



«МЫ НАШ, МЫ НОВЫЙ МИР ПОСТРОИМ»



У международного лозунга очередной промышленной революции «Industry 4.0» есть российский собрат – весной была утверждена «дорожная карта» создания в стране промышленности нового поколения «Технет». План индустриальной модернизации на базе высоких технологий, простирающийся до 2035 года, выглядит достаточно амбициозно. О целях и задачах «Технет», а также о способах практической реализации данной дорожной карты активисты «Технет» рассказали в ходе панельной дискуссии, которая состоялась 23 марта на форуме NDEXPO-2017.

Владимир Пастухов, руководитель российского технологического агентства, генеральный

директор Центра управления в промышленности, которое функционирует в качестве проектного офиса Минпромторга России, отметил, открывая обсуждение, что дорожная карта «Технет» является одним из наиболее крупных и сложных проектов Минпромторга России: «Без промышленных роботов и аддитивных технологий современное производство вообще невозможно». К тому же «Технет» – это уникальный проект: «Наша дорожная карта не скопирована с какого-либо зарубежного проекта, это – оригинальная разработка», – подчеркнул Владимир Пастухов. В качестве ключевой задачи на 2017 год он назвал запуск ряда пилотных проектов и процесса воспроизведения



Владимир Пастухов, руководитель российского технологического агентства, генеральный директор Центра управления в промышленности

пилотных проектов на разных промышленных предприятиях.

Алексей Боровков, соруководитель рабочей группы «Технет», проректор по перспективным проектам Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, подчеркнул практический смысл дорожной карты «Технет»: «НТИ – это не НИР, в ней речь идет о создании новой продукции, то есть о рынках, возврате инвестиций, целевых показателях и т.п. Соответственно, «Технет» подразумевает, в первую очередь, не научные исследования и разработки, а быстрое создание прототипов работающих цифровых предприятий с помощью имеющегося инструментария». Пожалуй, этот тезис об использовании передовых производственных технологий для быстрого создания прототипов «Фабрик будущего» стал ключевым для всей панельной дискуссии – все ее участники тем или иным образом раскрывали свое понимание того, что представляет собой промышленное предприятие нового поколения, каким образом его следует создавать и включать в цепочки создания готовой продукции, успешно продаваемой на рынках.

По мнению Алексея Боровкова, к передовым производственным технологиям (ППТ), в первую очередь, следует отнести: цифровое проектирование и моделирование, включая суперкомпьютерный



Алексей Боровков, проректор по перспективным проектам Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого

инжиниринг. Значимое место в сфере ППТ занимают новые материалы: композиционные материалы, а также метаматериалы, то есть оптимизированные в определенном смысле – подобные тому, что создает природа, но не дублирующие природу, а также аддитивные и гибридные технологии. ППТ включают также робототехнические комплексы и гибкие производственные ячейки, объединяющие разнообразные датчики с помощью соединений промышленного Интернета, а также технологии обработки цифровых данных: Big Data, виртуальную и дополненную реальность, экспертные системы и искусственный интеллект.

Алексей Боровков отметил, что понятие цифровизации уже прочно вошло в практическую жизнь компаний и предприятий, и это понятие имеет широкий спектр толкований, включая внедрение прикладной информационной системы: «Тогда предприятия говорят: «Мы уже работаем с цифрой!», и это, действительно, так. Но это еще не «Фабрика будущего», так как такие предприятия говорят о других цифрах». В контексте «Технет» словосочетание «цифровой цех» подразумевает работающую систему промышленных роботов, снабженных множеством датчиков, которые порождают огромные массивы данных масштаба Big Data и на которых работают алгоритмы прогнозной аналитики. Он привел пример передового завода в Германии: «В цеху движется конвейер с деталями, снабженными радиочастотными метками. Рабочих рядом нет – безлюдное производство. Но люди там все-таки есть: сотни сотрудников в синих халатах занимаются настройкой «умного» производства».

