса, включая глобальные информационные и телекоммуникационные системы, невозможно без разработки сверхточных оптических часов, мобильных и космического базирования, которые основываются на прецизионных лазерных технологиях.

Фундаментальные исследования ближнего космоса и Радиационных Поясов мотивированы задачей защиты космической инфраструктуры - группировок GPS, Глонасс, и низкоорбитальных аппаратов. Основная угроза исходит от периодических и относительно кратковременных усилений потока релятивистских частиц, вызванных солнечной активностью. Возмущение нижней магнитосферы и ионосферы Земли, приводящее к искажению радиосигналов, остается важнейшей проблемой в повышении надежности и точности систем связи и глобальной навигации. Важнейшим элементом изучения околоземных плазменных явлений является лабораторное моделирование. В данной области работает ряд крупных установок. В США флагманом является Большая Плазменная Установка (LAPD). В настоящее время Китай создает установку нового поколения – Дипольный Эксперимент в рамках национальной программы исследования космической плазмы. Масштаб планируемых плазменных структур порядка 2 м и величина дипольного магнитного момента на два порядка превышающая существующие системы делают значительный шаг вперед и позволяют реализовать моделирование ряда явлений в реальной геометрии геомагнитного поля.

В области лазерно-плазменных (ЛП) методов обработки и синтеза материалов для промышленности и специальных технологий для ОПК происходят революционные изменения, связанные с разработкой и применением мощных импульсно-периодических лазерных систем, которые позволяют многократно качественно и количественно повысить эффективность и производительность.

Проект соответствует **Приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации** в части:

- переход к интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования
- связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики;
- противодействие техногенным угрозам, терроризму...
- возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий...

Тематика проекта поддерживается следующими **Федеральными целевыми программами**:

- 1) Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012-2020 годы
- 2) Космическая программа России на 2016-2025 годы
- 3) Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы

Документальное подтверждение значимости проекта:

а) Развитие лазерно-плазменных технологий входит в ПРОГРАММУ РЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ ДО 2025 ГОДА (документ ПРАВИТЕЛЬСТВА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ от 2016 г., пункт 6 «Центр лазерно-плазменных технологий», стр. 79).

б) Значимость создания кластера экстремальной фотоники подтверждается СОГЛАШЕНИЕМ О СОЗДАНИИ МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «Экстремальные световые поля: источники и приложения», в который входит ИЛФ СО РАН.

в) Разработка оптических часов нового поколения, компактных, мобильных часов для информационных и навигационных систем, геофизики в первую очередь необходима для системы ГЛОНАСС. ИЛФ СО РАН выполняет НИР и ОКР для системы ГЛОНАСС.

г) Научная востребованность лазерно-плазменной установки КИ-10 обеспечена Программой сотрудничества РАН и Росатома «Лабораторное моделирование плазменно-электродинамических явлений при взрывных процессах в атмосфере Земли и космической плазме» с участием РФЯЦ-ВНИИЭФ, ИПФ РАН, ВНИИА, ИДГ РАН, ЦНИИмаш, ИЛФИ. Данная программа имеет цель обеспечения безопасности РФ в ближнем космосе от угроз искусственного и естественного происхождения. ИЛФ СО РАН является участником и ключевым исполнителем научной программы. В программе сформулирована необходимость создания в РФ нового поколения экспериментальных стендов для решения стоящих задач и устранения отставания в этой области от США и Китая.

д) Грант фонда «Сколково» - «Создание опытно-промышленного образца установки лазерно-плазменного нанесения сверхтвёрдых покрытий и модификации поверхности металлов и сплавов» (решение Грантового комитета фонда «Сколково» от 29.01.2015г). В июле 2018г. завершается сборка и наладка 5 кВт многофункциональной лазерно-плазменной установки для опытно-промышленной эксплуатации.

е) Соглашение о сотрудничестве с китайской компанией Shandong Trustpipe Industry от 14.10.2014г.- «Внедрение лазерно-плазменных технологий синтеза покрытий на различных поверхностях» направлено на поставку лазерно-плазменных технологических установок (ЛПТУ) для упрочнения и антикоррозионной защиты поверхности металлических труб (в т. ч. магистральных газопроводов) и внедрения ЛП технологий на производственной линии в КНР. (В завершающей фазе согласование Технического задания и Договора поставки).

ж) Протокол совещания Сибирского отделения РАН и ОАО «РЖД» от 01.09.2014г. (п.8) - «Рекомендовать ОАО «ВНИИЖТ», ИЛФ СО РАН рассмотреть вопрос создания опытной площадки, оснащённой лазерно-плазменным оборудованием (ИЛФ СО РАН) на базе Экспериментального кольца ОАО «ВНИИЖТ» и проведения совместных работ по экспериментальному лазерно-плазменному упрочнению материалов и изделий в интересах холдинга «РЖД». (Согласование технических параметров ЛПТУ и условий Договора).

Суть проекта и конкурентные преимущества

Суть проекта заключается в разработке и внедрении новых промышленных, специальных, космических и перспективных технологий, а также экстремально мощных и экстремально прецизионных лазерных систем, на основе уникальных экспериментальных и опытно-промышленных установок с параметрами, превосходящими мировой уровень.

Отдел лазерной плазмы ИЛФ СО РАН является единственным в России и возможно в мире, где сочетаются фундаментальные исследования космической плазмы и процессов в магнитосфере Земли на основе уникальной лазерной установки «Космические Исследования - 1» и разработка технологий промышленной обработки материалов на основе высокочастотного импульсно периодического лазерного стенда.

Стенд и лаборатория «Космические исследования-1» образован в 1970-х годах для изучения космической плазмы методами лабораторного эксперимента и численного моделирования. Установка состоит из вакуумной камеры объемом 6 м³, мощным СО₂ лазером с энергией до 400 Дж в импульсе 100 нс и индукционной плазменной пушкой для создания потоков плазмы. На стенде получен ряд уникальных и приоритетных результатов, связанных с взрывными процессами в околоземной и космической плазме, эффективности передачи энергии от взрывной плазмы для проблем инерционного синтеза и ракетных двигателей, моделирования экстремальных состояний магнитосферы Земли при воздействии мощных Солнечных вспышек. На стенде КИ-1 впервые были реализованы требуемые условия для генерации перпендикулярных и квази-перпендикулярных бесстолкновительных ударных волн.

