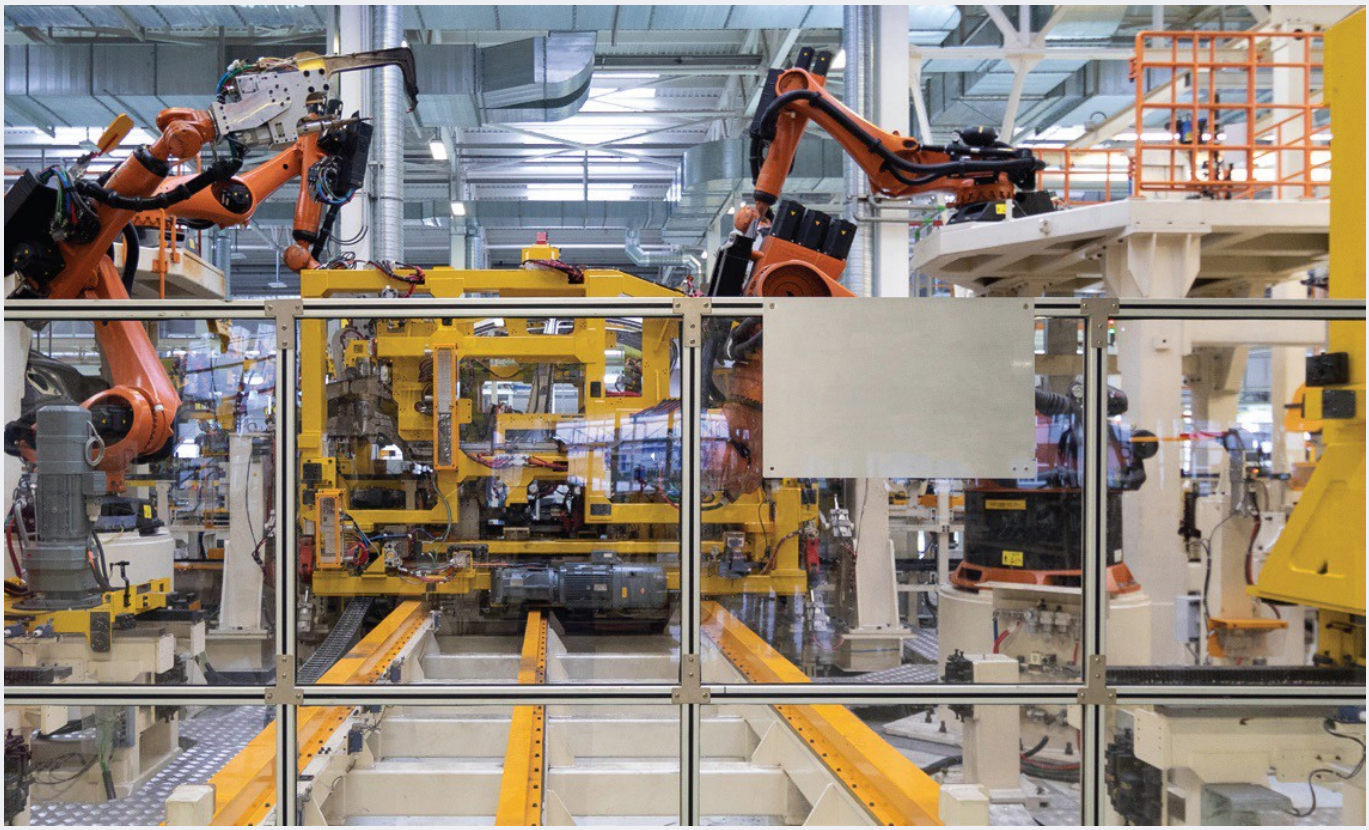
Разработки Политеха: от импортозамещения к импортонезависимости



«После введения западных санкций стало ясно, что российской экономике предстоит найти новый путь развития. И важную роль в этом должна сыграть наука – как поставщик идей и технологий», сказал ректор СПбПУ академик РАН Андрей Рудской. Рассказываем о работе политехников в решении новых задач.