Новый способ организации производственных процессов, по мысли Алексея Боровкова, приведет к радикальным изменениям в кадровой системе: пойдут новые специальности, а старые претерпят существенную трансформацию: «Через несколько лет исчезнут инженеры-конструкторы в их нынешнем виде, и принципы промышленного дизайна изменятся». Ядром «Фабрики будущего» становятся «умные модели»: модели всех производственных процессов, модели продукции, результаты всех натурных экспериментов и т.д., а всеобъемлющая «умная модель» предприятия – Smart Big Data – цифровой двойник предприятия. Иными словами, в формат цифровых моделей переводится все: от описания проектируемых изделий до производственных процессов их изготовления. Цифровые модели охватывают весь жизненный цикл изделий: от концепт-идеи, проектирования и производства до эксплуатации, сервисного обслуживания и утилизации. Причем, все цифровые модели должны обладать высоким уровнем адекватности реальным объектам и реальным процессам (так называемые «умные модели»). А это,

в свою очередь, потребует развития не только технологий разработки, но и валидации математических моделей, то есть сравнения с «экспериментальными» данными.

Радикальная трансформация производственных процессов, конечно, сопровождается рисками. Часть из них – специфические, свойственные именно нынешнему этапу развития производственных технологий. Например, вечная проблема человеческого фактора обретет новые аспекты. «Проблемы человеческого фактора на «Фабриках будущего» проходят по линии Сложность – Технологии – Компетенции, где сложность выходит за границы интуиции генерального конструктора», – отмечает Алексей Боровков. Риски этого рода будут стимулировать внедрение новых технологий управления и поддержки принятия решений, в частности, системных подходов типа системного инжиниринга, когда в каждый момент времени руководитель должен держать в поле зрения всю производственную систему, все ее взаимодействующие компоненты.

На «Фабриках будущего» изменится функционал инженера-конструктора. Такие специалисты в современном понимании их должностных обязанностей, как предполагает Алексей Боровков, вообще исчезнут: «Стоимость изменений тем больше, чем позже мы эти изменения вносим, а потому мировая практика показывает, что центр тяжести на современных производствах смещается в сторону процессов проектирования, в рамках которых и закладываются характеристики глобальной конкурентоспособности или высокие потребительские требования».

Среди традиционных рисков ключевое значение для «Фабрик будущего» имеют риски коммерциализации, то есть успешной работы на коммерческом рынке. В этой части Алексей Боровков отмечает стандарты и сертификацию в качестве ключевых барьеров для активной коммерциализации, а также потребность в индустриальных партнерах, которые, собственно, будут выводить на рынок продукцию, изготовленную цифровыми заводами и фабриками. При этом новые условия коммерциализации будут требовать новых ключевых компетенций, в частности, оперативной кастомизации отклика на запросы рынка или конкретного заказчика. Такое состояние дел приведет к формированию многоуровневой матрицы целевых показателей и ограничений в качестве новой методологической основы проектирования, для снижения рисков, объемов натурных испытаний и работ, связанных с доводкой изделий на основе результатов испытаний.

В целом, как следует из разъяснений Алексея Боровкова, наиболее значительный вызов в числе тех, которые диктуют заводам новые технологические и экономические условия, заключается в изменении точки зрения на управление предприятием –

его необходимо рассматривать как управление одним из многих взаимосвязанных объектов управления. В связи с этим эксперт говорит о задаче создания цифровых платформ – своеобразных экосистем передовых цифровых технологий, которые позволят объединить территориально рассредоточенных участников процессов проектирования и производства в единую гармонизированную структуру деятельности.

Вадим Куликов, первый заместитель генерального директора Агентства по технологическому развитию, рассказал о поддержке «Фабрик будущего» со стороны этого агентства, созданного правительством РФ в прошлом году специально для содействия российским предприятиям во внедрении технологических решений мирового уровня. Сегодня агентство сосредоточено на проектах для ОПК, в которых с помощью идеологии «Промышленности 4.0» необходимо достичь повышения производительности труда в российской экономике. Такие проекты уже идут – например, в Тульской области внедряются аддитивные технологии.

Для будущих проектов, в частности для «Фабрик будущего», отметил Вадим Куликов, из института Фраунгофера (Германия) будет получено 12 прорывных технологий с экспортным потенциалом. «Фактически это 12 технологических переделов: «умная» медицина, «умный» дом и т.п. Мы говорим, в первую очередь, о трансфере технологий, которые позволят быстро восстановить утраченные в нашей стране технологические возможности», – пояснил Вадим Куликов.