Помимо фундаментальных исследований, также велась на протяжении 40 лет разработка и внедрение СО₂ лазеров мощностью от 1,5 до 8 кВт и технологических комплексов на их основе. В конце 80-х годов на «НПО Сибэлектротерм» были изготовлены и внедрены 25 лазеров ЛНО-1.2 мощностью 1,5 кВт. По заказу администрации Новосибирской области в ИЛФ СО РАН изготовлен 3 кВт лазерный технологический комплекс многоцелевого назначения ЛТК-МНЗ для резки, сварки, термоупрочнения.

В последние годы в ИЛФ СО РАН создана уникальная установка с рекордными параметрами пульсирующей лазерной плазмы, разработан ряд эффективных лазерно-плазменных методов и технологий для упрочнения поверхности металлов и сплавов, синтеза защитных и функциональных покрытий, а также решения ряда специальных задач. Совместно с ИНХ СО РАН и ИХКГ СО РАН получен многочисленный ряд впечатляющих результатов подтверждающих эффективность применения ЛП технологий для решения актуальных задач как в машиностроении и производстве инструмента, так и в электронике и катализе:

- Высокопроизводительная технология модификации поверхности образцов из гильз цилиндров двигателей КАМАЗ приводит к 4-5 кратному увеличению твёрдости и 10-20 кратному уменьшению скорости изнашивания, при этом коэффициент трения уменьшается в два раза;
- Технологии упрочнения в 3-4 раза поверхности конструкционных и инструментальных сталей (более 20 марок);
- Модификация поверхности титановых сплавов с увеличением микротвёрдости в 7-10 раз;
- Технологии нанесения на поверхности сталей антикоррозионных высокотвёрдых (~10 ГПа) покрытий из самофлюсующихся NiCrBSi порошков на никелевой основе, а также металлокерамических высокотвёрдых (~20 ГПа) ударопрочных покрытий для металлопрокатного, режущего и штамповочного инструмента, аддитивных технологий;
- Синтез сверхтвёрдых (20 – 30 ГПа) нанокompозитных покрытий на основе карбонитридов кремния на металлах и твёрдых сплавах для защитных и антифрикционных покрытий, режущего и штамповочного инструмента. Синтез покрытий на твёрдосплавные резцы для увеличения ресурса резцов в 2,5-3 раза;
- Синтез наночастиц оксида титана, углерода, карбонитридов кремния, а также наноаэрозолей Al_2O_3 с производительностью до 430 г/час*кВт с лазерным КПД на уровне 30-40%.
- Синтез массивов ориентированных многослойных углеродных нанотрубок длиной ~ 10-20 мкм и диаметром ~ 70 нм, на меди (скорость обработки ~ 20 см²/мин. на кВт лазерной мощности) для конденсаторов и аккумуляторов сверхвысокой ёмкости (~ 20 Ф на грамм покрытия) для авто, авиа, космической и специальной техники.
- Создан 5 кВт опытно-промышленный образец установки лазерно-плазменного нанесения сверхтвёрдых покрытий и модификации поверхности металлов и сплавов для технопарка Фонда «Сколково».

Для выхода на принципиально новый уровень необходимо создание Центра на основе более мощных импульсных и импульсно-периодических лазерных систем, который позволит сочетать фундаментальные исследования космической плазмы и разработку технологий для промышленности и аэро-космической отрасли. В новом центре лазерно-плазменных технологий будет создана установка КИ-10 следующего поколения по моделированию космической плазмы, магнитосферных процессов, солнечно-Земных связей и астрофизических явлений, которая, имея вакуумную камеру объемом 70 м³ и оригинальные технологии создания лазерной плазмы, превзойдет имеющиеся и строящиеся аналоги. Качественное преимущество состоит в возможности впервые реализовать моделирование плазменных процессов в условиях геомагнитного поля Земли.

Создание в Центре Отдела лазерно-плазменных технологий с опытным производством, с рядом опытных образцов (от 5 до 100 кВт) ЛП установок и 5 вариантов опытно-промышленных 5 кВт ЛП технологических установок позволит качественно ускорить разработку специальных ЛП технологий для ОПК, а также 3D аддитивных технологий, увеличить в несколько раз производительность обработки и модификации поверхности деталей и/или синтеза сверхтвёрдых нанокompозитных покрытий. Главные конкурентные преимущества ЛП технологий заключаются в их уникальных возможностях, высокой эффективности и производительности, которые обеспечивают широкий рынок и детально с примерами приведены в Разделе 9 Паспорта Проекта. Отметим, что потенциальная ёмкость отечественного рынка ЛП технологических установок, которые будут изготавливаться по разработкам Центра, оценивается примерно в 300-400 шт. при годовом выпуске в 50-70 шт. и годовом объеме в 5-8 млрд. рублей. Потенциальная ёмкость мирового рынка многократно больше.

В ИЛФ СО РАН разработан принципиально новый метод создания фемтосекундной лазерной системы с длительностью импульсов 5-10 фс и пиковой мощностью,

превышающей мульти-петаваттный уровень, используя принцип когерентного сложения полей лазерного излучения в многоканальных системах. Теоретически показано и впервые экспериментально реализовано когерентное сложение полей усиленных фемтосекундных импульсов в двухканальном варианте мульти-тераваттного лазерного комплекса. Выполнен цикл пионерских работ по новым методам прецизионной спектроскопии ультрахолодных атомов и ионов и их экспериментальной реализации.

Современные фундаментальные и прикладные исследования требуют развития лазерной физики и техники для генерации сверхсильных оптических полей и разработки лазерных систем нового поколения ультрарелятивистской интенсивности ($>10^{23}$ Вт/см²). При такой интенсивности открываются принципиально новые горизонты исследований поведения материальных сред в сверхсильных оптических полях, развития экстремальной фотоники с переходом в гамма диапазон и создания новых технологий.

В рамках проекта будет разработан и создан мульти-петаваттный лазерный комплекс на основе уникальной технологии использования многоканальных лазерных систем с когерентным сложением оптических полей излучений отдельных каналов с активной фазово-частотной привязкой всех каналов к единому эталону частоты (оптическим часам). Создание такого комплекса обеспечит достижение рекордных интенсивностей превышающих 10^{23} Вт/см² и создаст задел по разработке лазерных источников излучения с интенсивностью, достигающих швингеровского предела, 10^{30} Вт/см² (при которой возможна постановка экспериментов по поляризации вакуума, генерации электрон-позитронных пар в вакууме и других). Использование излучения мульти-петаваттного лазерного комплекса с уникальными параметрами обеспечит развитие и создание принципиально-новых технологий с использованием разрабатываемого в рамках проекта.