От глобализации к локализации через цифровизацию

Бесконечные потоки санкций, направляемые Западом против России, привели к нарушению международных каналов поставок и сбыта. Чтобы выжить, компании должны перестроить свою деятельность: найти поставщиков внутри страны, либо создавать собственное цифровизованное производство. Таким образом развивается тренд перехода от глобализации к локализации производства. Это позволяет снизить возникающие риски. При этом выживаемость компаний зависит от скорости внедрения инноваций и новых технологий. Поэтому компании, которые полностью перешли на цифровые технологии, смогут быстрее справиться с возникшими проблемами и получить более высокую рентабельность инвестиций (ROI).

Как говорил Уинстон Черчилль: «Никогда не позволяйте кризису пропадать впустую, ищите новые возможности». Частные компании должны взять на себя инициативу и ускорить цифровую революцию, в то время как правительство должно сосредоточиться на обеспечении грамотной налоговой политики и поддержке ключевых секторов экономики, чтобы справиться с возникающими глобальными вызовами.

Устойчивость, гибкость и стабильность производства являются тремя наиболее важными факторами для любого производителя, и все они могут быть усилены за счет использования оборудования и технологий 4IR. Цифровые технологии служат для укрепления цепочек создания стоимости, локализации производства и развития интернет-торговли. Эксперты приходят к выводу, что такова сейчас формула успеха для управления производством, удовлетворения спроса потребителей, снижения затрат и повышения качества продукции.

Кризис подтолкнул мир к цифровизации всех технологий, автоматизации и роботизации производства и логистики. Это стало критически важным моментом для существования компаний.

Называется это четвертая промышленная революция (Industry 4.0), промышленный Интернет вещей (Industrial Internet of Things (IIoT)) или умное производство (smart manufacturing).

Любопытно, что на фоне обвала поставок начали активно внедряться промышленные 3D-принтеры. Так как в условиях нарушения поставок только 3D-печать способна оперативно изготовить детали для любого оборудования прямо на месте. Соответственно, повысился спрос на принтеры.

Для компаний, специализирующихся на промышленной 3D-печати, мировой кризис стал звездным часом. Например, с помощью

3D-принтеров выпуск критически важных аппаратов искусственной вентиляции легких во время эпидемии Covid-19 открылся одновременно в нескольких странах. При этом цифровые технологии позволили перейти от проектирования к производству буквально за один день.

Оцифровка всех техпроцессов позволяет поддерживать непрерывность выполнения технологических операций даже при удаленной работе, с помощью смартфона, планшета или ноутбука. В режиме реального времени специалисты видят все производственные процессы и статистику по ним, что помогает им быстро принимать правильные решения. Компании, прошедшие оцифровку производства и установку новейшего оборудования, смогли быстро справиться с возникшими проблемами, опережая своих даже более крупных конкурентов. Как показал опыт Китая, столкнувшегося с американскими санкциями и пандемией, все оцифрованные предприятия успешно работают, а использующие традиционное оборудование и технологии приостановили свою деятельность и ждут восстановления цепочки поставок.

Резюмируя, можно сказать, что выживаемость компании в современном мире зависит от скорости внедрения инновационных технологий и новейшего высокопроизводительного оборудования. Кризис – это не только время потерь, но и время новых возможностей. Введенные западными странами санкции позволяют российским компаниям развиваться и захватывать рынок в отсутствии конкурентов.

Возможности для импортозамещения

В 2015 году Инжиниринговым центром СПбПУ совместно с Центром стратегических разработок «Северо-Запад» (руководитель – В.Н. Княгинин) была представлена концепция и стратегия развития сети центров инженерных разработок – центров реверсивного инжиниринга в России.

На состоявшейся в конце апреля этого года в Новосибирске первой стратегической конференции «Импортонезависимость», на которой обсуждались вопросы обеспечения технологического и цифрового суверенитета России, тема реверсивного инжиниринга также получила развитие.