Каким же образом эти новейшие технологии пересекаются с задачами цифровой модернизации конкретных заводов для уровня «Фабрик будущего»? Агентство по технологическому развитию ведет свой проект «Полка супермаркета высокие технологии». Образно говоря, его смысл заключается в превращении сложных производственных технологий в набор «коробочных продуктов», с помощью которых предприятие может трансформироваться в цифровую фабрику. «Полка в нашем понимании –



Вадим Куликов, первый заместитель генерального директора Агентства по технологическому развитию

это технологии (включая лицензии и патенты) плюс инжиниринг, – рассказал Вадим Куликов. – То есть собственно технологии плюс возможность построить завод, на котором работают эти технологии». При этом, по мнению чиновника, основные сложности при практической реализации описанной идеи находятся не в сфере технологий, а в области инжиниринга – в стране очень мало инжиниринговых компаний.

Относительно «безлюдности» современных производств Вадим Куликов поставил под сомнение оптимизм Алексея Боровкова: «Пока еще человек – наиболее дешевый, гибко настраиваемый и легко обучаемый элемент производства».

Владимир Княгинин, вице-президент Фонда «Центр стратегических разработок», обратил внимание на то, что Вадим Куликов и Алексей Боровков представили, по сути, два различных подхода к эффективному оснащению заводов нужными производственными, расчетными и организационными технологиями. Однако в них есть нечто общее, в частности, ключевой элемент всей создаваемой комплексной структуры – интеграционная система с процессной моделью управления на верхнем уровне. Возможность создания такой структуры целиком и с нуля – большой вопрос. «Один из крупнейших игроков на рассматриваемом рынке – компания Siemens PLM – каждый год тратит от 700 млн до 2 млрд долл. на приобретение различных технологических компаний. Как мы можем с этим конкурировать?» – спрашивает Владимир Княгинин у активистов «Технет».

В качестве модератора дискуссии он ставил участникам обсуждения и другие вопросы, на которые у инициаторов «Технет» пока нет внятных ответов. В частности, если мы уходим от централизованного управления (в парадигме взаимодействующих производств), то как избежать противоречия между задачами организации в целом и качеством работ сторонних поставщиков? Если в центре всей идеи «Фабрики будущего» – многообразие моделей, то они, по определению, должны быть самыми лучши-

ми в мире, чтобы обеспечить цифровую поддержку конкурентоспособности продукции, – как обеспечить производство таких моделей? Если конструирование как сфера деятельности уходит, а вместо этого будет сборка цифрового изделия с помощью цифровых помощников, значит, будут меняться сами процессы создания изделия – кто будет их формализовывать? Кроме того, на наших предприятиях сегодня – лоскутная информатизация, и квалифицированных ИТ-специалистов, способных вести крупные проекты цифровой трансформации, катастрофически не хватает – как с этим бороться?

Дмитрий Иванов, директор по инновационному развитию ПАО «НПО «Сатурн», заместитель лидера, соруководитель рабочей группы «Технет», поделился своими представлениями о превращении в «Фабрики будущего» российских предприятий. Он согласился с тем, что лоскутная информатизация является серьезным тормозом для движения вперед: «Прежде чем ставить задачи развития для предприятия, необходимо достичь соответствующего уровня цифровизации». И напомнил, что в «НПО «Сатурн» еще в 2000 году окружили красной ленточкой последний кульман, который теперь показывают студентам и молодым специалистам как музейную диковину. В своих практических движениях в сторону «Цифровой фабрики» это предприятие руководствуется следующими соображениями: «Согласно стратегии развития вооружений, господдержка ОПК будет постепенно снижаться. Предприятия ОПК должны научиться продавать свою продукцию на гражданском рынке. Сейчас все оборудование наших производств – зарубежное. Будем встраивать в свою систему цифрового предприятия как российские, так и зарубежные продукты. Если речь идет о продажах на Запад, будем использовать зарубежное ПО. Если же наше ПО окажется конкурентоспособным, будем его встраивать в нашу систему».

