

Технологии проектирования, технологии производства, технологии мышления

А. И. Боровков — профессор, проректор по перспективным проектам Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ), научный руководитель Института передовых производственных технологий (ИППТ) СПбПУ, лидер-соруководитель рабочей группы «Технет» Национальной технологической инициативы (НТИ), руководитель Проектного офиса «Фабрика Будущего» (Санкт-Петербург), руководитель Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ, член рабочей группы Экономического совета при Президенте Российской Федерации по направлению «Цифровая экономика», основатель группы компаний CompMechLab®. Вниманию читателей нашего журнала предлагается интервью с **А. И. Боровковым**.



— Алексей Иванович, как Вы определили бы семантическое поле IV промышленной революции? Какие ее признаки назвали бы ключевыми и как охарактеризовали бы в целом?

— Любая революция — культурная, социальная, экономическая или какая-либо иная — всегда многокомпонентный феномен. Новая промышленная революция, которая сейчас очень быстро набирает обороты, в этом смысле не исключение, так как затрагивает абсолютно все сферы человеческой жизни, на всех уровнях — от быта каждой отдельной семьи до международных отношений. Именно поэтому ее значение столь велико, и те, кто этого не понимает, считая эту тему просто очередной модной игрушкой ученых, политиков или бизнесменов, рискуют не просто не заметить наступившего будущего, но и оказаться в этом будущем никому не нужными. А это очень серьезная опасность, слабо осознаваемая до тех пор, пока ты имеешь возможность ходить на работу, достойно организовывать свой досуг и как-то планировать свою жизнь. Однако велика вероятность того, что в какой-то

момент твои знания, навыки и опыт окажутся попросту невостребованными, твоя профессия на рынке труда исчезнет как таковая и ты не будешь знать, что ждет тебя завтра. Неприятная для многих особенность IV промышленной революции заключается в том, что это завтра уже наступило.

Если перечислять ключевые явления и понятия IV промышленной революции (на Западе принята аббревиатура 4IR), то это, конечно, глобальная цифровая трансформация, цифровая экономика, «большие данные» (Big Data), искусственный интеллект, передовые производственные технологии, принципиально новая модель взаимодействия научных, образовательных институтов и бизнеса (модель «университета 4.0»), новые бизнес-модели производства — «Фабрики Будущего» (Factories of the Future), которые во многом обеспечивают синергию эффектов перечисленных явлений.

Но, главное, процитирую Петра Щедровицкого: «Новая промышленная революция — это, прежде всего, изменение технологии мышления». Этот тезис я полностью разделяю.



ИННОВАЦИИ И ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

— Говоря о глобальных переменных и профессиональной востребованности в этом контексте, логично, наверное, начинать именно с изменений в образовательной системе. «Университет 4.0» — каковы основные его особенности и как в этом направлении действует ваш университет?

— При описании эволюции университетов обычно говорят об их моделях, и каждая последующая модель, как правило, включает все предыдущие. «Университет модели 1.0» занят в основном образовательной деятельностью. В «университете 2.0» к образовательной добавляется научно-исследовательская деятельность, причем наука выступает драйвером развития образования. «Университет 3.0» — научно-образовательная и предпринимательская деятельность, причем образование строится на результатах передовых научных исследований, а предпринимательская деятельность должна приводить к формированию экосистемы инноваций вокруг университета. «Университет 4.0» способен решать сложнейшие проблемы-вызовы современной высокотехнологичной промышленности, которые по ряду причин не может решить сама промышленность.

Произошло принципиальное изменение отношений системы образования и рынка. В мае этого года в стенах СПбПУ состоялось заседание Координационного совета по направлению «Инженерное дело, технологии и технические науки». В заседании приняла участие заместитель Министра образования и науки Российской Федерации Л. М. Огородова, которая сказала: «Важно, чтобы система образования была трендом развития рынка, а не системой подготовки кадров для рынка — иначе мы не будем успевать за модернизацией». Бессмысленно продолжать по 6 лет готовить инженеров, которые будут не нужны рынку. За это время в нынешних условиях происходит слишком много изменений, в первую очередь, изменений в наукоемких технологиях, которые традиционная образовательная система просто не успевает осваивать. Равно как и фундаментальная наука, полностью оторванная от задач рынка, будет работать исключительно

на саму себя, а этого недостаточно. Я говорил об этом летом, на заседании Президиума РАН, посвященном вовлечению научного и экспертного потенциала Академии в реализацию Национальной технологической инициативы (НТИ): мы заинтересованы в том, чтобы фундаментальные исследования не ложились на полку, а максимально быстро доходили до уровня технологий. Или, наоборот, бизнес готов формулировать фундаментальные проблемно-ориентированные задачи, решение которых необходимо высокотехнологичному рынку для обеспечения конкурентоспособности отечественных предприятий и их продукции.

В книге «Современное инженерное образование», изданной в СПбПУ в 2012 году, мы с группой авторов уже писали: должен быть сформирован Единый национальный комплекс «(Образование – наука – промышленность) * инновации», где инновации выступают в качестве мультиакселератора интеграции и развития достижений в образовании, науке и промышленности.

