



«МЫ СОЗДАЕМ НОВУЮ ОТРАСЛЬ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

Одним из символов производственных технологий 21 века являются аддитивные технологии (также распространено наименование «3D-печать»). Это принципиально новый сегмент промышленности, который возник благодаря передовым достижениям в материаловедении и математическом моделировании. Новые подходы к изготовлению изделий, участвующих в современных промышленных процессах, воплощаются на новом оборудовании, предполагают применение новых материалов и специальных цифровых платформ. В результате появляется возможность быстро и оптимально по стоимости создавать сложные детали и изделия, обладающие уникальными характеристиками и способные работать в тя-

желых производственных условиях, например, космоса или атомной промышленности.

Сегодня в нашей стране создается отрасль аддитивного производства. Возглавляет это движение Госкорпорация «Росатом», в контуре которой был создан новый отраслевой интегратор «Русатом – Аддитивные Технологии» (далее – ООО «РусАТ»), предприятие Топливной компании «ТВЭЛ». Компания ООО «РусАТ» консолидирует научные и производственные предприятия Госкорпорации «Росатом» в интересах развития отечественных аддитивных технологий. О том, как развивается этот процесс, журналу «СТАНКОИНСТРУМЕНТ» рассказал Михаил Турундаев, генеральный директор «Русатом – Аддитивные Технологии».

– Михаил Алексеевич, с недавних пор объединением и координацией российских компаний аддитивной отрасли занялась Госкорпорация «Росатом». Так, летом 2019 года Правительство Российской Федерации и «Росатом» подписали соглашение в целях развития высокотехнологической области «Технологии новых материалов и веществ». Почему координировать развитие этого направления поручено именно «Росатому»?

– Это логичное решение. Госкорпорация «Росатом» аккумулировала в себе научные и производственные компетенции в области материаловедения и машиностроения, созданные за 75 лет развития ее предприятий. Это позволяет «Росатому» быть настоящим лидером направления «Аддитивные технологии», и оно было оформлено в виде отдельного бизнес-направления в целях полномасштабного развития 3D-печати в России.

– Интегратор «Русатом – Аддитивные Технологии» был создан в составе Топливной компании «ТВЭЛ». Какие составляющие аддитивного рынка охватывает деятельность ООО «РусАТ»?

– Поскольку ООО «РусАТ» – это интегратор, то его основная задача заключается в объединении компе-

тенций: научных, технологических, производственных – в интересах развития всего потенциала аддитивной отрасли. Поэтому компания-интегратор работает в тесной связке с предприятиями отрасли, входящими в контур Госкорпорации. В их числе – «Наука и инновации», «НПО «Центротех», НПО «ЦНИИТМАШ», РФЯЦ-ВНИИЭФ, РФЯЦ-ВНИИТФ, УЭХК и многие другие. Наша главная задача – собрать те уникальные компетенции, которые эти компании накопили за многие годы выполнения сложнейших задач.

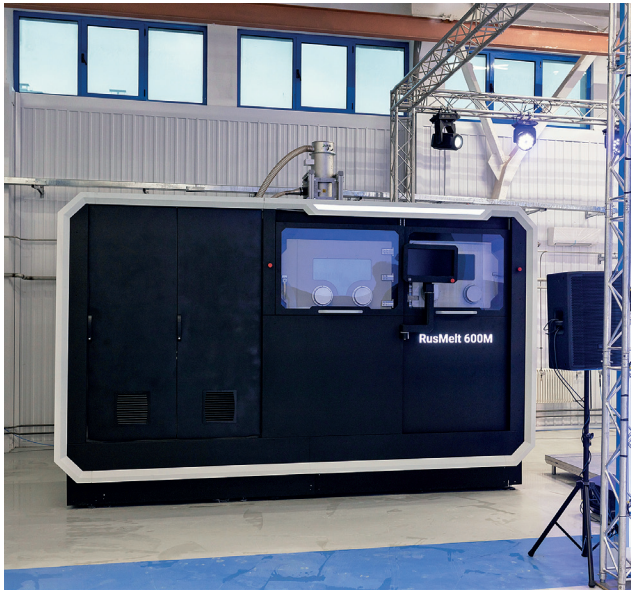
Мы выделяем ряд ключевых направлений развития сферы аддитивных технологий. Первое – это создание российского оборудования для 3D-печати. В первую очередь, это принтеры, работающие по разным технологиям: SLM (Selective Laser Melting) – технология селективного (выборочного) лазерного плавления, технология FDM (Fused deposition modeling) – моделирование методом послойного наплавления, электронно-лучевая плавка и т.д.