Выбор между двумя вышеописанными подходами к превращению в «Фабрику будущего» Дмитрий Иванов делает в пользу кросс-корпоративного под-



Владимир Княгинин,
вице-президент
Фонда «Центр стратегических разработок»



Дмитрий Иванов,
директор по инновационному развитию
ПАО «НПО «Сатурн»

хода Алексея Боровкова и его идеи «умных моделей» и цифрового двойника предприятия, поскольку они наилучшим образом соответствуют специфике предприятия с серийным производством. В силу этой специфики, в частности, для него крайне важна такая черта производства, как радикальное изменение структуры цены производства на цифровых фабриках: стоимость производства одного изделия или тысячи оказывается примерно одинаковой, так как основные затраты приходятся или на создание модели, или на поиск модели в библиотеках, или конструирование модели из составных элементов. По мнению Дмитрия Иванова, тренд будущего – использование библиотек моделей, причем, общедоступных.

Вторая важная черта «Фабрик будущего» для предприятий с серийным производством и с разветвленной структурой: структура управления предприятием трансформируется от современных иерархических и матричных моделей управления к сетевому. «Сетевая модель управления заводом, которая уже реализуется на практике за рубежом, станет одним из основных свойств заводов в условиях следующего уклада», – уверен Дмитрий Иванов.

Еще один важнейший вопрос, на который у экспертов в промышленной информатизации пока нет ответа, – будущее конвейера. Он останется в условиях полностью цифровых фабрик или нет? «Если останется, значит, будет роботизированное производство с фиксированной площадью работы. Значит, нужно говорить об изменяемом производственном пространстве», – рассуждает Дмитрий Иванов.

На практическом уровне подход с точки зрения множества умных моделей означает, в частности, что требуется использовать много технологий, которые должны быть тесно между собой интегрированы. Для их тестовой апробации задуман механизм тестовых полигонов на базе выбранных предприятий. Однако для ряда технологий трудно найти подходящий тестовый полигон, замечает Дмитрий Иванов и приводит пример: есть хорошая отечественная разработка – язык, описывающий взаимодействие различных роботов. Но для того чтобы его протестировать в реальных условиях, на каком-то заводе должна быть размещена группа работающих роботов.

Олег Кривошеев, заместитель директора ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» по информационным технологиям и бизнес-процессам, вновь вернулся к актуальной теме разделения проектов на открытые (в которых допустимо применение зарубежных технологий) и закрытые (которые полностью реализуются на отечественных технологиях). «Это разделение важно учитывать, так как половина нашей промышленности работает в закрытой обла-



Олег Кривошеев, заместитель директора ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» по информационным технологиям и бизнес-процессам

сти, – подчеркнул Олег Кривошеев. – Необходимо работать на российских платформах и подключать к ним лучшие в своих областях зарубежные решения». По его оценке, на сегодняшний момент у ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» осталась импортозависимость от СУБД, но и от нее компания избавляется. Отдельно Олег Кривошеев остановился на аспектах информационной безопасности при использовании зарубежных PLM-решений: «Не удалось найти способа «натянуть» отечественные решения информационной безопасности на PLM-решения Siemens».

Предприятие атомной отрасли РФЯЦ-ВНИИЭФ достаточно давно ориентируется на использование цифровых моделей – в силу специфики продукции, которую на полигоне не испытать. Ключевые типы цифровых моделей составляют иерархическую структуру моделей. На уровне изделий имеются модель изделия, модель создания продукта, модель бизнеса. На других уровнях иерархии размещаются, например, модель базовых критических технологий, модель компетенций специалистов, модель нормативной документации, модель целей и т.д. С точки зрения базовой архитектуры всего множества моделей используется комплексная процессная модель. В целом, все многообразие моделей составляет цифровое предприятие.

Олег Кривошеев отметил несколько ключевых проблем создания цифрового предприятия. Во-первых, выравнивание информационных потоков между комплексами, системами. Во-вторых, внедрение соответствующих методов управления. В-третьих, дальнейшее импортозамещение.

Отдельной задачей является тиражирование подхода ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» к созданию цифрового предприятия. По оценке Олега Кривошеева, тиражировать можно только всю систему моделей цифрового предприятия целиком, то есть полностью интегрированное решение. Участие сторонних поставщиков узко-целевых технических решений возможно, однако интеграция должна быть прове-

дена именно так, как этого требует комплексное решение, разработанное во ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ».

С точки зрения продвижения в различных сегментах рынка ситуация с решениями ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» похожа на бизнес глобальных вендоров типа Siemens PLM, которые также выводят на рынок полное решение: от системной архитектуры до конкретных программных модулей. Однако возможность активно расширять и наращивать возможности своего решения цифрового предприятия за счет поглощений других рыночных игроков у ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» отсутствует. В таких случаях компания старается вовлекать соответствующие российские компании на орбиту своих проектов (сейчас их около двух десятков) и удерживать их там.