Модератором секции «Наука: от замысла до воплощения» выступил Алексей Боровков, руководитель Научного центра мирового уровня «Передовые цифровые технологии», Центра компетенций НТИ «Новые производственные технологии» и Инжинирингового центра (CompMechLab®) СПбПУ. Приводим выдержки из его выступления:

- Широкие возможности для импортозамещения открываются благодаря уходу иностранных предприятий и освобождению высокотехнологичного рынка России. Поэтому сегодня чрезвычайно актуальными задачами являются повышение конкурентоспособности экономики и национальная безопасность. Важно освоить новые подходы к импортозамещению, а затем – импортоопережению: например, ресурсы многих деталей, оборудования ограничены, во многих случаях близки к исчерпанию. У России нет другого пути, кроме как научиться разрабатывать, производить и эксплуатировать отечественное высокотехнологичное оборудование. В качестве примера можно назвать две отрасли, остро нуждающиеся сегодня в передовых отечественных решениях, – авиастроение и нефтегазовая отрасль. Первая, в силу масштабов страны, решает вопросы мобильности. Вторая вносит решающий вклад в формирование бюджета страны.

Какова роль науки в этом процессе? Стремительное развитие и увеличение наукоемкости и мультидисциплинарности разработок предъявляет особые требования к фундаментальному физико-математическому образованию и освоению цифровых технологий. Именно специалисты, обладающие компетенциями мирового уровня, при надлежащей поддержке государства обеспечат решение другой сверхактуальной задачи – обеспечить технологический суверенитет России.

Каким образом можно организовать массовое импортозамещение? Когда стоит цель импортозаместить в кратчайшие сроки высокотехнологичное изделие или восстановить, точнее, разработать конструкторскую документацию и технологический процесс производства, во всем мире применяется реверсивный инжиниринг, который позволяет разработать продукт на основе существующего прототипа.

Ярчайшим примером тотального применения реверсивного инжиниринга является Китай, который всего лишь за несколько десятилетий на наших глазах построил одну из самых мощных и высокотехнологичных экономик в мире, перейдя в своем развитии от этапа копирования и «научения через копирование лучших образцов» к этапу формирования технологического суверенитета и лидерства, демонстрируя в настоящее время одни из самых высоких темпов развития.

Какова роль разработки и применения цифровых двойников на основных стадиях жизненного цикла изделий для развития импортоопережения России? Чрезвычайно актуальным в процессе разработки цифровых двойников высокотехнологичных промышленных изделий является переход на цифровые платформы, которые позволяют одновременно в рамках единой цифровой среды работать большому числу участников над десятками проектов из разных высокотехнологичных отраслей и, главное, решают проблему капитализации знаний.

Например, на российской цифровой платформе по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench™, которую ежедневно используют в своей деятельности инженеры Инжинирингового центра и Центра НТИ «Новые производственные технологии» СПбПУ, содержится на сегодняшний день более 280 000 цифровых решений для различных отраслей.

Цифровая платформа CML-Bench™ предоставляет уникальные возможности проводить балансировку противоречащих друг другу требований и целевых показателей, вносить изменения и уточнения, контролировать происхождение и историю изменений каждого вычислительного результата, всех виртуальных испытаний, которых за сутки может быть сотни в случае одновременного выполнения десятков проектов.

Системно организованная деятельность на базе цифровой платформы CML-Bench™ в Инжиниринговом центре СПбПУ обеспечивает снижение себестоимости разработки высокотехнологичных изделий в различных отраслях промышленности. Благодаря

эффективному использованию триады «виртуальные испытания & виртуальные стенды & виртуальные полигоны» значительно снижаются объемы натурных испытаний, необходимых для доводки изделий до требуемых характеристик.

Для эффективной организации производства на этапе разработки создаются цифровые двойники технологических процессов, а также учитываются технологические особенности в качестве ресурсных ограничений. Все это, в целом, уменьшает время вывода новой конкурентоспособной высокотехнологичной продукции на рынок.

Ремонт сложных двигателей

Сотрудники НОЦ в Российско-Германском центре лазерных технологий СПбПУ выполняют восстановительную лазерную наплавку компонентов карьерных самосвалов и газотурбинных двигателей как отечественного, так и импортного производства.

Специалисты НОЦ «Конструкционные и функциональные материалы» Института машиностроения, материалов и транспорта СПбПУ совместно с компанией «Сумитек Интернейшнл» разработали технологию лазерной наплавки и восстановили корпус мотор-колеса карьерного самосвала 5GEB25 Komatsu. Работа непростая, так как крупногабаритная деталь имеет размеры 1800 х 1800 мм и весит четыре тонны.