В Массачусетском технологическом институте (MIT) еще в середине 1990-х годов была разработана (с участием ученых, преподавателей и представителей промышленности) концепция подготовки специалистов к комплексной инженерной деятельности — CDIO: «conceive – design – implement – operate», т. е. «задумка (идея) – проект – реализация – управление (эксплуатация)». Этих новых специалистов — «инженерный спецназ» — и готовит сегодня созданный в 2015 году Институт передовых производственных технологий (ИППТ) СПбПУ, применяя образовательную модель «университета 4.0» на основе улучшенного практико-ориентированного подхода CDIO*. Мы готовим магистров через вовлечение их в выполнение реальных НИОКР по заказам высокотехнологичной промышленности — это позволяет в короткие сроки выпускать востребованных и глобально конкурентоспособных инженеров нового поколения, обладающих компетенциями мирового уровня. Еще одной площадкой является Инжиниринговый центр «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ, в котором также работают студенты и вы-



Источник: А. И. Боровков, С. Ф. Бурдаков, О. И. Клявин, М. П. Мельникова, В. А. Пальмов, Е. Н. Силина. Современное инженерное образование. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012.

пускники ИППТ СПбПУ. Это когорта специалистов, способных перестраиваться с отрасли на отрасль, решать сложнейшие научно-технические задачи, которые не может решить промышленность, и в сжатые сроки проектировать и создавать продукцию, о которой мир узнает лишь через 2-3 года.

Сегодня ИЦ CompMechLab® СПбПУ — ведущий инжиниринговый центр России, а Политехнический университет — один из немногих вузов, функционирующих в парадигме «университета 4.0». На последнем Петербургском международном экономическом форуме заместитель председателя Экономического совета при Президенте России А. Л. Кудрин упомянул СПбПУ как пример успешного опыта работы с инновациями и создания соответствующих инновационных центров, выполняющих заказы крупнейших мировых компаний по отдельным технологическим решениям. Это так — нашими заказчиками являются крупнейшие корпорации России (Ростех/«Вертолеты России», ОДК, КАМАЗ; Роскосмос, Росатом, Газпром, ОАК, ОСК, УАЗ и многие другие) и лидеры мирового высокотехнологического рынка: BMW, General Electric, Airbus, Boeing, Schlumberger и многие другие, включая высокотехнологичные китайские компании. Таких успешных примеров, по словам А. Л. Кудрина, на всю страну — с десяток, а нужна — минимум сотня.

— Что обеспечило этот результат? И есть ли возможность масштабировать опыт СПбПУ и его Инжинирингового центра на всю страну?

— Ответ очень прост: мы говорим с нашими европейскими, американскими или китайскими партнерами на одном языке. Глобальная цифровая трансформация — уже давно не абстрактный тренд, а реальность, определяющая развитие компаний и глобальных рынков. Программа «Industrie 4.0» была предложена в Германии в 2011 году, но этому моменту предшествовала многолетняя работа, в ходе которой фактически формировался технологический отрыв от конкурентов.

Мы сделали ставку на инновации и развитие передовых производственных технологий 20 лет назад — и оказались, что называется, в тренде. Но это был сложный, болезненный процесс: для запуска новой парадигмы развития в 1997 году Лаборатории «Вычислительная механика» потребовалась полная смена кадрового состава и подготовка инженеров новой формации, обладающих компетенциями мирового уровня. Спустя десять лет мы приступили к формированию экосистемы инноваций: созданию стартапов, спинаутов и спинофов — высокотехнологичных инжиниринговых компаний, «газелей бизнеса» — их много, у каждой компании свой набор компетенций, но экосистема инноваций в целом должна быть готова к мгновенному перестроению и взаимодействию с любым заказчиком, «начиная с ближайшего понедельника».

Выход на глобальный рынок проходил в очень жестких условиях. В 2000 году, например, мы работали по заказу General Electric: 4 месяца выполняли работы — с ежедневным мониторингом и еженедельными отчетами, потом специалисты GE по условиям

контракта 3 месяца эти работы принимали, и только потом нам платили. Тогда мы еще мыслили традиционно: не успеем сделать к сроку, чуть скорректируем дату сдачи проекта; казалось бы, чего стоит подвинуть сроки на сутки-другие?.. Оказалось — очень дорого стоит: либо ты качественно выполняешь работы в срок, либо ты уволен. Современный глобальный рынок предполагает учет триады требований: сокращение времени принятия решений (Time-to-Decision, T2D), их исполнения (Time-to-Execution, T2E) и вывода продукции на рынок (Time-to-Market, T2M). И при этом результат твоего труда должен быть кастомизированным (персонализированным, соответствующим всем пожеланиям заказчика), лучшим в своем классе (best-in-class) и востребованным.

Что касается применимости современных принципов и моделей глобального рынка в масштабах нашей страны, то в этом направлении государством прилагаются довольно серьезные усилия. Разработан и запущен целый ряд национальных программ: Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР), Национальная технологическая инициатива (НТИ), недавно была утверждена программа «Цифровая экономика». Все эти программы реализуются в русле IV промышленной революции и аналогичных направлений, которые разрабатываются в США (Advanced Manufacturing Partnership), Германии («Industrie 4.0»), Японии («Society 5.0») и других странах.

Те участники этого процесса, которые стремятся быть конкурентными на будущих рынках, вынуждены стремительно реагировать на все глобальные изменения и вызовы. Компании, скорость реакции которых ниже темпов изменения внешних условий, выдавливаются с высокотехнологичных рынков. Темпы изменений чрезвычайно высоки, времени для «раскачки» нет: чтобы работать на будущих высокотехнологичных рынках лет через 10-15, необходимо быть лидером уже сейчас.