Владимир Щукин, директор по промышленному Интернету ПАО «Ростелеком», посвятил свое выступление теме промышленного Интернета, то есть инфраструктуры для предоставления информационных сервисов, которые будут оказываться на промышленном рынке. Широкий спектр таких сервисов охватывает самые разные аспекты: от сервисов информационной безопасности до услуг хранения производственных данных в ЦОДах. «Мы не занимаемся генерацией новых источников данных – их и так уже много на предприятиях. Мы предлагаем услуги на их базе», – так он охарактеризовал место своей компании на общей картине «Фабрик будущего».

Сегодня «Ростелеком» работает над созданием собственной платформы взаимодействия, ориентированной на такие сервисы. Ключевые типы разрабатываемых сервисов: мониторинг состояния объектов (плюс хранение данных в ЦОДе), прогнозная аналитика, а также «Цифровой двойник» – цифровая модель, описывающая продукт и режимы его функционирования. «Это оригинальная разработка, которая не копирует решения мировых вендоров типа Oracle, SAP, PTC и т.д., – подчеркнул Владимир Щукин. – Могу сказать, что наша платформа – луч-

ше, чем, скажем, у NTT DoCoMo». С целью повышения скорости разработки «Ростелеком» старается привлекать к своим работам разработчиков отечественных ИТ-систем, например, СУБД Tarantool и т.д. По мнению Владимира Щукина, промышленному сектору России пошло бы на пользу объединение усилий предприятий для целей создания и тестирования платформы интеграции промышленных данных в русле идеи промышленного Интернета, например, в форме отраслевого консорциума.

Искандер Ахатов, директор Центра по проектированию, производственным технологиям и материалам «Сколтех», остановился на вопросах цифровой сертификации предприятий: «После создания цифровой фабрики кто-то должен сертифицировать ее производственные процессы. Сейчас такой активности вообще нет и непонятно, как это делать, поскольку имеется большое разнообразие технологических производств». «Сколтех» ведет несколько пилотных проектов в этой сфере (дорожные ограждения новых поколений, морской рефрижи-



Искандер Ахатов, директор Центра по проектированию, производственным технологиям и материалам «Сколтех»

ратор и т.д.) и заинтересованно наблюдает за совместной работой компаний «АпАТЭК» (занимается композиционными материалами) и «ИНУМиТ» (Институт новых углеродных материалов и технологий при МГУ). Эти компании решили создать центр сертификации с поддержкой цифровой сертификации, которая включает виртуальные испытания материалов и изделий. Имеющийся опыт подобных проектов показывает, в частности, что деятельность такого рода всегда осуществляется совместно с соответствующими госструктурами (например, Морским регистром), что также влияет на успех проекта.

Александр Фертман, директор департамента по науке и образованию Фонда «Сколково», заместитель лидера, соруководитель рабочей группы «Технет», продолжил тему создания умных моделей: «Платформы для создания моделей – это то, что сегодня очень востребовано. Это



Владимир Щукин, директор по промышленному Интернету ПАО «Ростелеком»

ПОДРОБНЕЕ О «ТЕХНЕТ»

Международный форум «NDEхро», традиционно проводимый Госкорпорацией «Росатом», в 2017 году изменил свой формат. В число организаторов мероприятия, помимо Росатома, вошли АНО «Агентство стратегических инициатив» и АО «Российская венчурная компания», а центральной темой форума стала Национальная технологическая инициатива (НТИ), государственная программа мер по поддержке развития в России перспективных отраслей, которые в течение следующих 20 лет могут стать основой мировой экономики. В общей структуре НТИ направление «Технет» охватывает сферу передовых производственных технологий (рис. 1).

«Технет» – это не программа технического перевооружения промышленных предприятий. «Тех-

нет» – это инициатива, направленная на организацию совместной коллективной деятельности предприятий, которые вышли на самый передовой уровень деятельности. Именно так формулируется одна из двух ключевых целей «Технет»: «Создание конкурентоспособной, созданной с учетом индивидуальных потребностей заказчика продукции нового поколения для рынков НТИ и высокотехнологичных отраслей промышленности» (рис. 2).

