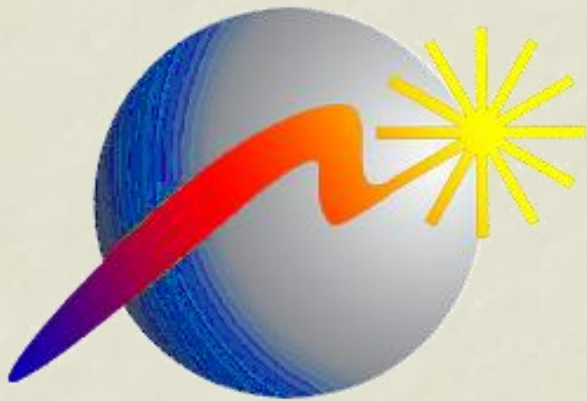


# «Национальный Центр экстремальной фотоники и лазерно-плазменных технологий»



- Инициатор проекта: Институт Лазерной Физики СО РАН
- Сроки создания объекта: 2019-2025 гг.
- Федеральный бюджет – 5,8 млрд. руб.
- Собственные средства 0.4 млрд. руб.
- Привлекаемые средства – 0.3 млрд. руб.

# Актуальность и суть проекта

- **Новый этап в развитии лазерной физики и техники связан с генерацией сверхсильных оптических полей ультрарелятивистской интенсивности ( $>10^{23}$  Вт/см<sup>2</sup>) и их применением в фундаментальных и прикладных исследованиях.** Когерентное сложение полей в многоканальном варианте с суммарной энергией мульти-джоульного уровня с высокой частотой повторения импульсов открывает 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.
- **В области лазерно-плазменных методов обработки и синтеза материалов** для промышленности и ОПК происходят революционные изменения, связанные с разработкой и применением мощных импульсно-периодических лазерных систем, которые позволяют многократно качественно и количественно повысить эффективность и производительность технологических процессов.

# Актуальность и суть проекта

- **Фундаментальные исследования ближнего космоса** мотивированы задачей защиты космической инфраструктуры - группировок Глонасс и низкоорбитальных аппаратов - от угроз искусственного и естественного происхождения. 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. Что бы опередить имеющиеся в США и строящиеся в Китае аналоги необходимо создание установки следующего поколения** по моделированию космической плазмы, магнитосферных процессов, солнечно-Земных связей и астрофизических явлений.
- **Цель проекта – создание единственного в мире Центра** на основе мощных импульсных и импульсно-периодических газовых и твердотельных лазерных систем, с целью разработки и внедрения 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.

# Соответствие федеральным программам

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 ..... 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



# Инфраструктура проекта

- **Мульти-петаваттный многоканальный лазерный комплекс с когерентным сложением оптических полей.** 10 каналов x 1 ПВт, ультрарелятивистская интенсивность  $>10^{23}$  Вт/см<sup>2</sup>, высокое пространственно-временное качество, частота повторения импульсов 10–1000 Гц, активная фазовая синхронизация с помощью оптических часов.
- **Крупномасштабная лазерно-плазменная установка КИ-10** следующего поколения с вакуумной камерой объемом 70 м<sup>3</sup> и оригинальными технологиями создания лазерной плазмы позволит впервые в мире реализовать лабораторное моделирование плазменных процессов в условиях аналогичных геомагнитному полю Земли.
- **Комплекс лазерно-плазменных установок мощностью 5-10 кВт и частотой повторения более 100 кГц** позволит качественно ускорить разработку и оптимизацию 3D аддитивных технологий и специальных технологий двойного назначения, а также увеличить в несколько раз производительность обработки и модификации поверхности деталей и/или синтеза сверхтвердых нанокompозитных покрытий.
- **Опытное производство лазерных технологических комплексов для промышленных предприятий.**

# Этапы реализации и инвестиций

<b>Этапы реализации инвестиционного проекта</b>	<b>инвест. млн. р.</b>	<b>сроки</b>
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 мультитераваттного 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 (ЛП) технологий для НИОКР и сертификации ЛП технологий, НИОКР 4-х опытных образцов (от 5 до 100 кВт) ЛП систем и ЛП технологических установок (ЛПТУ) .	2 040	2019 - 2022
Доукомплектование многоканальной системы с когерентным сложением полей и выход на мультитераваттный уровень мощности	400	2022 - 2023