— Можете ли Вы обозначить области, в которых российские предприятия глобально конкурентны или могут быть таковыми?

— В современном производстве, в первую очередь, в ведущих высокотехнологичных компаниях-лидерах, произошли значимые изменения: «центр тяжести» сместился на этап проектирования. Традиционные подходы и технологии достигли своего «потолка» в развитии и становятся принципиально неконкурентоспособными. Россия не столь сильна в массовом производстве, но у нас высок уровень образования, науки и креативности, чтобы мы могли в условиях цифровой трансформации быть держателями ключевых компетенций в области цифрового проектирования и моделирования продукции и производственных процессов. В этом контексте определять образ российской промышленности будут высокотехнологичные предприятия — за счет комплексирования передовых производственных технологий с добавлением собственных интеллектуальных ноу-хау. Отраслями-драйверами могут быть автомобилестроение, авиастроение, двигателестроение

ние, кораблестроение, энергомашиностроение и турбостроение, фармацевтическая промышленность, ИТ и другие. Но для многих высокотехнологичных отраслей, например, автомобилестроения и авиастроения, требуется серьезная цифровая трансформация бизнес-моделей и бизнес-процессов.

— *Какие производственные технологии и ноу-хау Вы имеете в виду? И какие принципиальные технологические прорывы последнего времени могли бы отметить?*

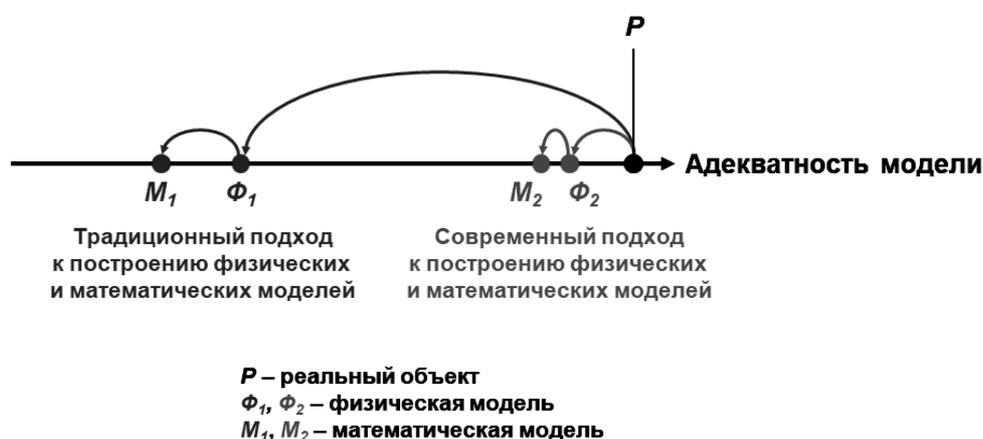
— Более 40 лет назад создание и применение САД-систем (систем автоматизированного проектирования) было признано Национальным научным фондом США (NSF) величайшим событием, позволившим резко повысить производительность труда и сравнимым в этом смысле, пожалуй, лишь с началом «эпохи электричества». Но раньше процесс разработки выглядел следующим образом: на основе реального объекта строилась его упрощенная физическая модель, которая затем описывалась уравнениями математической физики (то есть строилась математическая модель, включающая математическое описание моделируемой конструкции в соответствии с теоретическими положениями кинематики, динамики и прочности, поведения материалов под действием нагрузок и температур и т. д.). Далее в результате многочисленных и дорогостоящих натурных испытаний изготовленных прототипов осуществлялась проверка и корректировка математической расчетной модели, а по итогам — доводка конечного изделия. При этом уровень адекватности изначально выбранной физической модели оставался достаточно низким. В качестве аргумента приводилось утверждение, что при выборе более адекватной и более сложной физической модели математическая модель окажется настолько сложной, что для дальнейшей работы с ней потребуются ее значительное упрощение и, как следствие, снижение адекватности.

В настоящее же время за счет применения метода конечных элементов (Finite Element Method, FEM), наукоемких и мультидисциплинарных компьютерных технологий (CAD-CAE-CFD-FSI-MBD-EMA-CAO-NPC-...) стало возможным значительно повысить

адекватность физических моделей, а за счет новой парадигмы цифрового проектирования и моделирования — повысить адекватность и математических моделей, и получаемых численных результатов. Стало возможным уйти от традиционной ситуации, при которой число изменений, вносимых в изделие (в силу допущенных ошибок или получения новых, ранее не учтенных сведений), и, соответственно, возрастающие затраты на их внесение, распределяются на все этапы жизненного цикла разработки — от стадии проектирования до начала серийного производства. Понятно же, что чем позже вносятся изменения, тем большие издержки несет производитель — и, соответственно, тем более высокую цену заплатит за нее конечный потребитель. Сегодня становится принципиально возможным сосредоточить основную долю изменений и затрат на стадии проектирования, тем самым минимизировать общий объем затрат и обеспечить создание глобально конкурентоспособных высокотехнологичных изделий нового поколения в кратчайшие сроки.