Использовался роботизированный комплекс «ОКТА-принтер», созданный специалистами ИММиТ на базе робота и двухосевого позиционера Comau, оснащенный лазерными головками CoaxPrinter (Precitec) и YC52. Комплекс выполняет операции прямого лазерного выращивания и лазерной наплавки. Для выполнения работы использовался металлический порошок.

По договору, заключенному с компанией «Азавиатрейд», ИММиТ СПбПУ планирует провести с использованием технологии лазерной газопорошковой наплавки восстановление сопловых аппаратов газотурбинного двигателя ТВ 3-137. На роботизированном комплексе «ОКТА-принтер» для снижения стоимости работ планируется использовать сварочную проволоку.

Цифровая платформа CML-Bench™

Цифровая платформа CML-Bench™ – цифровая платформа по разработке и применению цифровых двойников (Digital Twins) и «умных» цифровых двойников (Smart Digital Twins) как высокотехнологичных промышленных изделий/продуктов, так и технологических/производственных процессов их изготовления, система управления деятельностью в области системного цифрового инжиниринга (системного и модельно-ориентированного инжиниринга, математического, компьютерного и суперкомпьютерного моделирования, цифрового проектирования, компьютерного и суперкомпьютерного инжиниринга).

На базе Цифровой платформы CML-Bench™ могут быть разработаны основные компоненты цифровых двойников высокотехнологичных промышленных изделий.

В 2021 году Объединенная двигателестроительная корпорация Госкорпорации «Ростех» заключила договор с Центром НТИ СПбПУ на приобретение 200 лицензий CML-Bench™ общей стоимостью около 300 млн рублей. Этот шаг ознаменовал начало цифровой трансформации всей высокотехнологичной отрасли – ее переход на другой уровень развития в части проектирования, на основе технологии разработки цифровых двойников.

Первый отечественный электромобиль, разработанный на основе цифровых двойников

Малогабаритный легковой электромобиль «КАМА-1» разработан полностью на основе технологии цифровых двойников и уникальных CML-платформенных решений. Предсерийный экспериментальный образец электромобиля прошел испытания и сертификацию, был представлен в конце 2020 года на выставке «ВУЗПРОМЭКСПО» в Москве и получил высокую оценку специалистов.

Разработчиком выступил Инжиниринговый центр «Центр компьютерного инжиниринга» (ИЦ «КЦИ») Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого – ключевое подразделение Центра компетенций Национальной технологической инициативы (НТИ) СПбПУ «Новые производственные технологии», индустриальным партнером – ПАО «КамАЗ».

Ректор СПбПУ академик РАН Андрей Рудской отметил: «Впервые автомобиль не только разработан, но и подготовлен к серийному производству не промышленным предприятием, а университетом. Это значит, что наша модель интеграции науки, образования и производства работает. Применение передовых производственных технологий, в частности технологии цифровых двойников, позволило разработать электромобиль в рекордно короткие для отрасли сроки и стало ключевым условием успешности проекта».

Цифровой двойник морского газотурбинного двигателя

Исследователи ведут разработку технологии создания цифрового двойника морского газотурбинного двигателя. Помимо самой технологии разработки, будет создан и цифровой двойник двигателя нового поколения для судов водоизмещением до 12 тысяч тонн. Цифровой двойник позволяет прогнозировать поведение элементов конструкции на всех этапах создания и жизненного цикла изделия, повысит надежность российских морских двигателей. В разработке участвуют инженеры и ученые компании «ОДК-Сатурн», ЦИАМ и Петербургского Политеха.

Заместитель генерального директора – генеральный конструктор ОДК Юрий Шмотин рассказал: «Цифровизация сокращает сроки и стоимость проектирования силовых установок, в том числе линейки морских газотурбинных двигателей нового поколения, помогает достичь расчетных характеристик, минимизирует затраты на изготовление опытных образцов, а также ускоряет процессы испытания и доводки двигателей. Цифровой двойник позволит нам предложить заказчикам экономически выгодную услугу – контракт полного жизненного цикла, подразумевающий поставку, монтаж и дальнейшее обслуживание двигателя на всех этапах эксплуатации».

