ЛЕКЦИЯ 3.2
АРХИТЕКТУРА ФАБРИК БУДУЩЕГО.
ЦИФРОВАЯ – «УМНАЯ» - ВИРТУАЛЬНАЯ ФАБРИКИ

Авторы: начальник отдела технологического и промышленного форсайта ИЦ «ЦКИ» СПбПУ, к.полит.н. Рябов Ю.А.,
специалист отдела технологического и промышленного форсайта ИЦ «ЦКИ» СПбПУ Марусева В.М.

Factories of the Future Public-Private Partnership, Европейский союз

Термин «Фабрика Будущего» получил широкое распространение после запуска государственно-частного партнерства Factories of the Future, которое является частью программы технологического развития стран Европейского союза Horizon 2020. Партнерство FoF охватывает все производственные сферы и подразумевает мероприятия по модернизации в следующих областях: логистика, обработка и перемещение материалов, программирование и планирование, клиентоориентированный дизайн, энергоэффективность, сокращение вредных выбросов, новые технологии обработки, новые материалы, усовершенствование существующего оборудования и производственных технологий. Драйверами развития этих направлений являются: стремление к снижению финансовых издержек, обеспечение энергоэффективности, снижение материалоемкости производства, повышение гибкости и безопасности производства, ускорение сроков вывода продукции на рынок при одновременном повышении ее качества, увеличение производительности труда, а также создание принципиально новых продуктов.

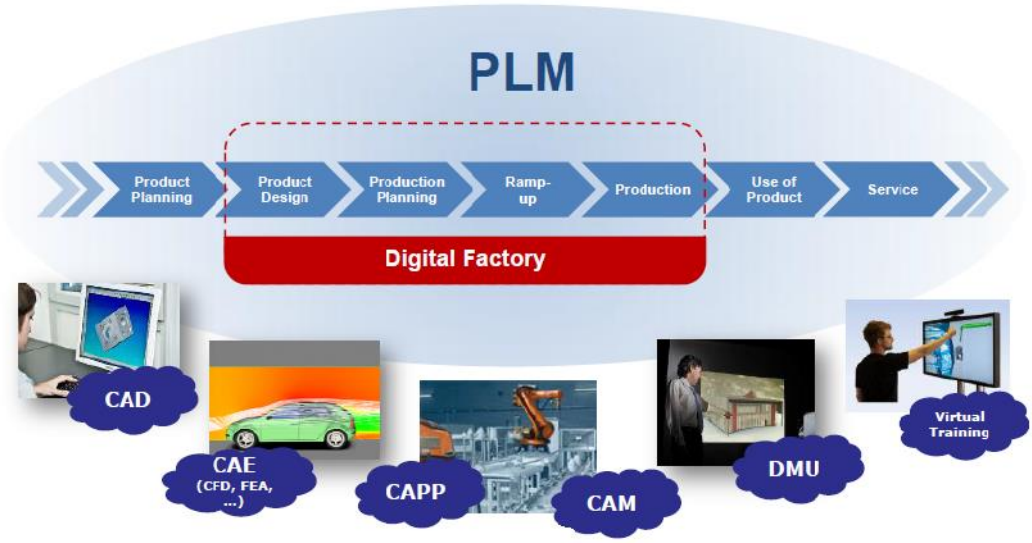
В рамках партнерства FoF выработана достаточно стройная и ставшая широко известной классификация «фабрик будущего», каждая из которых характеризуется развитием определенной группы технологий:

- «умные» фабрики (Smart Factories): гибкое (быстропереналаживаемое) производство и применение автоматизированных систем управления производственными процессами и планированием обеспечивает энергоэффективность и конкурентоспособность производства. Большое значение придается роботам, которые выполняют всё более сложные производственные операции. Совокупность этих технологий должна обеспечить повышение общего уровня интеллектуализации и эффективности производства, повышение отказоустойчивости, а также создать плацдарм для дальнейшего развития новых рынков инновационных производственных решений;
- виртуальные фабрики (Virtual Factories): управление цепочками поставок и распределенными производственными активами, увязывание продуктов и услуг и налаживание удаленного контроля призвано повысить продуктивность производства и генерировать добавленную стоимость;

- цифровые фабрики (Digital Factories): повышение качества проектирования продуктов и производственных систем позволяет лучше контролировать жизненный цикл продукта и дает больше возможностей для прогнозирования и внесения изменений на самых ранних стадиях (начиная со стадии концепта) за счет моделирования и управления знаниями, благодаря чему возможно принятие более взвешенных решений.