Ключевым инструментом передового производства в условиях тотальной цифровой трансформации экономики и промышленности стали «умные модели» и цифровые двойники (Smart Digital Twins) продуктов, оборудования, производства.

Суть «умной» модели проще раскрыть на примере автомобилестроения — наиболее наукоемкой, динамично развивающейся и высококонкурентной отрасли. Современный автомобиль должен удовлетворять огромному числу целевых факторов и показателей (включая, естественно, потребительские характеристики) и требованиям прочности и долговечности, по вибрациям, шумам и акустическому комфорту, по активной и пассивной безопасности, внешней и внутренней аэродинамике, технологичности, наконец, стоимости и т. д. Наиболее полной и сложной оценкой качества и безопасности автомобиля является натурный краш-тест. При этом натурные испытания очень дороги, и способом минимизировать издержки и сократить значение T2M является проведение полномасштабных виртуальных испытаний. У лидеров мирового автомобилестроения произошло радикальное изменение соотношения числа натурных и виртуальных испытаний: в 2007 году было 100 к 100, а в 2017



Источник: Инжиниринговый центр CompMechLab® СПбПУ

году — уже 5 к 10000. Результаты тысяч виртуальных испытаний используются при создании «умной» модели и повышении уровня ее адекватности реальному объекту и реальным процессам.

Виртуальный краш-тест — мультидисциплинарная задача, в решении которой актуальны практически все науки — от материаловедения до технологии изготовления — и, конечно же, все процессы, связанные с аэродинамикой, вибрациями, динамикой, прочностью и усталостью, все типы нелинейностей (геометрические, физические, контактные взаимодействия, локальные разрушения) и т. д. В кузове автомобиля премиум класса применяется около 200 различных материалов: металлы, сплавы, полимеры, композиционные материалы, метаматериалы, металлопорошки для аддитивного производства. Для корректного описания физико-механических процессов, проходящих в конструкции при различных воздействиях, для каждого материала необходимо знать обширный набор параметров и характеристик, учитывать технологии изготовления конструктивных элементов, их предварительное напряженно-деформированное состояние и т. д., типы сопряжения элементов конструкции между собой, например, 7000 сварных соединений. При краш-тестах чрезвычайно важно создать зоны программируемого разрушения, благодаря чему в определенные моменты времени разрушаются конкретные элементы конструкции и, что принципиально важно, таким образом, чтобы обеспечить безопасность водителя и пассажиров. И «умная» модель обладает информацией о каждом элементе, о каждом кубическом миллиметре конструкции в каждую миллисекунду его эксплуатации.

Кроме того, для проведения виртуальных краш-тестов необходимо иметь полные виртуальные аналоги всего испытательного оборудования — виртуальный испытательный полигон, в который входят модели антропоморфных манекенов, позволяющие с высокой точностью воспроизвести механическое поведение тела человека при различных динамических воздействиях и оценить критерии травмирования, более 10000 измерительных датчиков, более 20 барьеров для проведения испытаний по различным сертификационным и рейтинговым испытаниям и 20 ударников различных частей тела человека для дополнительных оценок.

Ударное взаимодействие автомобиля с преградами, или краш-тест, — быстропротекающий динамический процесс, его длительность порядка 200-250 мс. Шаг интегрирования для численного решения задач составляет 1 мкс. Общее количество шагов интегрирования достигает более 200000. Вся эта информация образует большие данные «на входе» (более $2 \cdot 10^{12}$ параметров) «умной» модели. Проведенные виртуальные испытания дополняют Smart Big Data «на выходе»: при суперкомпьютерном моделировании процесса длительностью 200 мс на выходе получается массив данных, содержащий более 10^{14} параметров. В итоге получается $5 \cdot 10^8$ кривых, исчерпывающе описывающих поведение «умной» модели.

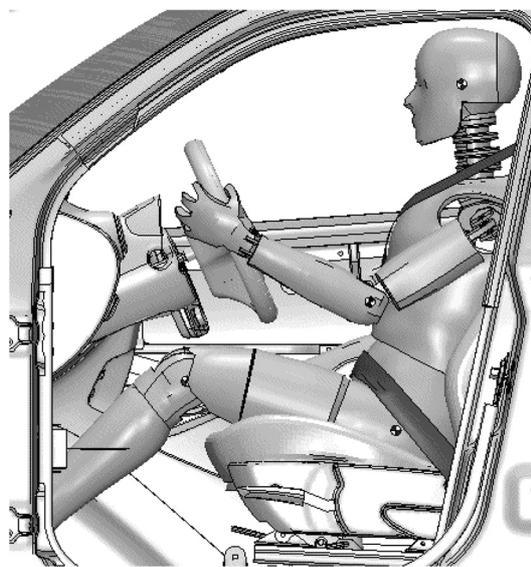
Таким образом, новая парадигма цифрового проектирования и моделирования, называемая «проектирование и передовое производство, драйвером которых

является «умный» цифровой двойник (Smart Digital Twin), формируемый в результате численного моделирования и оптимизации на основе Smart Big Data», — имеет мало общего с простой 3D геометрической моделью и простейшими кинематическими расчетами, которые в основном и представлены в промышленности и с которыми зачастую (неверно) ассоциируется цифровое проектирование и моделирование.