# Этапы реализации и инвестиций

<b>Этапы реализации инвестиционного проекта</b>	<b>инвест. млн. р.</b>	<b>сроки</b>
<b>Выход на проектный режим стенда КИ-10 и Отдела лазерно-плазменных технологий.</b> <b>- Запуск диагностических элементов и вспомогательных систем КИ-10. Проведение экспериментов по моделированию выбросов плазмы в геомагнитном поле Земли.</b> <b>- ОКР 5 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.</b>	<b>700</b>	<b>2022 - 2023</b>
<b><u>Перспективное развитие Центра.</u></b> <b>- Развитие принципиально-новых инновационных технологий в области экстремальных лазерных полей, навигационных и информационно-телекоммуникационных систем, с использованием уникальных параметров излучения мульти-петаваттного лазерного комплекса.</b> <b>- Проведение исследований перспективных магнитоплазменных технологий для пилотируемой космонавтики.</b> <b>- 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).</b>	<b>510</b>  <b>600</b>	<b>2024 - 2025</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>6800</b>	<b>2019 - 2025</b>

# **Задачи и ожидаемые прорывные результаты**

## **● Возмущение радиационных поясов, ионосферы и магнитосферы плазменными выбросами в геомагнитном поле Земли**

- 1) Получение экспериментальных данных по разлету и распространению продуктов внутри-магнитосферных выбросов плазмы 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) Экспериментальное 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.

## **● Магнито-плазменные аэро-космические технологии будущего**

- 4) Перспективные магнито-плазменные технологии для пилотируемой космонавтики – магнитная защита экипажа от космических лучей и аэро-магнитный тормоз для экономии топлива.
- 5) Плазменное окружение над Лунными магнитными аномалиями как возможные места для будущих баз.



# Задачи и ожидаемые прорывные результаты

- **Лазерно-плазменные (ЛП) технологии для промышленности и специальные технологии двойного назначения**

- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) Новые ЛП системы дистанционного (сотни метров) разрушения аварийных, радиационных, химически и взрывоопасных объектов.
- 9) Создание условий 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.
- 10) Ускорение модернизации ряда промышленных предприятий Новосибирской области, снижение импорто-зависимости от зарубежных лазерных технологий.

# Задачи и ожидаемые прорывные результаты

## • Экстремальная фотоника

- 11) Физические принципы многоканальных фемтосекундных лазерных систем ультрарелятивистской интенсивности (свыше  $10^{23}$  Вт/см<sup>2</sup>) с когерентным сложением полей импульсов с энергией джоульного уровня. Создание экспериментального лазерного комплекса с пиковой интенсивностью  $> 10^{23}$  Вт/см<sup>2</sup>.
- 12) Генерация моноэнергетических пучков электронов с энергией 1-10 ГэВ.
- 13) Генерация методом обратного комптоновского рассеяния направленного когерентного гамма излучения с энергией 10-100 МэВ и числом фотонов  $\sim 10^{10}$  фот/импульс.
- 14) 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.
- 15) Экспериментальная проверка фундаментальных физических законов на новом уровне точности, поиск отклонений от предсказаний стандартной модели частиц и др.

# Структура и перечень работ и услуг

- **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.**
- **Лазерно-плазменный (ЛП) синтез сверхтвердых (до 60 ГПа) нанокompозитных покрытий на металлах и твёрдосплавном инструменте.**
- **ЛП синтез композитных покрытий на металлах для антирадарной защиты.**
- **ЛП синтез массивов углеродных наноструктур на металлах для электроники и электрохимических суперконденсаторов.**

# Структура и перечень работ и услуг

- ЛП модификация поверхности деталей из чугунов, сталей, титановых и др. сплавов для многократного увеличения износостойкости двигателей, насосов, гидравлики.
- ЛП микропорошковое 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.
- ЛП нанесение высокотемпературных металлокерамических покрытий из высокотвердых микрочастиц в тугоплавкой матрице для брони, стволов, деталей ГТД, режущего и штамповочного инструмента.
- Разработка специальных ЛП технологий для ОПК.
- ОКР промышленных ЛП технологий и установок по заказам предприятий.
- Подготовка специалистов для предприятий заказчиков.

# Партнеры и кооперация

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

**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: ФГУП ПО «Север», НПО «ЭЛСИБ», ОАО «БЭМЗ», ФГУП ПО «Новосибирский приборостроительный завод», ОАО «Сибэлектротерм», ФГУП «Опытный завод», ООО «Силовая электроника», ООО «Вортэкс», НГУ, НГТУ, НГАВТ, НИИЖТ.