Создание мульти-петаваттного комплекса, а также многочисленные приложения в фундаментальной физике, глобальных навигационных системах, информационных и телекоммуникационных системах, а также геофизике требуют разработки сверхточных оптических часов, в том числе мобильных и космического базирования. Будут разработаны оптические часы рекордной точности (лучше 10^{-18}) на базе многозарядных ионов, ядерных переходов и др., а также мобильных оптических часов (лучше 10^{-16}) на базе ультрахолодных атомов и ионов.

Компетенции команды и опыт реализации крупных проектов

В Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИЛФ СО РАН) внедрена и поддерживается в актуальном состоянии система менеджмента качества в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования» и ГОСТ РВ 0015-002-2012 «Система разработки и постановки продукции на производство военной техники. Системы менеджмента качества. Общие требования». Соответствие требованиям подтверждено сертификатом органом по сертификации систем менеджмента качества АО «РНИИ «Электронстандарт» № ВР 17.1.12040-2018.

В 2012 году Федеральная служба по оборонному заказу выдала ИЛФ СО РАН лицензию на осуществление разработки вооружения и военной техники.

ИЛФ СО РАН входит в утвержденный перечень предприятий ОПК.

С 2012 г. ИЛФ СО РАН ведет НИОКР и ОКР в рамках Федеральной Целевой Программы Глонасс с объемом финансирования 100-300 млн. руб. в год.

Уникальность проекта

Уникальность центра в целом заключается в его многофункциональности. Будут одновременно применяться газовые, твердотельные и диодные мощные лазерные системы, как непрерывные, так и импульсные, импульсно-периодические с высокой

частотой повторения. Нигде в мире нет такого сочетания энергетических (1000 Дж в импульсе, 10 кВт непрерывной мощности), экстремально интенсивных (10^{23} Вт/см²) и ультракороткой длительностью импульсов ($<10^{-15}$ с) лазерных систем, используемых одновременно для фундаментальных исследований космических и астрофизических процессов, новых физических явлений в сверхсильных и ультрарелятивистских оптических полях, оборонных задачах, разработки инновационных лазерно-плазменных технологий, оптических стандартов частоты и оптических часов нового поколения.

Этапы реализации и структура инвестиций

Наименование этапов (направлений, мероприятий) реализации инвестиционного проекта	Объем инвест., млн.	Сроки выполнения этапов	
		Начало	Окончание
Разработка проектно-сметной документации	90	2019	2019
Строительство «Корпуса экстремальной фотоники» с чистыми помещениями	610	2019	2022
Строительство «Корпуса космического моделирования»	230	2019	2021
Строительство «Корпуса лазерно-плазменных технологий»	220	2019	2021
Разработка методов, средств создания и прототипа многоканальной системы с когерентным сложением полей с пиковой мощностью мульти-петаваттного уровня	1400	2019	2022
Создание научной инфраструктуры с опытным производством: -Разработка и изготовление вакуумной камеры и лазерных систем для космического моделирования (КИ-10). -Создание Отдела лазерно-плазменных технологий для НИОКР и сертификации ЛП технологий, НИОКР 4-х опытных образцов (от 5 до 100 кВт) ЛП установок (ЛПТУ).	2 040	2019	2022
Доукомплектование многоканальной системы с когерентным сложением полей и выход на запланированный мульти-петаваттный уровень мощности	400	2022	2023
Выход на проектный режим стенда КИ-10 и Отдела лазерно-плазменных технологий. -Запуск диагностических элементов и вспомогательных систем КИ-10. Проведение экспериментов по моделированию выбросов плазмы в геомагнитном поле Земли. - ОКР пяти вариантов опытно-промышленных 5 кВт ЛПТУ. Освоение мелкосерийного производства ЛПТУ по заказам и под конкретные задачи предприятий, развитие внедрения в России и на внешнем рынке.	700	2022	2023

<u>Перспективное развитие Центра.</u>			
- Развитие принципиально-новых инновационных технологий в области экстремальных лазерных полей, навигационных и информационно-телекоммуникационных систем, с использованием уникальных параметров излучения мульти-петаваттного лазерного комплекса.	510	2024	2025
- Проведение исследований перспективных магнитоплазменных технологий для пилотируемой космонавтики. - Увеличение производства ЛПТУ, внедрение ЛП технологий на предприятиях различных отраслей в России и в мире, создание первых региональных центров по обслуживанию ЛПТУ, подготовку серийного выпуска ЛПТУ (50 - 100 шт./год).	600		
ВСЕГО	6800	2019	2025

Задачи и цели

А) Возмущение радиационных поясов, ионосферы и магнитосферы плазменными выбросами в геомагнитном поле Земли

1) Периодические возмущения малой энергии, генерирующие локализованную турбулентность плазмы в геомагнитном поле Земли. Случайные градиенты концентрации электронов вызывает помехи для прохождения радиоволн, так называемые мерцания. Они также усиливают рассеяние энергичных электронов в радиационных поясах. Модельные эксперименты позволяют определить какую энергетику импульсных возмущений необходимо иметь для создания требуемого уровня пульсаций и турбулентности. На основе всесторонних измерений будут выработаны рекомендации для натуральных испытаний.

2) Периодические квази-резонансные выбросы плазмы, формирующие протяженные низкочастотные волновые пакеты для переноса значительной части энергии вдоль силовых линий геомагнитного поля. На основе экспериментов на стенде КИ-1 и численных расчетов в ИЛФ СО РАН предложено решение проблемы переноса энергии в ионосфере – магнитосфере на расстояния сравнимое с размером Земли с рекордным КПД преобразования до ~50%, мощностью до сотен МВт, длительностью потока сотни километров. Метод открывает перспективу генерации новых и интенсивных геофизических эффектов, и управления связью в километровом диапазоне длин волн. Имеющиеся в стране технологии позволяют осуществить постановку принципиально нового космического эксперимента в течение 5-7 лет. Практическая реализация требует крупномасштабное моделирование на стенде КИ-10.