При создании «умной» модели задается многоуровневая матрица целевых показателей и ресурсных ограничений (временных, финансовых, технологических, производственных и других). Такая матрица содержит 40000-60000 целевых показателей и требований, предъявляемых к продукту и его компонентам, а также ресурсных ограничений. Далее, на основе выполнения десятков тысяч виртуальных испытаний формируется цифровой двойник (Smart Digital Twin) высокоадекватный реальному объекту, который ведет себя с высокой степенью точности так же, как и реальный объект на всех этапах жизненного цикла, включая, естественно, этап эксплуатации.

Это в полном смысле слова революционная технология, в корне меняющая производственные бизнес-модели, выводящая промышленность на иной уровень соответствия той самой триаде требований глобально-высокотехнологичного рынка: T2D & T2E & T2M. Испытания и расчеты, на которые раньше требовались месяцы и даже годы, теперь могут производиться за неделю. Помимо всего прочего это понятным образом сокращает расходы и повышает качество продукции.

Интересно при этом, что, несмотря на свою ключевую роль в IV промышленной революции и планомерную разработку, в том числе с нашим участием, этих технологий крупнейшими компаниями — мировыми лидерами на протяжении последних десяти лет, цифровой двойник (Digital Twin) лишь в августе 2017 года впервые появился на «кривой Гартнера» (Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies — цикл зрелости технологий консалтинговой компании Gartner). Я предпо-



Источник: Инжиниринговый центр CompMechLab® СПбПУ

ложил бы даже, что компании-лидеры эти технологии сознательно скрывали, более того, «отвлекали» рынок другими трендами (тоже важными, но все же вспомогательными инициативами: промышленный интернет, робототехника, киберфизические системы и др.) — для обеспечения своего долгосрочного конкурентного преимущества и за прошедшее время подготовили на основе цифровых двойников уже не одно поколение best-in-class продукции, которую мы увидим на рынке еще только через несколько лет. Лишнее доказательство тому, что «завтра уже наступило».

— Полагаю, у вас (СПБПУ, Инжинирингового центра, ГК CompMechLab®) наверняка тоже появились свои ноу-хау. Можете озвучить какое-то из них?

— В Инжиниринговом центре СПБПУ и ГК CompMechLab® весь процесс цифрового проектирования и моделирования, включая формирование многоуровневой матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений, разработку «умных» моделей, выполнение десятков и сотен тысяч виртуальных испытаний, создание цифровых двойников выполняется на основе специально разработанной CML-Цифровой платформы CML-Bench™. Эта платформа автоматизирует процесс на основе всех лучших передовых технологий мирового уровня (сформированной нами экосистемой технологий), общая трудоемкость разработки которых превышает 1 миллион человеко-лет.

CML-Цифровая платформа CML-Bench™ — это клиент-серверное веб-приложение, состоящее из пользовательского интерфейса, серверной части, системы управления БД и сервиса-решателя. Система упрощает обработку огромных массивов данных, ускоряет ресурсоемкие мультидисциплинарные расчеты, сбор, каталогизацию моделей и расчетных вариантов — вне

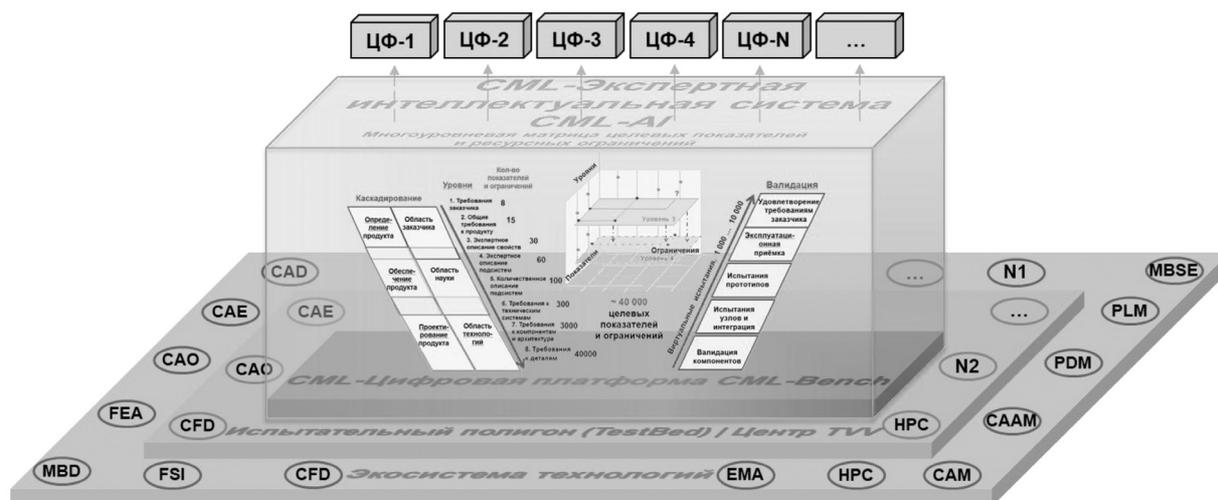
зависимости от отрасли, в рамках которой выполняется проект. По сути это основной инструмент для генерации цифровых фабрик в высокотехнологичных отраслях промышленности, обеспечивающий управление проектами, связанными с цифровым проектированием, моделированием, виртуальными испытаниями и разработкой конструкторской документации. Цифровая платформа активно используется при выполнении многих проектов в интересах ведущих российских и зарубежных высокотехнологичных компаний. В частности, CML-Bench™ активно применялась в рамках работы над проектом государственного значения «Кортеж», головным исполнителем по которому является институт «НАМИ». Результат был получен уникальный: на независимом испытательном полигоне в Берлине один тип автомобилей из разрабатываемой на базе Единой модульной платформы линейки — седан — с первой же попытки в натурном краш-тесте получил высший балл по пассивной безопасности Euro-NCAP.