14 февраля 2017 года дорожная карта «Технет» НТИ одобрена на заседании президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России.



Рис. 1. Роль и место «Фабрик будущего» в структуре Национальной технологической инициативы



Александр Фертман, директор департамента по науке и образованию Фонда «Сколково»

может стать тем, что завоюет мировой рынок». Он поделился планами о создании в «Сколково» кластера «Промтех» на базе ядерного и космического кластеров и отметил специфические риски, возникающие при создании «Фабрик будущего»: в движении к ним должны быть широко задействованы хайтек-стартапы, а стартап – это компания, создающая продукт или услугу в условиях очень высокой неопределенности. Эта неопределенность сегодня проявляется в кризисе управления – в хайтек-стартапах наблюдается несбалансированность ролей управленца и предпринимателя.

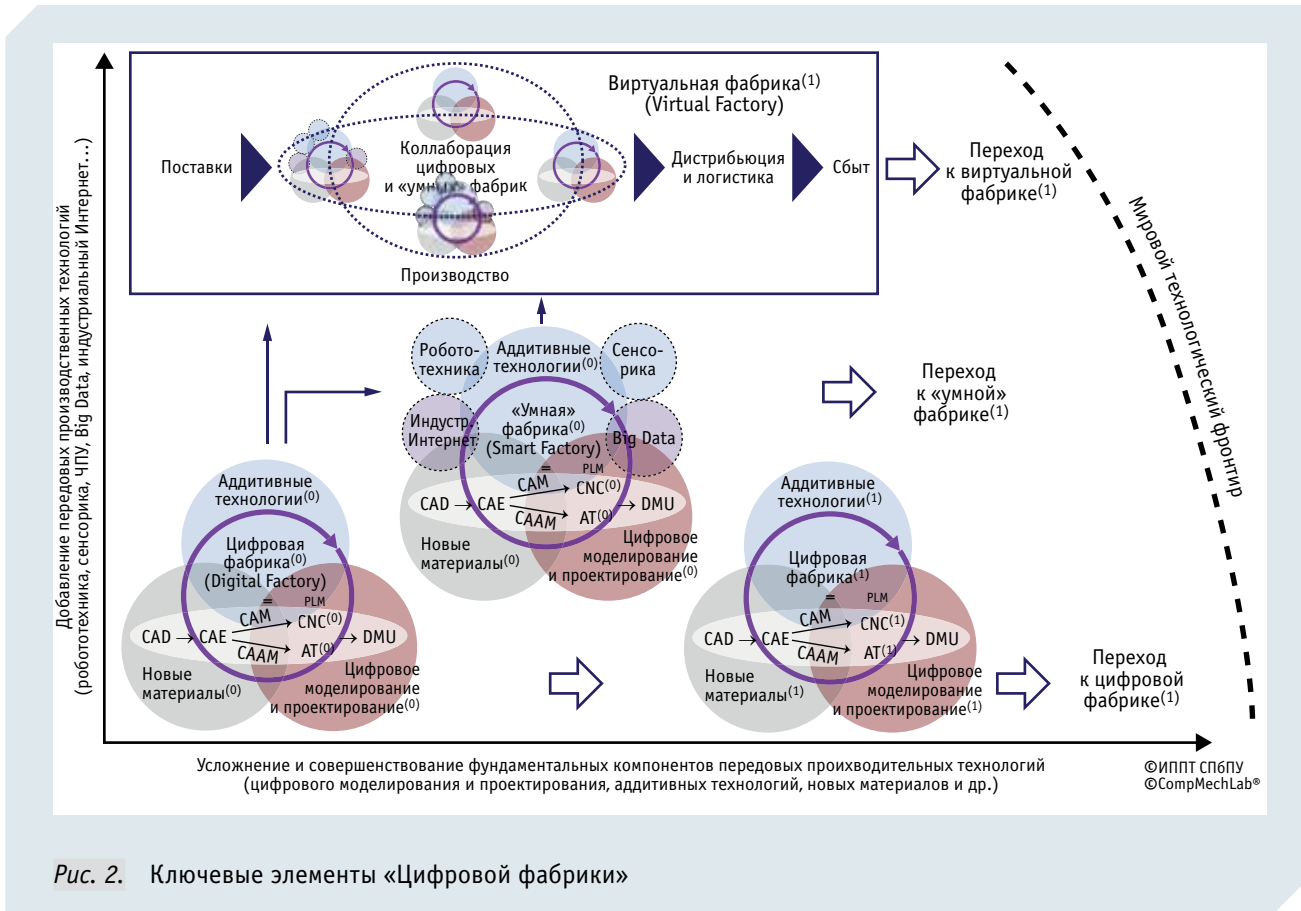


Рис. 2. Ключевые элементы «Цифровой фабрики»