Второе направление – создание материалов для 3D-печати. В данном случае материалом являются металлические порошки либо металлическая проволока или гранулы, порошки, жидкие материалы и т.д., если мы говорим о полимерных композитных материалах.

Третье направление – создание программного обеспечения. Необходимо ПО различных типов:



Первый Центр аддитивных технологий «Росатома» открыт! Красную ленточку перерезали: президент АО «ТВЭЛ» Наталья Никипелова и генеральный директор ООО «РусАТ» Михаил Турундаев



RusMelt 600M – отечественный мультилазерный 3D-принтер с рабочей зоной 600 × 600 мм

от программного обеспечения моделирования процессов, необходимых для 3D-моделирования, до цифровых технологий, которые объединяют принтеры и центры аддитивных технологий в особую интеллектуальную сеть.

И четвертое направление – создание инфраструктуры аддитивной отрасли, что подразумевает запуск центров аддитивных технологий с различным функционалом. Это могут быть производственные центры, а также научно-исследовательские, сертификационные и образовательные центры. Это важнейшая задача для достижения поставленной цели – создания в нашей стране новой отрасли аддитивных технологий.

– Какое оборудование уже создала компания «РусАТ»?

– Госкорпорация «Росатом» занялась аддитивными технологиями несколько лет назад, и за это время уже создано несколько машин, работающих по технологии SLM. Селективное лазерное плавление – это сегодня самое быстрорастущее направление 3D-печати, самая востребованная в промышленности технология печати металлическими порошками. Исходя из потребностей промышленных предприятий, мы создали несколько моделей принтеров с различными рабочими зонами.

Так, в 2019 году организовано серийное производство 3D-принтеров RusMelt 300M с рабочей зоной 300 × 300 мм и RusMelt 600M с рабочей зоной 600 × 600 мм, что позволяет печатать крупногабаритные изделия. Отмечу важную деталь – обе машины являются мультилазерными. Они

обеспечивают одновременную работу до четырех лазеров, что, конечно, существенно ускоряет процесс печати.

Надо сказать, что, занявшись созданием модели 600M, мы установили для себя высокую планку требований. Сегодня в мире практически нет аналогов такого принтера. Можно назвать буквально пару западных конкурентов, которые в течение многих лет занимаются аддитивными технологиями и вышли на тот же уровень опытно-конструкторских разработок, на котором работаем мы. Все только начинают осваивать это направление. Поэтому можно уверенно сказать, что нами уже создан достаточно конкурентоспособный продукт.

В этом году заканчивается работа над собственными лазерами, работающими в SLM-установках. Это ключевые комплектующие – дорогостоящее оборудование, которое производит весьма ограниченное количество мировых производителей. И мы поставили цель войти в их число. К настоящему моменту разработаны и протестированы опытные образцы, и в этом году мы ожидаем начала серийного производства лазерных систем. Будет создана целая линейка лазеров для принтеров, печатающих по технологии SLM.

– Какие материалы для 3D-печати уже созданы?

– Если говорить о порошках, то здесь также идет весьма серьезная работа. В первую очередь, я имею в виду ООО «НПО «Центротех» в Новоуральске Свердловской области. В 2020 году мы запустили две установки по производству порошков. Одна установка – «Капля» – создана для производства нержавеющей алюминийевых порошков. Другая установка под кодовым названием «Шайба» ориентирована на распыление и производство титановых порошков. Еще одна установка, предназначенная для работы с титановыми порошками, создается в Глазове на предприятии «Чепецкий механический завод», которое также входит в структуру Топливной компании «ТВЭЛ».

Рынок порошков тоже достаточно большой, быстрорастущий. Очевидно, что очень важно использовать имеющиеся у «Росатома» компетенции в материаловедении для того, чтобы создавать передовые отечественные технологии и собственное оборудование для производства материалов.

– Можете оценить потенциал применения аддитивных технологий в атомной отрасли?