3) Химические однократные выбросы для локального кратковременного изменения свойств ионосферной плазмы. Искусственное воздействие на ионосферу может создать не только помехи для радиоволн, но и наоборот улучшить их прохождение. Такие возмущения также предлагаются как средство очищения радиационных поясов. Лабораторные опыты предыдущего поколения, в том числе на КИ-1, позволили объяснить динамику таких плазменных облаков и аномальную желобковую неустойчивость границы. В настоящее время для более информативного моделирования необходимо создавать большие объемы фоновой высокотемпературной плазмы в геометрии дипольного магнитного поля. Модельные эксперименты позволяют определить амплитуду

электрических и магнитных полей в создаваемых возмущениях в зависимости от размера и количества частиц в плазменном облаке.

4) Глобальные возмущения магнитосферы Земли космическими взрывами КЯВ. В прошлом было проведено достаточное большое количество КЯВ 1-Мт уровня на высотах до 500 км. Полученные данные позволяют судить о характере возмущения ионосферы и угроз для низко-орбитальных спутников. В настоящее время считается, что угрозу для геостационарных спутников и группировок ГЛОНАСС и GPS могут представлять 10 Мт КЯВ на соответствующей высоте. Между низко-орбитальными КЯВ и взрывами на высотах порядка трех радиусов Земли есть принципиальная разница. КЯВ на геостационарной орбите оказываются глобальным и формируют каверну и возмущение, охватывающую значительную часть магнитосферы Земли. Помимо создания повышенного радиационного фона, глобальное возмущение магнитосферы Земли может иметь иные последствия в виде значительного высыпания продуктов и поглощения кинетической энергии в полярных областях и сильных электромагнитных вариациях на поверхности Земли. Поскольку КЯВ на таких высотах не производились, нет никакой фактической информации на основе которой можно строить прогнозы. Единственным источником оценок остаются численные расчеты. При этом до сих пор отсутствуют модели, позволяющие рассчитать всю картину взаимодействия с учетом существующей магнитосферы Земли. Только модельные эксперименты позволят создать задел для понимания глобальных краткосрочных последствий КЯВ на высотах 5-40 тыс. км и основу для выработки практических рекомендаций по мерам предупреждения и защиты.

5) Глобальные возмущения магнитосферы Земли Корональными выбросами массы Солнечных вспышек. Корональные выбросы массы, возмущая магнитосферу, воздействуют на ее внутренние области, такие как ионосфера, плазмосфера, кольцевой ток и радиационные пояса, в том числе на атмосферу Земли. На поверхности Земли наводятся значительные электромагнитные возмущения. Выброс плазмы, аналогичный редкому, но вероятному событию вспышки Каррингтона 1859 г., в наше время вызовет экстремальное сжатие магнитосферы до высоты радиационных поясов и катастрофические повреждения наземной инфраструктуры и спутниковых аппаратов. Учитывая отсутствие реальных данных о таких воздействиях на магнитосферу Земли, единственным источником экспериментальных данных для установления основных закономерностей и проверки численных моделей остается лабораторное моделирование. На стенде КИ-10 впервые будут проведены модельные эксперименты, удовлетворяющие основным параметрам подобия задачи с наличием внутри-магнитосферной плазмы в дипольном магнитном поле. Несмотря на многочисленные попытки в этой области на ряде специализированных установок в Америке, России и Японии, требуемые условия по замагниченности ионов и отсутствию столкновений достигнуты не были, что ограничивает применимость полученных результатов.

Б) Магнито-плазменные космические задачи и технологии будущего

1) Лунные магнитные аномалии как возможные места будущих станций. Луна как ближайшее космическое тело и спутник Земли является предметом исследований в широком круге научных дисциплин – химии, геологии и физике. Одной из причин повышенного научного интереса к Луне является перспектива ее освоения, в том числе создания постоянных баз. Поскольку она не обладает атмосферой и открыта потоку Солнечной ветра, важным аспектом исследований является плазменное окружение Луны. Специфика взаимодействия Солнечного ветра с Лунными магнитными аномалиями состоит в том, что происходит на ионных кинетических масштабах, а соответствующие модели космической плазмы пока еще находятся в процессе развития. Лабораторное моделирование позволит выработать практические рекомендации по техническим условиям и мерам безопасности будущих баз на Луне.

2) Концепция магнитной защиты пилотируемых миссий. В длительных пилотируемых миссиях за пределы Земной магнитосферы члены экипажа подвергаются воздействию космической радиации, состоящей из двух основных компонент – солнечного и галактического происхождения. Несколько десятков дней пребывания в мощном потоке плазмы Солнечных вспышек дадут недопустимо высокую дозу облучения. Таким образом, регулярные пилотируемые миссии в пределах Солнечной системы и длительностью порядка года должны иметь радиационную защиту на случай Солнечных вспышек. Одним из наиболее реалистических способов защиты является магнитная линза для отклонения частиц. Анализ показывает, что требуемый магнитный щит образует вокруг аппарата мини-магнитосферу, которая имеет специфические не до конца изученные свойства. Для получения необходимой информации необходимо лабораторное моделирование. На основе подробных измерений будет создана карта плотности и скорости плазмы вокруг аппарата с сильным магнитным полем, на основе которых могут быть выработаны рекомендации по безопасности и техническим условиям.

3) Концепция магнитного тормоза. Пилотируемые полеты к другим планетам с посадкой и возвращением требуют эффективного использования топлива. Одной из серьезнейших проблем является предварительное торможение в разреженных слоях атмосферы. Для этого в настоящее время используется реактивная тяга двигателей. Например, полет к Марсу требует двух таких тормозных участка – при посадке на Марс и при возвращении на Землю. В настоящее время НАСА разрабатывает пилотный проект магнитного тормоза, который потенциально позволит увеличить площадь сгребания разреженной атмосферы за счет магнитного паруса. Для оценки конечной результативности магнитного тормоза и нахождения оптимальных параметров в зависимости от скорости потока, величины магнитного момента диполя, интенсивности бортового источника плазмы необходимо провести модельный эксперимент в лаборатории.

В) Лазерно-плазменные технологии

1) Разработка лазерно-плазменных (ЛП) технологий и лазерно-плазменных технологических установок (ЛПТУ) для обработки материалов, обеспечение условий серийного производства и широкого внедрения новых высокоэффективных технологий, основанных на применении уникальных свойств высокочастотной ~ 100 кГц пульсирующей лазерной плазмы.

2) Разработка и внедрение новых ЛП технологий позволяющих существенно/кратно повысить ресурс и энергоэффективность продукции в машиностроении, энергетике, авиационной, космической, оборонной отраслях.