В июле этого года за разработку Цифровой платформы нам была присуждена Национальная промышленная премия Российской Федерации «Индустрия». Эту премию называют «промышленным Оскаром», потому что ее соискателями могут быть только компании, обладающие реализованными эффективными промышленными технологиями с доказанным экспортным потенциалом, и критерии отбора номинантов очень серьезные: технологическая новизна, экономический эффект, межотраслевой характер и ориентация на глобальный рынок. По решению Экспертного совета, председателем которого является министр промышленности и торговли Российской Федерации Д. В. Мантуров, CML-Цифровая платформа CML-Bench™ была признана лучшей разработкой, отвечающей всем этим критериям.



Источник: Инжиниринговый центр CompMechLab® СПБПУ

Управление данными / знаниями / компетенциями / проектами / изменениями / вызовами



Ключевые компетенции:

1. «Мгновенная» кастомизация
2. Системный инжиниринг
3. Многоуровневая матрица целевых показателей и ресурсных ограничений
4. Валидация / Адекватность моделей
5. «Цифровая сертификация»
6. ...

Источник: Инжиниринговый центр CompMechLab® СПбПУ

Конечно, мы не стоим на месте и продолжаем развивать свои инструменты. Так, в данный момент разрабатывается CML-Экспертная интеллектуальная система CML-AI, которая фактически является «интеллектуальным помощником» и развитием в направлении применения искусственного интеллекта (Artificial Intelligence – AI) в наиболее сложном и творческом процессе – процессе проектирования. Ее задача – практически без участия конструктора осуществлять «мгновенную» кастомизацию и валидацию высокотехнологичного продукта на основе многоуровневой матрицы целевых показателей и ресурсных ограничений, базы знаний и Smart Big Data.

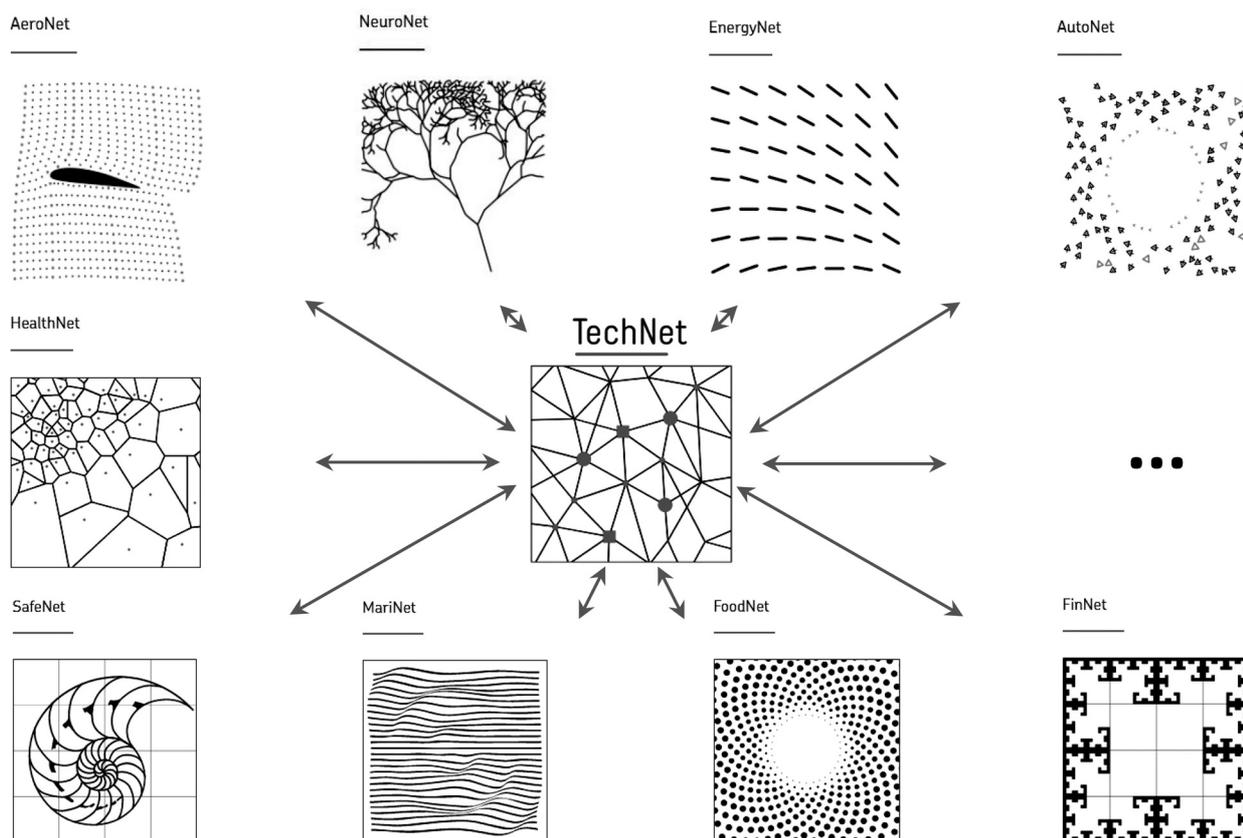
Это новый подход, отвечающий глобальным трендам IV промышленной революции и цифровой экономики, – то, что мы называем «проектированием за гранью интуиции и многолетнего опыта генерального конструктора».