– Знаете, на настоящий момент в атомной отрасли Российской Федерации еще ни одно изделие не напечатано аддитивным способом. Это, конечно, не означает, что у этих технологий нет потенциала. Наоборот! Это подразумевает колоссальный задел.

Когда мы приступили к работам в этом направлении, мы поставили себе задачу – максимально

внедрить аддитивное производство на предприятиях Госкорпорации. Летом прошлого года подготовили «дорожную карту» по внедрению аддитивных технологий на различных предприятиях «Росатома». Составили список изделий, которые можно изготавливать с помощью 3D-печати, и сформировали десять проектов, которые, кстати, уже начали реализовываться. А в нынешнем году ожидаем запуска еще как минимум десятка проектов.

— Запускаете проекты аддитивных технологий десятками? Неужели это несложно?

— Несложно только на словах. Запуск каждого проекта – это небыстрый процесс. Нужно отдавать себе отчет в том, что каждое изделие является ответственным. Для подготовки его изготовления аддитивным способом нужно провести серьезные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, нужно глубоко исследовать материал. Поясно на паре примеров.

Например, мы планируем печатать так называемый антидебризный фильтр. Это изделие входит в состав тепловыделяющей сборки ядерного реактора и работает в активной зоне реактора под высочайшим давлением – 15,7 МПа, и при очень высоких температурах – свыше 300°C. И еще оно подвергается вредному воздействию различных веществ. Традиционным способом изготовить этот антидебризный фильтр – фактически, это сетка из тончайших перегородок, причем крупногабаритная – сложно, создание этого изделия представляет собой многоступенчатую многофакторную задачу. Мы попробовали напечатать такой фильтр на 3D-принтере, и экспериментальный образец получился. Но теперь нам предстоит провести разнообразные исследования, осуществить различные эксперименты, вплоть до тестирования работы этого устройства в активной зоне. И если в результате будет доказана возможность изготовления антидебризного фильтра аддитивным способом, это будет означать радикальную экономию и времени изготовления изделия. Ведь, по сути, тогда один 3D-принтер сможет полностью заменить производственную цепочку.

Другое изделие – это так называемое кольцо выгородки. Это четырехметровое изделие весом 35 т, которое устанавливается на реакторе, и в него вставляются топливные элементы. Данная мощная конструкция также работает в активной зоне реактора. Если мы говорим о традиционном способе производства такого изделия, то заготовка для него весит 75 т. Представляете? Половина исходного материала удаляется в ходе многочисленных этапов обработки: срезается, вытравливается, фрезеруется и т. д. А если изготовить такое устройство аддитивным способом, мы сможем сэкономить 50% мате-



ООО «РусАТ» объединяет научные и производственные предприятия Госкорпорации «Росатом» в рамках развития отечественных аддитивных технологий

риала, потому что изделие будет печататься слой за слоем.

Кроме того, помимо экономии материала, аддитивные технологии позволяют модернизировать конструкцию, ее топологию, геометрию таким образом, чтобы повысить эффективность работы этого изделия, в частности, эффективность охлаждения этого изделия в тяжелых условиях рабочей среды.

— Есть ли планы расширить эти работы на другие отрасли, помимо атомной?

— Безусловно, да. Замечу, что к настоящему времени аддитивные технологии получили наибольшее распространение в медицине. Авиастроители активно применяют аддитивные технологии при изготовлении различных завихрителей, форсунок и прочих изделий для авиационной промышленности. Они также активно работают с композитными материалами: изготавливают из них корпуса – легкие, прочные и долговечные. Принтеры, которые печатают композитными материалами, сейчас очень востребованы.

Похожая история и в автомобилестроении. Нефтяники также активно применяют аддитивные технологии для ремонта различных установок. Можно привести много примеров других отраслей, где такие технологические возможности приносят пользу. В целом, аддитивные технологии – не только про создание изделия, но еще и про восстановление. Фактически аддитивные технологии обеспечивают вторую жизнь различным изделиям. Например, достаточно эффективно эти технологии применяются в энергетике: если, скажем, у турбины возникла неисправность лопатки, ее можно восстановить аддитивным способом, наплавив

утраченную часть. Собственно, это объясняет бурный рост внедрений аддитивных технологий в различных отраслях промышленности – 15–25% в год.

– Как вы можете описать преимущества аддитивных технологий, которые можно ощутить в самых разных отраслях?