В ходе научно-исследовательской работы будут созданы высокоточные цифровые модели узлов газотурбинного двигателя и

редуктора для базового морского двигателя мощностью 20,2 МВт, перспективного морского двигателя мощностью 25 МВт и редуктора РО55. Разрабатываются системы управления техническими требованиями, управления конфигурацией двигателя на основе производственной информации, а также технология прогнозирования поведения изделия в различных ситуациях. Создание цифрового двойника завершится в 2023 году.

Цифровой двойник авиадвигателя

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого по заказу Объединенной двигателестроительной корпорации разрабатывает цифровой двойник второго уровня авиадвигателя ТВ7-117. Это позволит проводить виртуальные испытания элементов силовой установки с целью модернизации и повышения эффективности, а также ускорит внедрение инноваций.

Командой специалистов Политеха и ОДК разработан цифровой двойник первого уровня – виртуальная модель двигателя, созданная по эталонным параметрам чертежей и предназначенная для производства.

Работы по созданию цифрового двойника ведутся в единой цифровой платформе CML-bench, доступ к которой обеспечен всем участникам процесса, что позволяет достигнуть непрерывных «ворот качества» и максимальной прозрачности процесса.

Различные модификации газотурбинного двигателя ТВ7-117 устанавливаются на новейшие вертолеты Ми-38, а также самолеты Ил-112В и Ил-114-300.

Генеральный конструктор ОДК Юрий Шмотин пояснил: «Помимо повышения надежности, система позволит сократить сроки испытаний двигателей и получить прямой экономический эффект, который выразится в сокращении издержек производства. Мы планируем завершить создание цифрового двойника второго уровня в 2022 году».

Движущийся макет беспилотного трамвая

Специалисты лаборатории «Промышленные системы потоковой обработки данных» Центра НТИ СПбПУ по заказу СПб ГУП «Горэлектротранс» разработали макет городской трамвайной линии с использованием макетов трамваев в масштабе 1:87 для демонстрации возможностей беспилотного управления рельсовым общественным транспортом. Макет был представлен 18-20 октября 2021 года в Петербурге на V Международном инновационном форуме пассажирского транспорта SmartTRANSPORT.

В движущийся макет беспилотного трамвая установлена система технического зрения, в задачу которой входит распознавание объектов на пути следования (автомобили, опоры, светофоры, люди) и реагирование на них.

Для этого в макете предусмотрены зоны интерактивного взаимодействия.

На рельсы падает опора. Трамвай при приближении к ней останавливается.

На переезде появляется модель автомобиля. Трамвай распознает препятствие и тормозит.

Макет также демонстрирует основные возможности систем автоматического управления движением трамвая: централизованное управление светофорами и трамвайными стрелками, контроль положения подвижного состава с помощью датчиков на путях, обеспечение движения по маршрутам с плановыми остановками. Сейчас макет передан в Горэлектротранс для дальнейшей отработки алгоритмов беспилотного движения и совершенствования программного обеспечения.

Макет трамвая получил высокую оценку на Международном инновационном форуме пассажирского транспорта SmartTRANSPORT, а ныне является экспонатом петербургского Музея городского электрического транспорта.

Арктические ветровые турбины

НОЦ «Возобновляемые виды энергии и установки на их основе» Петербургского Политеха выполняет международный проект «Цифровые технологии создания арктических энергетических сооружений с применением адаптивных материалов нового поколения роботизированных систем» в рамках создания энергоэффективных установок на основе возобновляемых источников энергии для Арктики совместно с ЦНИИ конструкционных материалов «Прометей» и Лаппеенрантским технологическим университетом (Финляндия). Уже имеются решения, предусматривающие строительство станций не только на берегу, но и на шельфе, а также на плавучих установках. Особенно важно рассчитать, как будет взаимодействовать оффшорная электростанция с волнами и плавучим дрейфующим льдом.

В работе используются принципы цифрового проектирования, информационного моделирования при создании ветроэнергетических установок для арктических условий. Это предусматривает создание прецифрового двойника сооружения, и основано на технологиях цифрового и информационного моделирования для создания конструктивных и организационных решений.