Алексей Дуб, первый заместитель генерального директора АО «Наука и инновации», поделился своим опытом разработки и коммерциализации оборудования 3D-печати. Он полагает, что для широкого проникновения аддитивных технологий в промышленность, необходимо появление нового поколения конструкторов-дизайнеров. При этом, вопрос цифровизации всей сферы промышленного дизайна до конца не осмыслен – пока речь идет об использовании новых инструментов конструкторов, а не собственно креативном процессе.



Алексей Дуб, первый заместитель генерального директора АО «Наука и инновации»

Прозвучала хорошая новость для промышленности: при постоянной подаче порошка можно использовать аддитивные технологии в непрерывном производстве. Но есть проблема – отсутствует соответствующая нормативная база. Ключевым барьером для широкого распространения аддитивных технологий, считает Алексей Дуб, сегодня является входной контроль параметров материалов. В частности, для титановых порошков, используемых в 3D-печати, пока трудно достичь идеально точного размера (от 20 до 40 мкм) и идеально шарообразной формы. Кроме того, размер пятна, которое дает современный лазер, – 80 мкм – не достаточен для аддитивных технологий.

Вопрос применимости аддитивных технологий для создания средств производства также пока не решен. Мировой опыт имеется. Например, в производственных процессах компании Caterpillar задействовано 80 машин для аддитивной печати. АО «Наука и инновации» в настоящее время занимается сбором информации о том, какие задачи есть у возможных потребителей аддитивных технологий, какие материалы им требуются.

Дискуссия по тематике дорожной карты «Технет» подтвердила, что в мире придумано всего два эффективных способа проектного тиражирования. Первый подход – с позиций открытых

систем, взаимодействующих на основе публичных стандартов. Второй – частично закрытый подход, который использует, например, компания Siemens, при котором в условиях частно-государственного партнерства частные архитектуры одной компании становятся национальным, а затем глобальным стандартом. В явном виде этот выбор не сделан. Однако вне зависимости от него, есть целый ряд крупных и нетривиальных задач, которые

обязательно придется решать и которые предприятия не смогут решить самостоятельно. В их числе – создание эталонной архитектуры цифрового предприятия и национального стандарта языка описания моделей, а также языка интеграции моделей.

Елена ПОКАТАЕВА

ЮБИЛЕЙ

12 июня исполнилось 70 лет Георгию Владиславовичу Боровскому – Заслуженному машиностроителю Российской Федерации, генеральному директору ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ».

В 1972 году Г.В. Боровский начал свою трудовую деятельность во Всероссийском научно-исследовательском инструментальном институте, пройдя путь от инженера до директора. С 2006 года Г.В. Боровский является генеральным директором ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ». Под его руководством институт в четыре раза увеличил объем выполненных научно-исследовательских работ. В портфеле заказов института запросы на решение сложных задач технического перевооружения стратегических предприятий, отраслевых задач в рамках федеральных целевых программ. Диапазон проводимых во ВНИИИНСТРУМЕНТ исследований простирается от инструментальной тематики до комплексных задач технологического аудита и модернизации производства.

При непосредственном участии Г.В. Боровского созданы комфортные условия для

долгосрочных научных и производственных взаимоотношений с крупнейшими заказчиками и партнерами. Георгий Владиславович активно занимается научной деятельностью, имеет почти две сотни научных трудов, в том числе 30 монографий и 21 изобретение. Благодаря опыту Г.В. Боровского, его инициативности и высокому профессионализму ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ» динамично развивается и эффективно решает задачи мирового уровня.

Редакция журнала «СТАНКОИНСТРУМЕНТ» и коллектив издательства «ТЕХНОСФЕРА» поздравляют Георгия Владиславовича с юбилеем и желают успехов на пути реализации самых инновационных идей!