3) Многократное увеличение износостойкости, ударопрочности, химической и коррозионной устойчивости деталей машин и механизмов, металлоконструкций и инструмента, а также создание новых элементов силовой электроники и накопителей энергии (совместно с ИНХ СО РАН).

4) Разработка и создание эффективных лазерно-плазменных систем для стабилизации сверхзвукового горения в гиперзвуковых самолётах (совместно с ИТПМ СО РАН) и дистанционного (сотни метров) разрушения аварийных, радиационных, химически и взрывоопасных объектов.

5) Аддитивные 3D технологии с порошковым объёмным нанесением слоёв или синтезом функциональных покрытий (совместно с ИХТТМ СО РАН).

6) Разработка и создание 10 кВт экспериментального образца компактной CO_2 лазерной системы генератор-усилитель с продольной прокачкой газа и накачкой активной среды радиочастотным разрядом.

7) Разработка и создание 100 кВт экспериментального образца ЛП системы стабилизации сверхзвукового горения на основе газодинамического CO₂ лазерного усилителя с химической накачкой (совместно с ИТПМ СО РАН).

Г) Экстремальная фотоника

1) Создание на основе развития новых принципов, научных основ и технологий уникальной по параметрам высокоинтенсивной фемтосекундной лазерной системы с предельно короткой длительностью импульсов в оптическом диапазоне и активной стабилизацией в задающем генераторе частотной гребенки по оптическому стандарту с последующим усилением линейно chirпованных по несущей частоте импульсов в неколлинеарных параметрических усилителях, накачиваемых синхронизованными с оптическим стандартом импульсами пикосекундной длительности.

2) Создание и развитие принципиально-новых технологий с использованием уникальных параметров излучения разрабатываемого в рамках проекта мульти-петаваттного лазерного комплекса.

3) Создание нового поколения оптических часов рекордной точности (лучше 10⁻¹⁸) на базе многозарядных ионов, ядерных переходов и др., а также мобильных оптических часов (лучше 10⁻¹⁶) на базе ультрахолодных атомов и ионов.

4) Технологии на основе междисциплинарных исследований в рамках ЦКП:

- Прямое обнаружение биохимических веществ и загрязнителей воздуха с резонансными линиями поглощения в среднем ИК-диапазоне (совместно с ИОА СО РАН).

- Развитие исследований по фемтохимии (совместно с ИХКиГ СО РАН).

- Разработка технологии выращивания кристаллов большой апертуры, высокого оптического качества, с низким уровнем оптической дисторсии $\sim 0.1\lambda$ (совместно с ИГиМ СО РАН).

- Разработка и создание дифракционных и конформных оптических элементов контроля и управления пространственными амплитудно-фазовыми параметрами пикосекундного и фемтосекундного излучения в оптическом диапазоне длин волн (совместно с ИАЭ СО РАН).

- Ядерная фотоника (совместно с ИЯФ СО РАН).

- Лазерная оптогенетика (совместно с ИЦиГ СО РАН).

- Проверка фундаментальных физических теорий и новая физика за рамками стандартной модели с помощью сверхточных часов (совместно с ИЯФ СО РАН).

Ожидаемые прорывные результаты

1) Получение экспериментальных данных по разлету продуктов внутри-магнитосферных выбросов плазмы и их распространения на различные L-оболочки для создания модели предсказания последствий потенциально опасных природных и искусственных событий.

2) Новые технологии воздействия на околоземную среду и переноса энергии на большие расстояния на основе импульсно-периодических резонансных выбросов плазмы.

3) Моделирование физических процессов в ходе взаимодействия магнитосферы и ионосферы Земли с экстремально энергичными выбросами Солнечной плазмы для оценки амплитуды воздействия на технологические сети и спутники.

4) Перспективные магнито-плазменные технологии для пилотируемой космонавтики – магнитная защита экипажа от космических лучей и аэро-магнитный тормоз для экономии топлива.

5) Многократное увеличение износостойкости, ударопрочности, химической и коррозионной устойчивости деталей машин и механизмов, металлоконструкций и инструмента, а также создание новых элементов силовой электроники и накопителей энергии.

6) Новые ЛП системы стабилизации сверхзвукового горения при скорости более трех Махов, что позволит обеспечить до 20-40% экономии топлива или до 30-60% увеличения дальности полёта гиперзвукового самолёта.

7) Новые ЛП системы дистанционного (сотни метров) разрушения аварийных, радиационных, химически и взрывоопасных объектов.

8) Создание условия для промышленного внедрения, в первую очередь в Новосибирской области, эффективных конкурентоспособных лазерно-плазменных технологий, которые обеспечат производительность в 3–5 раз выше традиционных при обработке ответственных деталей и конструкций в разных отраслях, включая технику для экстремальных условий эксплуатации в Арктике.

9) Ускорение модернизации ряда промышленных предприятий Новосибирской области, снижение импорто-зависимости от зарубежных лазерных технологий.

10) Физические принципы многоканальных фемтосекундных лазерных систем ультрарелятивистской интенсивности (свыше 10^{23} Вт/см²) с когерентным сложением полей импульсов с энергией джоульного уровня. Создание экспериментального лазерного комплекса с пиковой интенсивностью $> 10^{23}$ Вт/см².

11) Генерация моноэнергетических пучков электронов с энергией 1-10 ГэВ.

12) Генерация методом обратного комптоновского рассеяния направленного когерентного гамма излучения с энергией 10-100 МэВ и числом фотонов $\sim 10^{10}$ фот/импульс.

13) Создание нового поколения оптических часов рекордной точности (лучше 10^{-18}) на базе многозарядных ионов, ядерных переходов и др., а также мобильных оптических часов (лучше 10^{-16}) на базе ультрахолодных атомов и ионов.

14) Экспериментальная проверка фундаментальных физических законов на новом уровне точности, поиск отклонений от предсказаний стандартной модели частиц и др.