– Знаете, применение аддитивных технологий дает очень много позитивных эффектов. Если сравнивать изготовление изделий аддитивным способом с традиционным, то, в первую очередь, нужно сказать об экономии материалов, высокой скорости изготовления, а также о возможности оптимизировать конструкцию буквально на лету.

Ведь одно дело, если мы производим изделие в рамках больших серий, когда производство отлично налажено. И совсем другое дело, когда серия небольшая и требует изменений в процессе. В этом случае аддитивные технологии просто незаменимы, потому что они позволяют довольно быстро менять конструкцию изделия, его топологию, при этом не нарушая никаких механических и химических свойств материала и самого изделия.

Еще один важный момент – конструкции, которые имеют сложную геометрию и требуют многоступенчатого производственного процесса. Здесь также незаменима именно 3D-печать, когда даже очень сложное изделие с множеством переходов, отверстий, форсунок можно напечатать на принтере за один заход. На мой взгляд, это и есть воплощение того самого шестого технологического уклада или четвертой промышленной революции, о которой сегодня много говорят.

– В конце прошлого года «РосАТ» запустил первый Центр аддитивных технологий. Расскажите, пожалуйста, подробнее о целях и задачах данного центра.

– Да, это серьезное событие. Дело в том, что Центр аддитивных технологий «Росатома» – это не просто первый центр такого рода в Госкорпорации «Росатом». Это первый центр в РФ, оснащенный полностью российским оборудованием – 3D-принтеры и комплектующие к ним произведены в ГК «Росатом». Наша задача – еще больше локализовать это оборудование, продолжать развивать отечественные технологии 3D-печати и открывать новые центры аддитивных технологий в разных регионах страны.

У Центра аддитивных технологий «Росатома» достаточно широкий спектр задач. Во-первых, производственная функция – изготовление продукции для атомной и других отраслей, для наших партнеров и клиентов. Во-вторых, реализация научного потенциала. Наши инженеры, конструкторы, технологи смогут проводить здесь различные изыскания, исследования материалов и изделий, заниматься изучением различных современных технологий.



Инфраструктура российской аддитивной отрасли создается на базе отечественных составляющих: оборудование 3D-печати, материалы и программное обеспечение

Еще в этом Центре мы проводим как финальную сборку и отладку принтеров, так и пусконаладку и отработку технологий печати новых моделей принтеров. Для этих целей, в частности, создана лаборатория контроля качества. Это важная составная часть инфраструктуры Центра. Здесь проходят апробацию новые технологии производства и подтверждается полученное в ходе их внедрения качество изделий, отвечающее предъявляемым требованиям заказчика.

– Центр аддитивных технологий уже запущен в работу в полном объеме?

– Он уже укомплектован оборудованием. Сейчас в нем находятся две машины с рабочей зоной 300 × 300 мм и две машины с рабочей зоной 600 × 600 мм. Одни установки находятся на стадии пусконаладки, на других тестируются режимы, уже печатаются изделия. Но это не окончательное состояние, Центр будет расширяться дальше. Будут открываться дополнительные помещения, добавляться новые машины, работающие по иным технологиям и с другими материалами. В 2021 году мы откроем вторую очередь нашего Центра аддитивных технологий, и тогда можно будет заявить о завершении создания первого демонстрационно-технологического центра аддитивных технологий Госкорпорации «Росатом».

– Планируется открытие и других центров?

– Да. Следующий центр мы намерены открыть на базе «НПО «Центротех» в Новоуральске уже в нынеш-

нем году. Это будет чисто серийная производственная история, поскольку в Уральском регионе сосредоточено много предприятий, которым необходимо иметь поблизости Центр аддитивной печати. Так что, в ближайших планах – открытие такого центра на Урале, а затем – в других регионах. Планируется создание образовательного центра в Сочи, в учебном центре «Сириус». Следующие точки на карте нашей страны – научно-промышленные университетские города: Томск, Новосибирск, Казань, Калининград. Вы видите, что эти планы не привязаны исключительно к тем городам, где расположены предприятия Госкорпорации «Росатом». Речь идет о создании аддитивных производств по всей территории Российской Федерации.