# Документальное подтверждение

- 1) **ПРОГРАММА РЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ ДО 2025 ГОДА.**
- 2) **СОГЛАШЕНИЕ О СОЗДАНИИ МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «Экстремальные световые поля: источники и приложения»**, в который входит ИЛФ СО РАН.
- 3) ИЛФ СО РАН выполняет **НИР и ОКР для системы ГЛОНАСС** по разработке оптических часов нового поколения, компактных, мобильных часов для информационных и навигационных систем, геофизики.
- 4) **Программой сотрудничества РАН и Росатома «Лабораторное моделирование плазменно-электродинами-ческих явлений при взрывных процессах в атмосфере Земли и космической плазме»**. Данная программа имеет цель обеспечения безопасности РФ в ближнем космосе от угроз искусственного и естественного происхождения. 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.
- 5) **Грант фонда Сколково** от 29.01.2015г - «Создание опытно-промышленного образца установки лазерно-плазменного нанесения сверхтвёрдых покрытий и модификации поверхности металлов и сплавов». В июле 2018г. завершается сборка и наладка 5 кВт многофункциональной лазерно-плазменной установки для опытно-промышленной эксплуатации.
- 6) **Соглашение о сотрудничестве с китайской компанией Shandong Trustpipe Industry** от 14.10.2014г.- «Внедрение лазерно-плазменных технологий синтеза покрытий на различных поверхностях».
- 7) **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».

# Потенциальные потребители, объемы рынка

- Потенциальная емкость отечественного рынка лазерно-плазменных технологических установок (ЛПТУ), 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.
- **Общий объём планируемых поставок Лазерных Комплексов и услуг по НИОКР через 5 лет работы Центра составит более 1500 млн. рублей в год.**

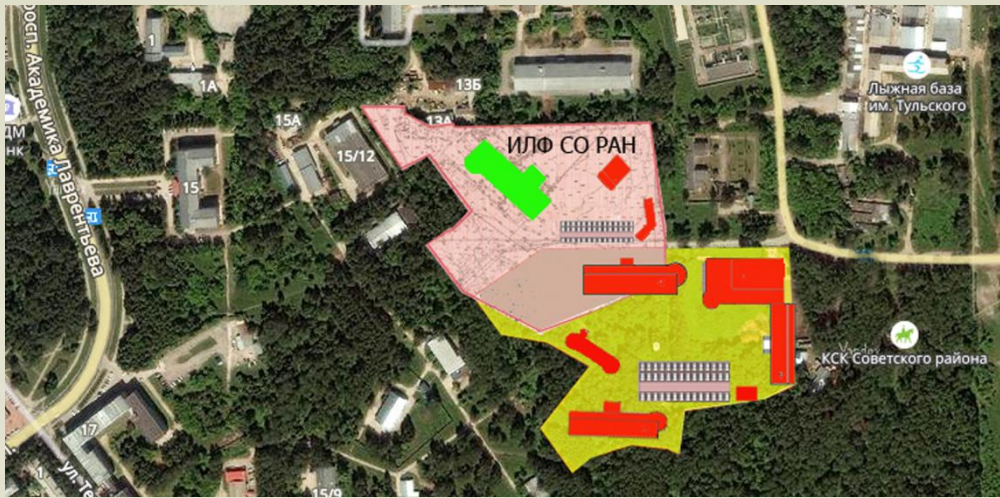
# Показатели результативности

<b>Стоимость проекта / в т.ч. бюджетная инвестиция</b>	<b>6500 / 5800 млн. руб.</b>
<b>затраты на строительство / научное оборудование</b>	<b>1150 / 3600 млн. руб.</b>
<b>собственные и привлекаемые средства</b>	<b>700 млн. руб.</b>
<b>бюджетная эффективность проекта в целом</b>	<b>977 млн. руб.</b>
<b>операционная доходность</b>	<b>не менее 300 млн. в год</b>
<b>объем заказных НИОКР, поставок ЛПТУ и услуг по ЛП технологиям выполняемых в интересах частного бизнеса</b>	<b>не менее 1000 млн. в год</b>
<b>количество российских и межд. патентных заявок</b>	<b>не менее 7 в год</b>
<b>объем НИР и НИОКР выполняемых для организаций</b>	<b>500 млн. в год</b>
<b>средняя заработная плата специалистов</b>	<b>100 тыс. в мес.</b>
<b>количество занятых научн. работников / техн. специалистов</b>	<b>94/84 чел.</b>
<b>количество новых рабочих мест</b>	<b>165</b>
<b>количество подготавливаемых высококвалифицированных кадров, в том числе с научной степенью</b>	<b>10 чел. в год</b>
<b>количество публикаций WebOfScience</b>	<b>100 в год</b>
<b>средний индекс цитирования</b>	<b>10 на статью</b>
<b>количество публикаций с включением сотрудников</b>	<b>10 в год</b>