Структура и перечень основных работ (услуг) выполняемых Центром

- Лабораторное моделирование процессов в космической плазме с целью получения экспериментальных данных независимым или недоступным для других методов способом в интересах ОПК и Роскосмоса.
- НИР и НИОКР в области экстремальной фотоники для разработки новых методов контроля, экспертизы и диагностики ядерных изотопов, обнаружения биохимических веществ и загрязнителей воздуха, фемтохимии, ядерной фотоники и лазерной оптогенетики.
- Исследование процессов воздействия импульсно-периодического лазерного излучения и пульсирующей лазерной плазмы на поверхность твердых тел и горение сверхзвуковых топливовоздушных смесей;
- Синтез сверхтвердых (20–60 ГПа) нанокompозитных покрытий на металлах и твёрдосплавном инструменте (совместно с ИНХ СО РАН);
- Синтез композитных покрытий на металлах для антирадарной защиты;
- Синтез массивов углеродных наноструктур на металлах для электроники и электрохимических суперконденсаторов (совместно с ИНХ СО РАН).
- Модификация поверхности деталей чугунов, сталей, титановых и др. сплавов для многократного увеличения износостойкости двигателей, насосов, гидравлики.
- Микророшковое нанесение металлических и твердых металлокерамических покрытий для 3D аддитивных технологий объёмной наплавки (с ~ 3 кратным увеличением

производительности) для многократного увеличения износостойких, антикоррозионных свойств деталей, корпусов, труб (совместно с ИТПМ СО РАН и ИХТТМ СО РАН).

- Нанесение высокотемпературных металлокерамических покрытий из высокотвердых микрочастиц в тугоплавкой матрице для брони, стволов, деталей ГТД, режущего и штамповочного инструмента.

- Разработка новых ЛП технологий, а также специальных ЛП технологий для ОПК двойного назначения

- ОКР промышленных ЛП технологий и ЛПТУ по заказам предприятий.

- Подготовка специалистов для предприятий заказчиков.

Партнеры, потенциальные потребители, потребности рынков

Потенциальные партнеры инновационной экосистемы НСО:

Институты СО РАН: ИЯФ, ИОА, ИХКиГ, ИЦиГ, ИГиМ, ИНХ, ИТПМ, ИЯФ СО РАН.

ВУЗы: НГУ, НГТУ, НГАВТ, НИИЖТ.

Инновационные предприятия: Сибирский монокристалл ЭКСМА, Кристаллы Сибири, ОАО «ВНИИЖТ», ОАО «Сибэлектротерм», ФГУП ПО «Север», ООО «Силовая электроника», НПО «ЭЛСИБ», ОАО «БЭМЗ», ФГУП ПО «Новосибирский приборостроительный завод», ООО «Вортэкс», ФГУП «Опытный завод», ООО НПФ «Ирбис».

Потенциальные внешние партнеры РФ:

Институты РАН: ИПФ РАН, ИОФ РАН, ИСАН, ФИАН, ИКИ РАН, ИСЗФ СО РАН.

ВУЗы: ТГУ, ТПУ, НИЯУ МИФИ, ФГУП «ВИАМ».

Госкорпорации: Росстандарт (ВНИИФТРИ, РИРВ, СНИИМ), Роскосмос (ЦНИИМАШ, ИСС), Росатом (ВНИИЭФ, ВНИИТФ), НПО им. Лавочкина.

Инновационные предприятия: ОАО «РЖД», ОАО "ЦНИИТОЧМАШ", ООО "Оптогарт Нанотех" Сколково, ИРЭ-Полус (Фрязино), Время-Ч (Нижний Новгород), Морион (Санкт-Петербург).

Соисполнители проекта: РФЯЦ-ВНИИЭФ, ИНХ СО РАН, ИТПМ СО РАН, ИХКГ СО РАН, ИПФ РАН, ИПФ СО РАН, ИЯФ СО РАН, ООО "Оптогарт Нанотех" Сколково, ОАО «ВНИИЖТ». Заинтересованные организации также включают Росатом, Роскосмос, НПО им. Лавочкина, ОАО «РЖД», ИКИ РАН, ИСЗФ СО РАН, ОАО "ЦНИИТОЧМАШ".

В настоящий момент ИЛФ СО РАН имеет следующие **активные международные договора** о сотрудничестве в областях непосредственно по теме проекта:

Китай: Wuhan Institute of Physics and Mathematics Chinese Academy of Sciences

Япония: Institute for Laser Science, University of Electro-Communications, Tokio

Франция: Институт электроники, механики, термодинамики и технологий области, Безансон

Великобритания: Астонский Институт Технологий Фотоники, Астон Триэнгл, Бирмингем

Франция: Лаборатория Физики Лазеров, Институт Галилея, Северо-Парижский университет

Германия: Физико-технический федеральный Институт, Брауншвейг

Германия: Институт экспериментальной физики Генриха Гейне университета г.

Дюссельдорф

Китай: Институт полупроводников Китайской академии наук

Китай: Китайско-российский технопарк г. Чанчунь

Институт Космических Исследований Австрийской Академии Наук, г. Грац.

Национальная академия наук республики Беларусь, Институт физики

Национальная академия наук республики Армения, ГНКО Институт физических исследований

Содержание соглашений можно найти на сайте ИЛФ
(<http://www.laser.nsc.ru/mezhdunarodnoe-sotrudnichestvo/>)

Программа исследований на стенде КИ-10 будет поддержана организациями, входящими в Программу сотрудничества РАН и Росатома «Лабораторное моделирование плазменно-электродинамических явлений при взрывных процессах в атмосфере Земли и космической плазме» с участием РФЯЦ-ВНИИЭФ, ИПФ РАН, ВНИИА, ИДГ РАН, ЦНИИмаш, ИЛФИ.

Для серийного производства лазерно-плазменных технологических установок ЛПТУ будет создан Консорциум из ряда научных организаций, промышленных предприятий и ВУЗов: ОАО «Сибэлектротерм», ФГУП ПО «Север», ООО «Силовая электроника», НПО «ЭЛСИБ», ОАО «БЭМЗ», ФГУП ПО «Новосибирский приборостроительный завод», ООО «Вортэкс», ФГУП «Опытный завод», НГУ, НГТУ, НГАВТ, НИИЖТ.

Потенциальная емкость отечественного рынка лазерно-плазменных технологических установок, которые будут изготавливаться по разработкам Центра, оценивается примерно в 300-400 шт. при годовом выпуске в 50-70 шт. и годовом объеме в 5-8 млрд. рублей. Потенциальная ёмкость мирового рынка многократно больше.

Будут созданы условия для промышленного внедрения эффективной конкурентоспособной технологии обработки до 600-800 тыс. двигателей легковых автомобилей в год, которая обеспечит производительность в 3–5 раз выше существующих аналогов.