– Вы несколько раз упомянули цифровые фабрики и являетесь лидером мегапроекта «Фабрики Будущего». Расскажите о роли и месте «Фабрик Будущего» в развитии IV промышленной революции.

– Начать нужно с того, что в 2014 году в России была запущена Национальная технологическая инициатива (НТИ) – долгосрочная комплексная программа по созданию условий для обеспечения лидерства российских компаний на новых высокотехнологичных рынках, которые будут определять структуру мировой экономики в ближайшие 15-20 лет. В Послании Федеральному собранию в декабре 2014 года президент России В. В. Путин обозначил НТИ как один из приоритетов государственной политики. Большинство новых рынков будет иметь сетевую природу (поэтому их назвали Net-ами), расстояние

между производителем и потребителем на них будет минимальным. Внимание в рамках НТИ фокусируется на тех рынках, в которых есть возможность создать отрасли нового технологического уклада, значимых с точки зрения обеспечения национальной безопасности и высокого уровня жизни граждан. В данный момент выделено 9 таких рынков: Аэронет (AeroNet), Автонет (AutoNet), Маринет (MariNet), Нейронет (NeuroNet), Хелснет (HealthNet), Фуднет (FoodNet), Энерджинет (EnergyNet), Сейфнет (SafeNet) и Финнет (FinNet). Отраслевая их принадлежность ясна из названий: «Аэронет» – это распределенные системы беспилотных летательных аппаратов, «Автонет» – рынок беспилотных транспортных средств, «Маринет» – рынок морских интеллектуальных систем на воде и под водой и так далее. Список этот расширяется: по итогам Форсайт-флота 2016 (15-19.05.2016) были озвучены идеи создания таких групп, как ScienceNet (повышение эффективности научного труда, развитие коммуникации между учеными), EduNet (саморегулирующееся сетевое пространство взаимодействия заказчиков, создателей и потребителей образования в идеологии life long learning), VCNet (венчурные инвестиции), MediaNet (развитие новых высокотехнологичных форм потребления контента человеком). Сейчас формируется «дорожная карта» рынка FashionNet (легкая промышленность и индустрия моды). Все это – потенциально перспективные рынки, развитие которых в рамках концепции НТИ – дело времени.

Чуть больше полугода назад, в феврале, на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России, проведенном Председателем Правительства Д. А. Медведевым, была одобрена дорожная карта «Технет» – кросс-рыночного и кросс-отраслевого направления, обеспечивающего



технологическую поддержку развития рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности. Направление «Технет» посвящено развитию и применению передовых производственных технологий (Advanced Manufacturing Technologies), важность которых в рамках НТИ определяется тем, что они являются «сквозными», то есть применимыми для большинства перспективных рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей.

Технологическая поддержка новых рынков НТИ направлением «Технет» осуществляется за счет формирования цифровых (digital), «умных» (smart), виртуальных (virtual) «Фабрик Будущего» (Factories of the Future). Соответствующий мегапроект был утвержден и получил поддержку на расширенном заседании экспертного и наблюдательного советов Агентства стратегических инициатив на Форуме стратегических инициатив в июле 2016 года, который проходил под председательством Президента России В. В. Путина.

«Фабрики Будущего» — это системы комплексных технологических решений, синергетически совмещающие в себе эффекты применения передовых производственных технологий. В зависимости от задач и, соответственно, вида «Фабрик Будущего» предприятиями применяются различные инструменты: от технологий компьютерного инжиниринга, цифрового проектирования и моделирования (цифровые фабрики) до роботизации, применения гибких производственных ячеек, промышленного интернета, новых материалов, аддитивных технологий («умные» фабрики) и построения распределенных производ-

ственных сетей сертифицированных поставщиков, сбора проектных консорциумов (виртуальные фабрики). Однако принцип «все в цифре» един для всех этих систем, и ключевыми их элементами становятся именно «умные» модели и цифровые двойники изделий (а также процессов — технологических, производственных и др.), включающие данные по всему их жизненному циклу — от изготовления до утилизации, под заданные сроки, стоимость и технологию производства. Только такая бизнес-модель обеспечивает сегодня разработку и производство в кратчайшие сроки глобально конкурентоспособной, кастомизированной и востребованной продукции нового поколения.

Сейчас Инжиниринговым центром СПбПУ и ГК CompMechLab® ведется активная работа по созданию «Фабрик Будущего» с высокотехнологичными предприятиями из различных отраслей промышленности — автомобилестроения (центральный институт отрасли «НАМИ», Ульяновский автомобильный завод, КамАЗ, «Волгабас»), двигателестроения («ОДК-Сатурн» и др.), судостроения и кораблестроения (Средне-Невский судостроительный завод, СПМБМ «Малахит» и др.), авиастроения и вертолетостроения (Объединенная авиастроительная корпорация: «Гражданские самолеты Сухого», «Корпорация «Иркут», «Авиационный комплекс им. С. В. Ильюшина» и др.; холдинг «Вертолеты России»: конструкторское бюро «Камов», Московский вертолетный завод им. М. Л. Миля, Казанский вертолетный завод и др.) и других.