Наша задача – стать высокопрофессиональным демонстрационным, технологическим, научно-исследовательским центром, чтобы всем заинтересованным предприятиям убедительно продемонстрировать преимущества аддитивных технологий, легкость их внедрения в производственный процесс и практические методы достижения с их помощью наибольшего эффекта в работе. При этом главной нашей задачей остается разработка и производство передового отечественного аддитивного оборудования. В соответствии с нашей стратегической программой мы планируем создать и вывести на рынок ряд новых технологий печати и видов принтеров, работающих с различными материалами.

– Расскажите, пожалуйста, чуть подробнее о вопросах стандартизации и сертификации продукции Центра аддитивных технологий.

– В течение многих лет мы очень плотно занимаемся вопросами стандартизации и сертификации продукции. Специально под эти задачи был создан профильный технический комитет по стандартизации № 182 «Аддитивные технологии» (ТК 182). Этот комитет был образован приказом Росстандарта в 2015 году по инициативе «Росатома» и ФГУП «ВИАМ». Секретариат комитета сформирован на базе ФГУП «ВИАМ».

Задача ТК 182 – приводить в соответствие и создавать новые стандарты по направлению «Аддитивные технологии». Сегодня в его состав входит более 60 организаций, представляющих науку, производителей и потребителей продукции, производителей оборудования. На конец 2020 года фонд документов по стандартизации, закрепленных за ТК 182, составил 29 наименований. Это национальные и предварительные национальные стандарты. Ведутся работы по примерно 30 проектам, в том числе по актуализации уже действующих стандартов: темпы развития аддитивных технологий достаточно высокие и уже по истечении пяти лет появляется необходимость актуализировать наработанный опыт. Из 14 стандартов, утвержденных в 2020 году, семь создано при

нашем участии. В плане работ ТК еще 13 стандартов, разработчиками которых являются предприятия Госкорпорации. Несмотря на то, что темп взят хороший, все равно необходимо его увеличивать, чтобы быть на шаг впереди и успевать за развитием технологий и потребностями промышленности.

Хочу особо отметить, что активные работы по стандартизации проходят и на международном уровне. Ключевое значение стандартизации в области аддитивного производства очевидно для многих участников рынка, поэтому данная область стала предметом сотрудничества крупнейших организаций, таких как Международная организация по стандартизации ISO и Американское общество по испытанию материалов ASTM. Специалисты ООО «РусАТ» принимают непосредственное участие в работе этих организаций, а также внедряют международный опыт в отечественную практику.

– Для решения таких масштабных задач, о которых вы рассказали, необходима поддержка государства?

– Да, нам очень важна господдержка, потому что мы создаем новое направление, фактически, новую отрасль промышленности. Поэтому в части аддитивных технологий речь идет не просто о снятии тех или иных барьеров. Мы говорим о создании нормативной базы, которой пока для аддитивных технологий вообще не существует. Мы над этим плотно работаем, постоянно находимся в рабочем контакте с различными федеральными органами исполнительной власти.

Отдельно отмечу поддержку, которую нам оказывает Минпромторг России. Для активного развития отрасли в нашей стране им был разработан проект Стратегии по развитию аддитивных технологий на период до 2030 года. Также в апреле 2020 года производство аддитивного оборудования было включено в Общероссийский классификатор видов экономической деятельности ОКВЭД 2, а соответствующая продукция была добавлена в Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности ОКПД 2.

Развитие сферы 3D-печати происходит, не в последнюю очередь, благодаря широкому спектру разносторонних финансовых и нефинансовых мер поддержки. Займы Фонда развития промышленности, гранты Фонда содействия инновациям и Российской венчурной компании, субсидии от Министерства промышленности и торговли РФ – это неполный список осуществляемых государством механизмов поддержки.

Напомню, что в 2019 году в рамках соглашения, подписанного Госкорпорацией «Росатом» и Правительством РФ, была поставлена задача создания и внедрения новых технологий и материалов, в том числе полимерных композитных материалов, ред-



Центр аддитивных технологий в Москве – первая площадка в ряду запланированных аддитивных производств, которые будут открываться по всей территории России

коземельных металлов и аддитивных технологий. И в декабре того же года на лидер-форуме «Аддитивные технологии. Расширяя горизонты» «Росатом» представил федеральную дорожную карту развития аддитивных технологий в России до 2030 года, которая в прошлом году была подписана вице-премьером Ю.И. Борисовым. Вот эти события дали старт развитию нового направления аддитивных технологий как новой отрасли промышленности. Так что мы находимся в самом начале пути.