# Местоположение и план строительства

Застраиваемый участок 2,5 Га на  
имеющейся собственной  
территории в 3,7 Га

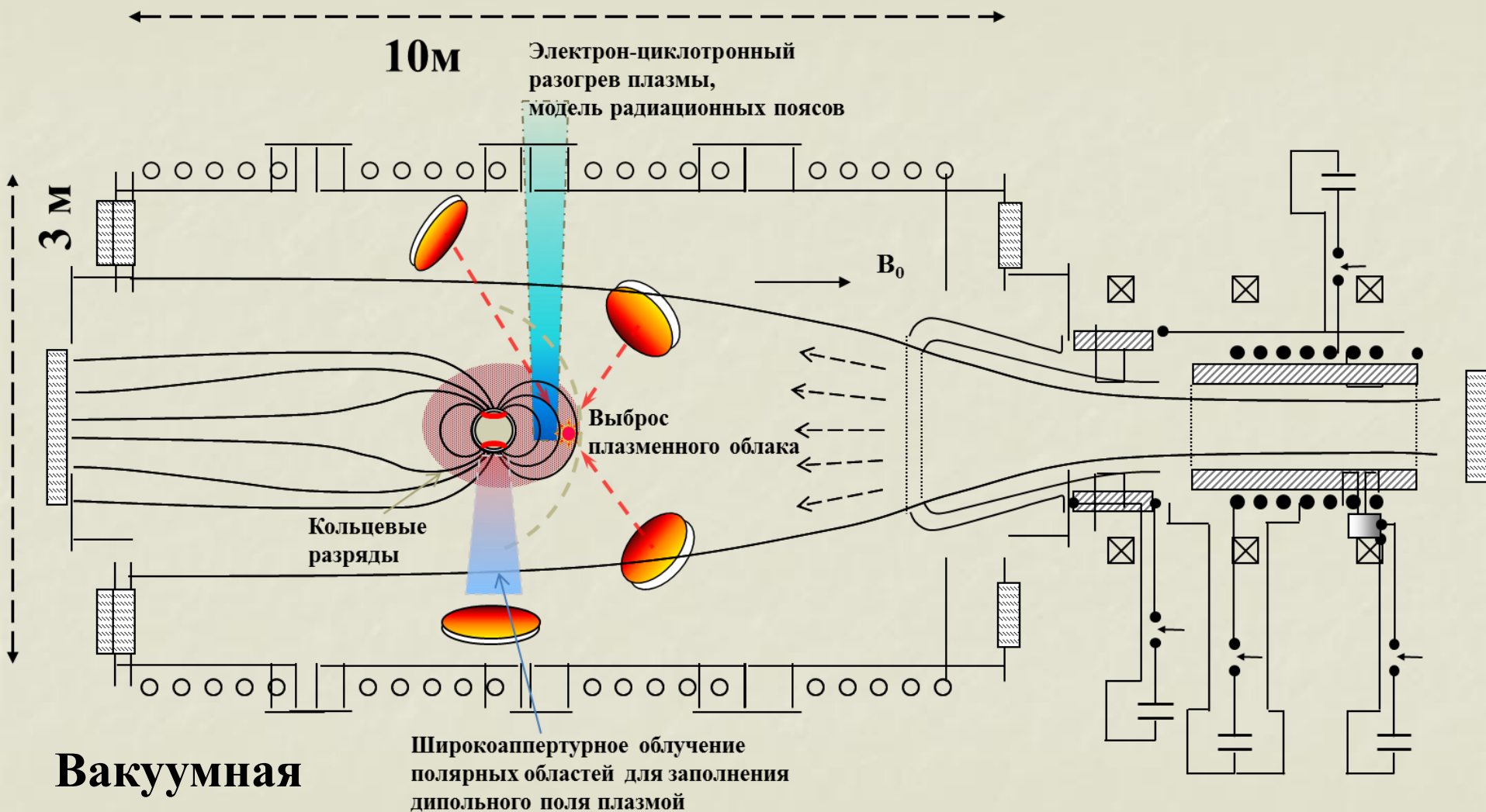


## Потребление (в год)

Эл. мощность	0.6 МВт
Расход хоз. питьевой воды	1,87 куб.м./час
Расход горячей воды	0.8 куб.м./час
Канализ. стоки	2,67 куб.м./час
Расход тепла	1,309 Гкал/час