Фабрики Будущего объединяют передовые технологии, обеспечивающие высокую добавленную стоимость для создания высокопроизводительных экологически безопасных производственных площадок, способствующих устойчивому социальному развитию. В период с 2014 до 2020 г. на создание «фабрик будущего» планируется выделить 1,15 млрд евро. Еще до включения партнерства «фабрик будущего» в состав программы Horizon 2020 в 2010–2012 гг. было запущено 36 проектов: 8 – по цифровой фабрике, 18 – по «умной», 10 – по виртуальной.

Рисунок 1. Общее видение и проекты по реализации цифровой фабрики в рамках партнерстве FoF (2007–2013 гг.)



Источник: European comission

С институциональной точки зрения ключевым игроком в инициативе по созданию «фабрик будущего» является промышленная ассоциация EFFRA (European Factories of the Future Research Association), поддерживающая развитие инновационных технологий. Ассоциация объединяет более 1200 организаций, университетов, а также малых, средних и крупных промышленных предприятий. Проекты EFFRA направлены на проведение исследований в области производственных технологий, их результаты ложатся в основу новых технологических решений в различных отраслях.

С момента создания FoF было запущено 208 проектов, каждый из которых нацелен на развитие определенных технологий, которые впоследствии предполагается внедрить на «фабриках будущего».

Одним из проектов объединения Future Internet PPP, является FITMAN, стартовавший в апреле 2013 г. и завершенный в сентябре 2015 года. Бюджет проекта составил около 18,5 млн евро, из которых немногим менее 13 млн было выделено Европейским Союзом. FITMAN заключался в создании 10 пробных промышленных модулей (4 на крупных предприятиях и 6 на средних и малых) в трех разных составляющих «фабрики будущего». Тестировать и отрабатывать инновационные технологические решения должны были реальные промышленные компании: «умная» фабрика – TRW (Испания), Whirpool (Италия), Placenza (Италия); виртуальная фабрика – ComPlus (Германия), TANeT (Великобритания), APR (Франция); цифровая фабрика – Volkswagen (Германия), Consulgal (Португалия), Agustawestland (Италия), Whirlpool (Италия), Aidima (Испания).

Помимо государственно-частного партнерства для создания «фабрик будущего» поддержка развитию передовых производственных технологий осуществляется в рамках «Цифровой повестки дня Европы» (Digital Agenda for Europe) – комплекса мероприятий, параллельного Horizon 2020 и имеющего много общих с ним тематик, но направленного на развитие исключительно информационно-коммуникационных технологий.

Европейская комиссия выделила ключевые перспективные технологии (Key Enabling Technologies), определяемые как наукоемкие, требующие труда высококвалифицированных специалистов и значительных капиталовложений. Эти технологии способствуют созданию инновационных продуктов и услуг и могут рассматриваться как производственные. В перечень входят шесть направлений: Наноматериалы, Нано- и микроэлектроника, Фотоника, Новые материалы, Промышленные биотехнологии, Передовые производственные системы.

Развитие производств будущего в ведущих технологических компаниях мира

В настоящее время ведущие технологические компании мира – General Electric, Siemens, Airbus, Boeing – активно развивают собственные производства будущего.

В основе концепции Brilliant Factory компании General Electric лежит понимание, что технико-эксплуатационные характеристики таких высокотехнологичных продуктов, как авиационные двигатели, локомотивы, энергетические установки, сложное медицинское оборудование и т. д., уже не ограничиваются конструкционными и технологическими инновациями, а всё в большей степени совершенствуются благодаря сопутствующему программному обеспечению, дающему возможность снизить риски и издержки, а также оптимизировать процесс эксплуатации изделий. Соответственно, такая «умная» продукция

не может производиться на традиционных заводах, ее изготовление требует самых совершенных технологий, сконцентрированных в рамках Brilliant Factories, – производственных комплексов с оборудованием, оснащенным датчиками, которые за счет технологий индустриального Интернета[1] позволяют машинам «общаться» друг с другом и принимать самостоятельные решения о режиме функционирования, быстро и гибко реагируя на меняющиеся внешние условия.