Создать отрасль практически с нуля очень тяжело. Очевидно, что поддержка профильных министерств здесь просто необходима. Но и предполагаемые результаты от нее ожидаются весьма значимыми: согласно той дорожной карте, о которой я упомянул ранее, к 2030 году Россия выйдет на уровень одного из мировых лидеров глобального аддитивного направления, войдет в пятерку лидирующих стран по этому направ-



лению. Это серьезные амбиции, но, детально просчитав различные параметры, можно говорить о том, что поставленная цель вполне достижима.

– Что может повлиять на успешное выполнение этой задачи?

– Есть ряд важных аспектов. Например, вопрос кадров. Сотрудники ООО «РусАТ» – технологи, конструкторы, инженеры – в большинстве своем это люди молодые, но высокопрофессиональные. В федеральной дорожной карте, оператором которой мы являемся, подготовка соответствующих кадров прописана в числе ключевых задач. Поэтому мы работаем, в том числе со школами, оборудуем школьные классы пластиковыми 3D-принтерами. Это ведь принципиально иная философия изготовления продукции, отличающаяся от традиционных подходов. Раньше, чтобы получить готовое изделие, нужно было что-то вырезать, удалить, разрушить, а в мире аддитивных технологий вместо разрушения – созидание. Это своего рода революция в сознании нового поколения специалистов.

Многие вузы вводят у себя специальности по аддитивному направлению. И мы с ними тоже сотрудничаем: помогаем создавать учебные центры, обеспечиваем методическую поддержку и т.д.

Повторю еще раз: войти в топ-5 мировых лидеров аддитивных технологий – это абсолютно достижимая цель. В то же время миссия будет невыполнима, если действовать в одиночку, например, только «Росатому» или только государству. Здесь нужно объединение сил крупного, среднего, малого бизнеса и плюс господдержка. С этой целью в конце 2020 года мы создали Ассоциацию развития аддитивных технологий, куда вошли крупнейшие корпорации Российской Федерации: «Росатом», «Ростех», «Роскосмос», «Алмаз-Антей», «Газпром нефть» и ВИАМ. Задача нашей компании в данном профессиональном сообществе – объединить всех, кто уже занимается аддитивными технологиями, и тех, кто только хочет ими заниматься, кто еще пока только примеривается к этому направлению и формулирует вопросы. Причем, не важно, в какой сфере работает предприятие, будь то создание оборудования, материалов или разработка программного обеспечения.

Это будет открытая ассоциация с профильными комитетами. Уже создан экспертный совет, в рамках которого будут анализироваться технологии, проекты, методы и принципы внедрения. Только совместными усилиями такого представительного профессионального сообщества мы сможем вывести Россию на тот высокий уровень, который задан, – в топ-5 мировых лидеров аддитивных технологий.

С М.А. Турундаевым беседовали
О.А. Лаврентьева, Е.Н. Покатаева.



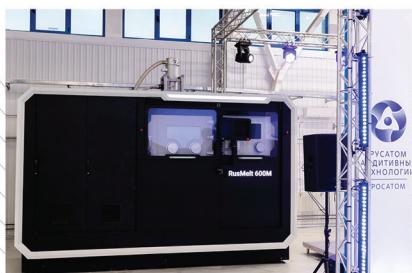
РУСАТОМ
АДДИТИВНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
РОСАТОМ

23 декабря 2020 года запущен первый
Центр аддитивных технологий
Госкорпорации «Росатом» на площадке
Московского завода полиметаллов

Центр укомплектован 3D-принтерами собственного производства –
Rusmelt 300M, Rusmelt 600M и Rusmelt 600RM – для размещения
заказов печати металлическими порошками по технологии SLM.

В 2021 году комплексы 3D-печати металлическими порошками
и фотополимерами по технологиям SLS и SLA, а также расширенная
номенклатура испытательного и вспомогательного оборудования
дополнят ЦАТ.

**ЦАТ открыт для посетителей, а мы –
для сотрудничества!**



Контакты
«Росатом – Аддитивные Технологии»

115409, Россия, Москва,
Каширское шоссе, 49

Тел.: +7 (495) 988-82-82, доб. 6410
E-mail: rusat@rosatom.ru