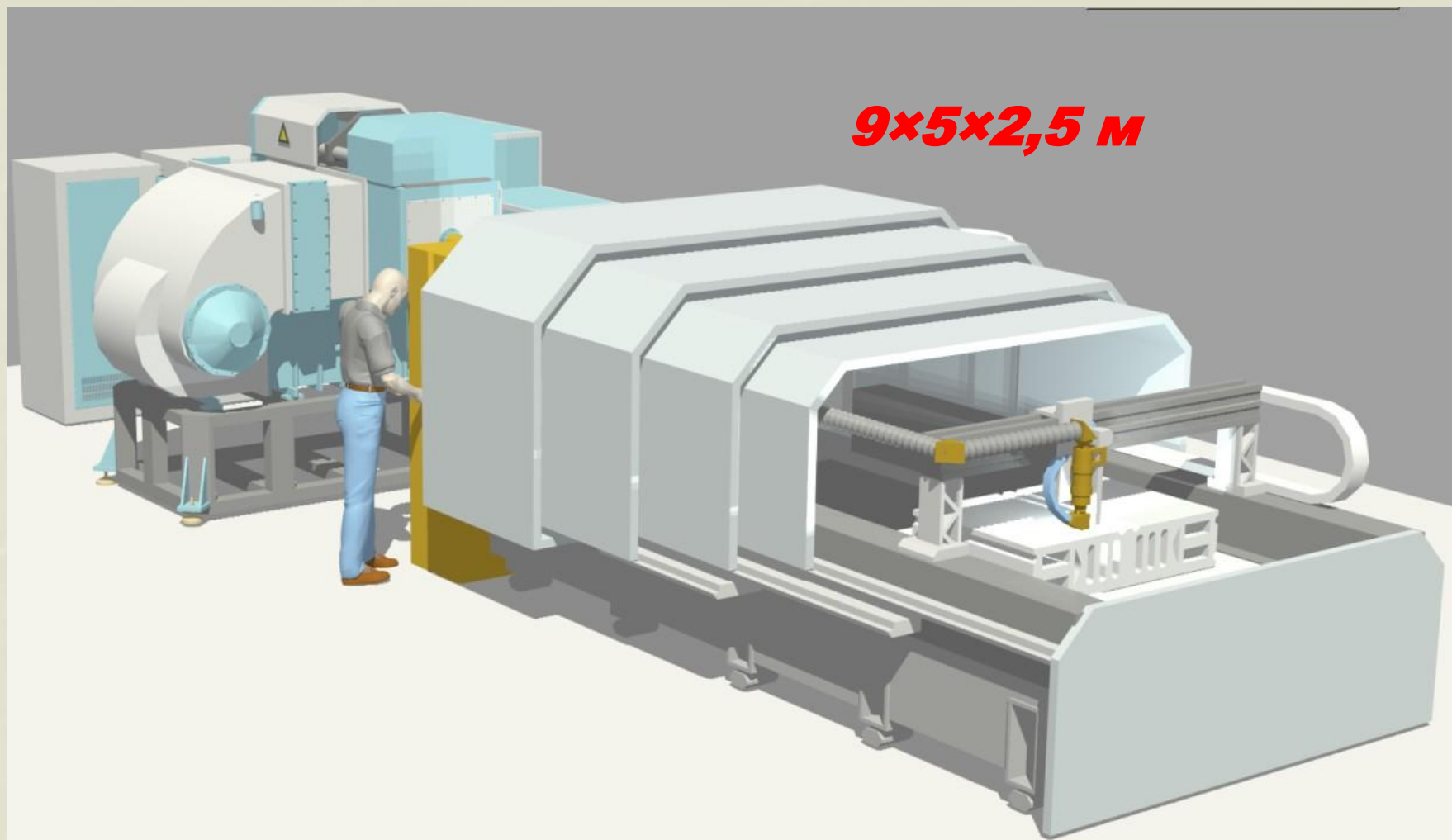


# Стенд КИ-10



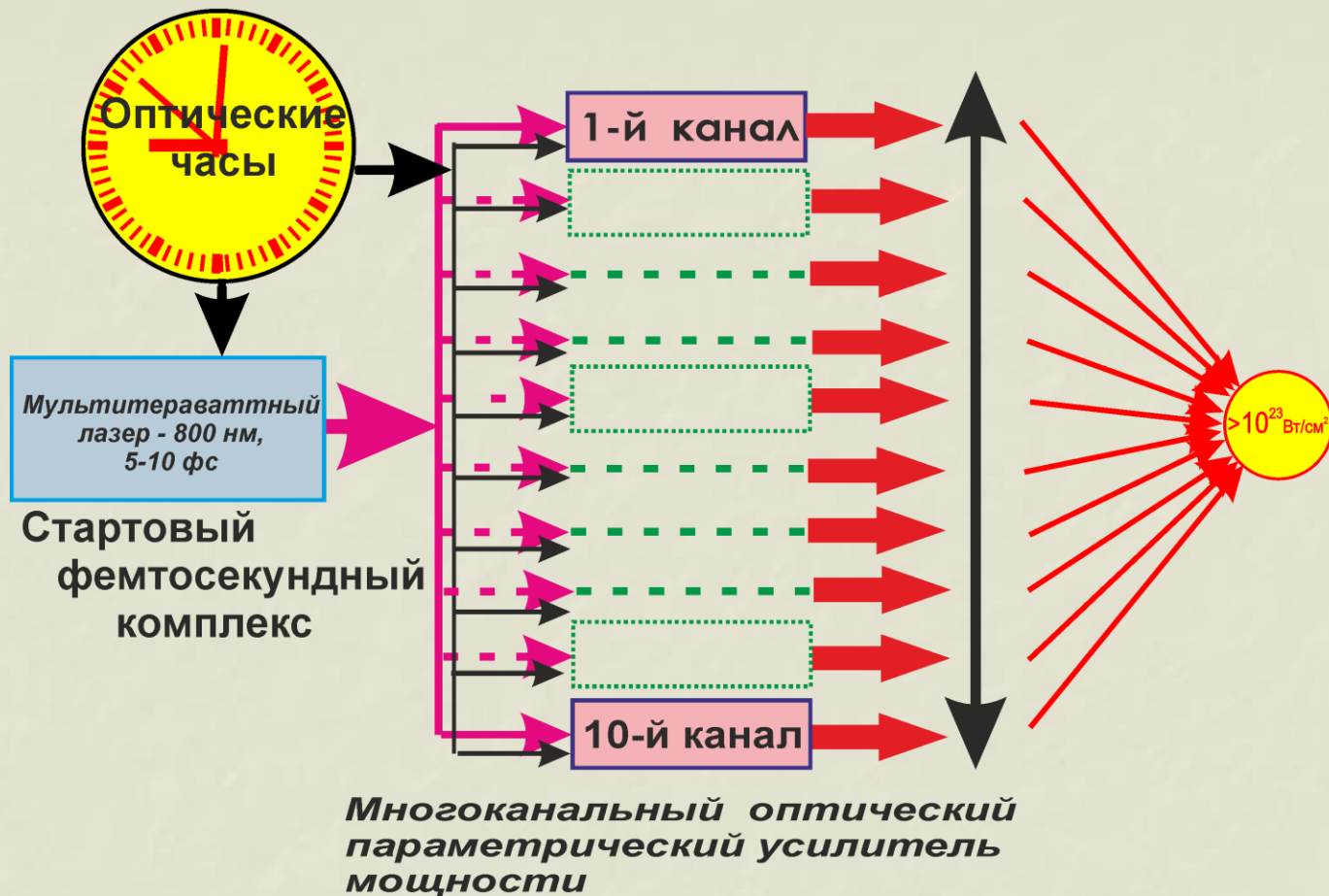


# Дизайн проект опытного образца «ЛПТУ-5.МФ.о»



**5 кВт многофункциональная лазерно-плазменная технологическая установка для 3D аддитивных технологий с полем обработки - 1200×2500×300 мм**

## Мультитераваттный Многоканальный Лазерный Комплекс с Когерентным Сложением Полей



**лазерный комплекс** экстремально высокой ультрарелятивистской интенсивности (более  $10^{23}$  Вт/см<sup>2</sup>), уникальная активная синхронизация каналов усиления оптическими часами, когерентное сложение полей излучений, предельно высокий контраст импульсов

# 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](mailto: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](mailto:bagayev@laser.nsc.ru)