Наиболее перспективные отрасли промышленности, видов производств и крупных предприятий для внедрения разрабатываемых ЛП технологий:

- Производство высокоскоростной железнодорожной техники (ОАО «РЖД»);
- Машиностроение, ОПК, станкостроение, автомобилестроение;
- Производство строительной, дорожной и горнодобывающей техники, работающей в экстремальных условиях Арктики и транспортных сооружений, подверженных абразивному износу и коррозии;

Научно-технологические продукты и качественные эффекты для экономики страны

Первая группа продуктов Центра отвечает за развитие технических средств и технологических возможностей технологий, освоение опытного производства и опытно-промышленное внедрение:

1.1. Мелкосерийное производство, сборка и поставка ЛПТУ, координация работ предприятий-поставщиков основных систем и комплектующих;

1.2. Разработка специализированных технологий и ЛПТУ по заказам предприятий;

1.3. Выполнения заказов предприятий на обработку изделий с применением ЛП технологий;

1.4. Создание Консорциума предприятий для проведения ОКР опытно-промышленных сертифицированных ЛП технологий и ЛПТУ;

1.5. Проведение ОКР и ОТР по разработке промышленных ЛП технологий, предназначенных для внедрения и коммерциализации в ближайшие два года:

Вторая группа продуктов направлена на освоение мелкосерийного производства по заказам и под конкретные задачи предприятий, развитие внедрения в России и на внешнем рынке:

2.1. Организация кооперации предприятий для мелкосерийного производства, в том числе для решения задач импортозамещения дорогих комплектующих.

2.2. Синтез наноструктурированных углеродных материалов различных структурных форм (нанотрубки, нанопластины, нанокристаллы) на различных материалах (металлы, кристаллы, керамика) направленных на широкий спектр перспективных применений в электронике: полевые эмиссионные катоды для радиоламп специального назначения, светоизлучающих панелей, рентгеновских трубок, электрохимические двухслойные конденсаторы и аккумуляторы сверхвысокой ёмкости, гигантские плоские дисплеи, эффективные источники света, мощные импульсные источники рентгеновского излучения, СВЧ диоды, теплоэлектронные преобразователи, теплоотводы для элементов и устройств силовой и микроэлектроники, окна для вывода мощных субмиллиметровых и инфракрасных излучений, датчики и т.д. на основе поликристаллического алмаза.

2.3. Плазмохимический синтез наночастиц полупроводниковых оксидов металлов (TiO_2 , ZnO , SnO_2 , WO_3 ...), допированных атомами (C, N, S, F, B, Pt...) для фотокатализаторов очистки воздуха от загрязнений под действием солнечного света.

2.4. Комбинированные лазерно-плазменные и молекулярно-пучковые технологии синтеза и наноструктурной модификации полупроводниковых гетеросистем с целью создания наноконпозиций с многозонной структурой для высокоэффективных (теоретический к.п.д. до 60%) преобразователей солнечной энергии.

Третья группа продуктов направлена на разработку прикладных/специальных ЛП технологий двойного назначения в интересах предприятий ОПК:

3.1. Аддитивные нанотехнологии обработки металлов для кратного повышения надежности и ресурса средств ВВСТ;

3.2 Создание эффективных радиопоглощающих наноконпозитных покрытий лазерно-плазменным методом;

3.3. Синтез наноструктурированных углеродных покрытий на металлах для конденсаторов и аккумуляторов сверхвысокой ёмкости с целью многократного уменьшения накопителей энергии в КА и ВВСТ.

Четвёртая группа продуктов направлена на 2-3 кратное увеличение производства ЛПТУ и внедрения ЛП технологий на предприятиях различных отраслей в России и в мире. Определение наиболее заинтересованных отраслей и регионов, создание первых региональных центров по обслуживанию ЛПТУ, подготовку серийного выпуска ЛПТУ (50 - 70 шт./год).

Первая группа исследований направлена на создание новых технологий лабораторных плазменных экспериментов и получения экспериментальных данных, недоступных другими методами. Необходима для реализации моделирования магнитосферных процессов в целях освоения и безопасности околоземного космического пространства. Будут созданы новые более эффективные методы создания плазменных потоков на основе сочетания различных лазерных систем. Разработаны новые методы создания замагниченных плазменных потоков и заполнения дипольного магнитного поля плотной плазмой.

Вторая группа исследований направлена на решение задач в интересах ОПК. Будет проведен цикл экспериментов по моделированию динамики магнитосферных выбросов плазмы и получены данные о распространении продуктов, возмущении радиационных поясов, выделения энергии в ионосфере за счет протекания продольных токов. Будут проведены модельные эксперименты по проверки новых технологий локализованного воздействия и передачи энергии в магнитосфере Земли на основе резонансных импульсно-периодических выбросов плазмы и выработаны рекомендации по проведению натурных испытаний.

Третья группа исследований направлена на проверку концептуальных идей магнито-плазменных технологий будущего для пилотируемой космонавтики.

Четвертая группа исследований направлена на разработку и внедрение новых технологий экстремальной фотоники:

- генерация пучков заряженных частиц на основе лазерно-плазменного ускорения;
- адронная терапия в медицине;
- 4D диагностика сверхбыстрых процессов с субатомным и субаттосекундным разрешением в химии, биологии и медицине;
- транспортировка энергии по лазерно-плазменным волноводным каналам в атмосфере;
- методы контроля и дистанционного обнаружения ядерных изотопов по их резонансной флуоресценции;