— Действительно ли во всех отраслях и на всех рынках принципы работы «Фабрик Будущего» оди-

наковы? Это может быть очевидно, если говорить об автомобилестроении, но как это работает, скажем, в индустрии моды?

— Существуют текстильные роботы, которые идеально вписываются в эту логику: на входе мы имеем цифровую персонифицированную модель человека, а дальше — дело за техникой. Реалии таковы, что в современной промышленности наличие передового оборудования предполагается по умолчанию: рано или поздно оно будет у всех. А вот разработка кастомизированных цифровых моделей объектов и процессов — это та сфера, в которой у каждой компании могут нарабатываться, аккумулироваться и усиливаться ее уникальные компетенции и интеллектуальные ноу-хау.

Еще один момент: за каждым человеком тянется «цифровой след», использование которого позволяет на каждом новом этапе озвучивания человеком некой потребности предлагать ему все более и более

адекватные решения, максимально соответствующее его предпочтениям, — еще даже до того, как он сам их озвучил. В случае моды и легкой промышленности это могут быть размеры одежды и обуви, цвета и фасоны, использование аксессуаров и так далее.

Отрасль применения этой общей бизнес-модели во многом инвариантна: концепция «Фабрик Будущего» везде сфокусирована на достижение главного результата — конкурентоспособность на глобальном высокотехнологичном рынке. А рынок может быть любым — от производства и доставки продуктов питания до разработки и внедрения новейших двигателей для космических аппаратов. В этом смысле мы возвращаемся к тому, с чего начинали эту беседу: IV промышленная революция охватывает абсолютно все сферы человеческой жизни, но главное — она принципиально изменяет технологии мышления, а потому так велико ее значение.

Беседовал Дмитрий Шаманский

В Москве завершился форум «Открытые инновации»: «Цифровая экономика. Вызовы глобальной трансформации»

VI форум стал рекордным по всем показателям, собрав 18200 участников из 98 стран. В течение трех тематических дней, посвященных бизнесу, государству и обществу, состоялись выступления 650 спикеров.

В рамках деловой программы форума и в пресс-центре было подписано 42 соглашения, в том числе 24 соглашения с участием Фонда «Сколково». Причем часть соглашений касается инфраструктурных проектов на миллиарды рублей, таких, например, как построение в «Сколково» сети 5G, а часть предполагает прямые денежные инвестиции на сотни миллионов рублей — соглашение между ВЭБом и ФРИИ на 200 млн рублей или соглашение между компанией IBS и «Венчурный Фонд Сколково – ИТ I» на 100 млн рублей.

На форуме проведено 911 деловых встреч, что на 16% больше, чем в прошлом году. Работу «Открытых инноваций» освещали более 1000 представителей СМИ. 1500 человек посетили лаборатории и офисы резидентов.

Гостями форума стали футурологи с мировыми именами, государственные деятели, профессора крупнейших мировых бизнес-школ, технологические евангелисты и ведущие эксперты в области управления, стартаперы и IT-предприниматели.

В работе форума принял участие Председатель Правительства РФ Дмитрий Медведев, открыв пленарное заседание «Цифровая экономика. Общество, бизнес, государство», посвященное национальным стратегиям и роли государства в цифровой экономике.

«Цифровизация не только меняет образ жизни людей, но и принципы работы традиционных отраслей экономики: энергетики, транспорта, машиностроения. Цифровая экономика окружает нас в прямом и переносном смысле. Смартфоны, мобильный интернет, общение в социальных сетях, e-commerce, электронные платежи — все это часть современного образа жизни. Обработка данных позволяет не только предсказывать поведение потребителей, но и строить новые бизнес-модели, которые трансформируют целые рынки», — заявил в своем выступлении Дмитрий Медведев.

Работу первого дня форума открыли заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Аркадий Дворкович и президент Фонда «Сколково» Виктор Вексельберг.

Ежегодный форум «Открытые инновации» проводится в Москве с 2012 года под эгидой Правительства Российской Федерации и по праву считается уникальной дискуссионной площадкой среди участников формирования инновационной экосистемы. Соорганизаторами форума выступают: Министерство экономического развития Российской Федерации, Правительство Москвы, Фонд инфраструктурных и образовательных программ «РОСНАНО», Российская венчурная компания, Фонд содействия инновациям, Фонд «Сколково», Внешэкономбанк. Мероприятие пройдет при участии Консультативного совета по иностранным инвестициям. Основная цель форума — развитие и коммерциализация новейших технологий, популяризация мировых технологических брендов и создание новых инструментов международного сотрудничества в сфере инноваций. В рамках программы проводятся пленарные заседания и тематические сессии, выставка, образовательные мероприятия, семинары и мастер-классы, инновационные шоу, деловые встречи, создаются возможности для неформального общения. <https://forinnovations.ru/>

Контакты для СМИ: Александра Барщевская, пресс-секретарь. Фонд «Сколково».

Тел./tel. +7 (495) 956 00 33, доб./ext. 2657.