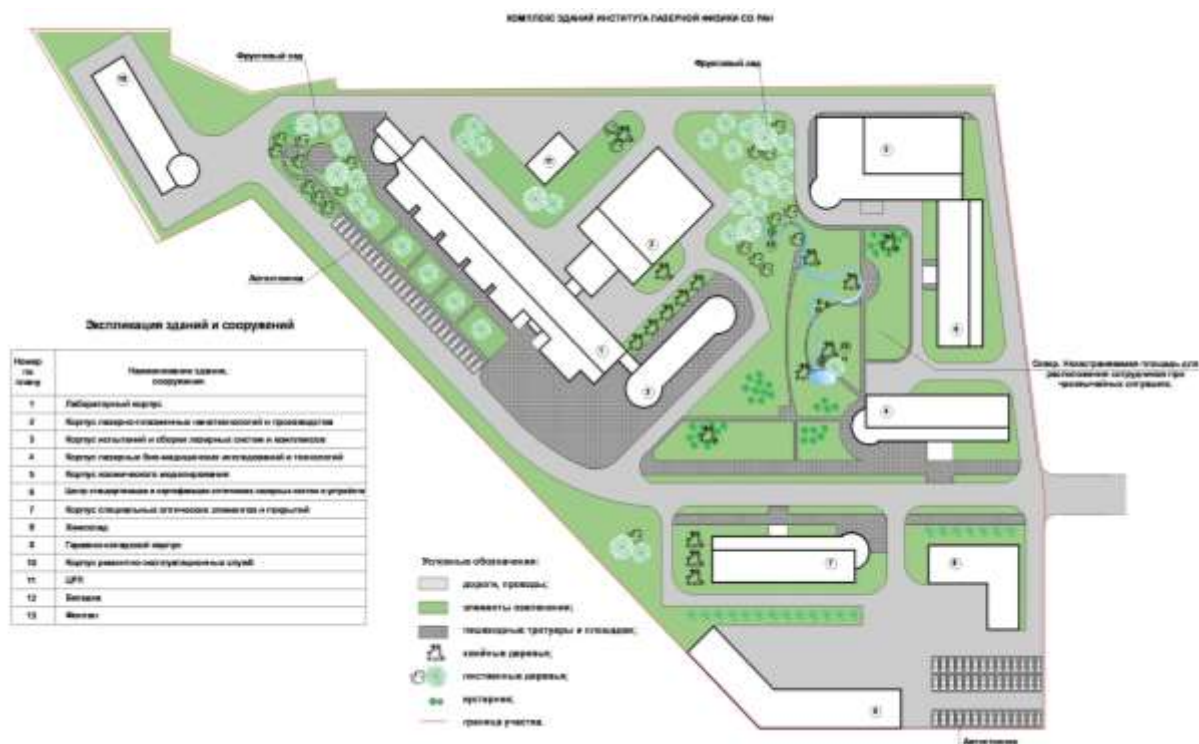
Пятая группа исследований направлена на создание сверхточных квантовых инструментов нового поколения (оптических часов на основе ультрахолодных атомов, многозарядных ионов и ядерных переходов с высочайшей точностью до уровня 10^{-19} - 10^{-20} , атомных гравиметров, гироскопов, мобильных и космических оптических часов и других устройств) для навигационных и информационно-телекоммуникационных систем, геофизики и других приложений.

Показатели результативности

количество публикаций в Web Of Science	100 в год
средний индекс цитирования	10
количество публикаций с включением сотрудников	30 в год
операционная доходность	не менее 100 млн. в год
объем заказных НИОКР, услуг и поставок технологических комплексов, выполняемых в интересах частного бизнеса	не менее 250 млн. в год
количество российских и международных патентных заявок	не менее 7 в год
объем НИР и НИОКР, выполняемых для организаций	не менее 1000 млн. в год
средняя заработная плата специалистов, занятых в реализации проекта	100 000 руб.
количество специалистов, занятых в реализации проекта	не менее 100 чел.
количество новых рабочих мест	165
количество подготавливаемых высококвалифицированных кадров, в том числе с научной степенью	10 чел. в год

Местоположение и план строительства

1. Земельный участок определен – 54:35:000000:309; учетный (кадастровый) номер в составе единого землепользования 54:35:091500:6
2. Земельный участок сформирован – Свидетельство о государственной регистрации права от 04.10.2011 г. серия 54 АД № 460129, серия 54 АД № 460130
3. Категория земельного участка соответствует назначению проекта
4. Площадь земельного участка 36842 кв.м.
5. Не требуется смена формы собственности земельного участка



Требуемая инженерная инфраструктура

Корпус экстремальной фотоники (общая площадь 3 687 м², электр. мощность 100 кВт), включая:

- зал мультипетаваттного многоканального комплекса чистое помещение, класс 8 (1000 м²);
- зал экспериментальных исследований (700 м²);
- специализированные чистые помещения, класс 8 (500 м²);
- лабораторные помещения различной направленности (1187 м²);
- технические помещения различной направленности (300 м²).

Корпус космического моделирования КИ-10 (общая площадь 3 867 м², электр. мощность 180 кВт), включая:

- зал экспериментальных исследований (1000 м²);
- зал лазерных систем (800 м²);
- лабораторные помещения различной направленности (1100 м²);
- технические помещения различной направленности (787 м²).

Корпус лазерно-плазменных технологий и мощных лазерных систем с опытным производством (общая площадь 3 906 м², эл. мощность 550 кВт, оборотная вода 30 м³/час, вентиляция), включая:

- помещения Технологического отдела для НИОКР промышленных и специальных (для ОПК) технологий (1320 м², 4 опытных от 5 до 100 кВт лазерных установки);
- помещения Производственного отдела для ОКР и мелкосерийного производства ЛПТУ (до ~ 5 шт./год) по заказам, услуги по ЛП обработке деталей (1680 м², 5 опытно-промышленных 5 кВт ЛПТУ, станки, сборка ЛПТУ);
- помещения научных сотрудников, конструкторов, Группы технического контроля, Группы эксплуатации ЛПТУ -590 м²;
- помещения различной направленности (316 м²).

Инфраструктурные потребности и технические условия

Инфраструктурные потребности по воде

Расход хоз-питьевой воды, 3 695 куб.м./год (согласно норм СНиП 2.04.01-85*

Внутренний водопровод и канализация зданий, СП 30.13330.2012);

Расход горячей воды, 1 583 куб.м./год (согласно норм СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий, СП 30.13330.2012);

Канализационные стоки, 5 278 куб.м./год (согласно норм СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий, СП 30.13330.2012).

Инфраструктурные потребности по теплу

Расход тепла , 1 900 Гкал/год (согласно площади зданий и норм СНиП 2.04.05-86, 2.04.05-91* Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, СНиП 41.-01-2003, СП 60.13330.2012). **Требуется создание новых мощностей по теплу.**

Инфраструктурные потребности по электроэнергии

Потребляемая электрическая мощность, 600 кВт (согласно паспортных данных на научное оборудование и экспериментальные установки). **Дополнительная потребность в электроэнергии - 100 кВт.**

Инфраструктурные потребности по газу отсутствуют.

Контакты:

Россия, 630090, Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева 15Б,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лазерной физики
Сибирского отделения Российской академии наук

Директор института
чл.-корр. РАН Тайченачев Алексей Владимирович
Тел.: (383) 330-39-61
Факс: (383) 333-20-67
E-mail: taichenachev@laser.nsc.ru

Научный руководитель
академик Багаев Сергей Николаевич
Тел.: (383) 330-61-10
Факс: (383) 330-62-24
E-mail: bagayev@laser.nsc.ru