Данные с датчиков позволяют создавать «цифровых двойников» (digital twin), которые фактически представляют собой «умные» модели физических объектов (в первую очередь, производственного оборудования). При этом в силу того, что сенсоры зачастую работают в экстремальных условиях (например, температура камеры сгорания в реактивном двигателе превышает 2000 °C), их данные дополняются и корректируются специальными алгоритмами, законами физики и т. д. (General Electric в таком случае использует термин «виртуальный датчик»).

Помимо технологий обработки Big Data при помощи самых современных аналитических инструментов, а также технологий организации и управления производством (ERP, MES и т. д), не менее важным является обеспечение цифровых связей (digital thread) производственных линий с подразделениями, отвечающими за проектирование, а также с поставщиками.

Очевидно, что в условиях усиливающейся конкуренции на мировом рынке концепция Brilliant Factory направлена на ускорение, повышение гибкости и эффективности производства, а также на снижение финансовых издержек. По расчетам специалистов General Electric, за счет полной реализации Brilliant Factory возможно достигнуть следующих показателей:

- сокращение времени простоя на 10–15%;
- сокращение складских запасов на 40%;
- повышение качества продукции на 58%;
- сокращение затрат на рабочую силу на 14%;
- ускорение производственных циклов до 60%.

Для тестирования своей концепции General Electric выбрала 16 пилотных производственных площадок из 75 заводов, которые компания намерена преобразовать в Brilliant Factory. В их числе – заводы по производству газовых турбин в г. Гринвилл (шт. Южная Каролина), по производству аккумуляторных батарей Durathon в г. Олбани (шт. Нью-

[1] Термин «индустриальный Интернет» был введен в широкое употребление General Electric. Кроме того, в 2014 г. совместно с AT&T, Cisco, Intel и IBM компания General Electric выступила одним из инициаторов создания Консорциума по индустриальному Интернету (Industrial Internet Consortium).

Йорк), по производству поршневых двигателей, механических приводов и дизельных двигателей г. Велланд (пров. Онтарио, Канада), по производству низковольтной аппаратуры в г. Бельско-Бяла (Польша) и др.

Первой полноценной Brilliant Factory стал завод в г. Пуна (Индия), начавший функционировать в феврале 2015 г. General Electric инвестировала в его создание около 200 млн долл. Уникальность завода заключается в реализации принципа модульности, при котором мощности одной производственной площадки позволяют производить абсолютно разные продукты, обеспечивая тем самым максимальную гибкость. На данный момент на одной и той же площади с помощью одного и того же оборудования производятся 4 разные группы продуктов: детали газотурбинных двигателей, узлы локомотивов, узлы ветровых турбин, узлы водообработки для нужд нефтеперерабатывающих и сельскохозяйственных предприятий. При площади в более чем 270 тыс. кв. м на заводе работает около 1500 сотрудников.

На заводе налажено межмашинное взаимодействие, а производственные линии соединены с помощью единого цифрового поля с поставщиками, эксплуатационными службами и сетью дистрибьюции, благодаря чему все подразделения имеют быстрый доступ к самой актуальной информации. Также на заводе используются высокотехнологичная 3D-печать и технологии лазерной дефектоскопии.

Воплощением другой концепции производства будущего является завод Electronics Works Amberg (EWA) компании Siemens, на котором изготавливается 950 видов программируемых логических контроллеров Simatic, однако поскольку их производство осуществляется под заказ, то в год может насчитываться до 50 тыс. вариаций производимой продукции. Для обеспечения необходимой степени кастомизации компания сотрудничает с 250 поставщиками, от которых получает до 10 тыс. различных материалов и использует в сборке до 1,6 млрд компонентов для производства 12 млн контроллеров в год. Таким образом, мощность производства составляет один контроллер в секунду в течение 230 рабочих дней в году.

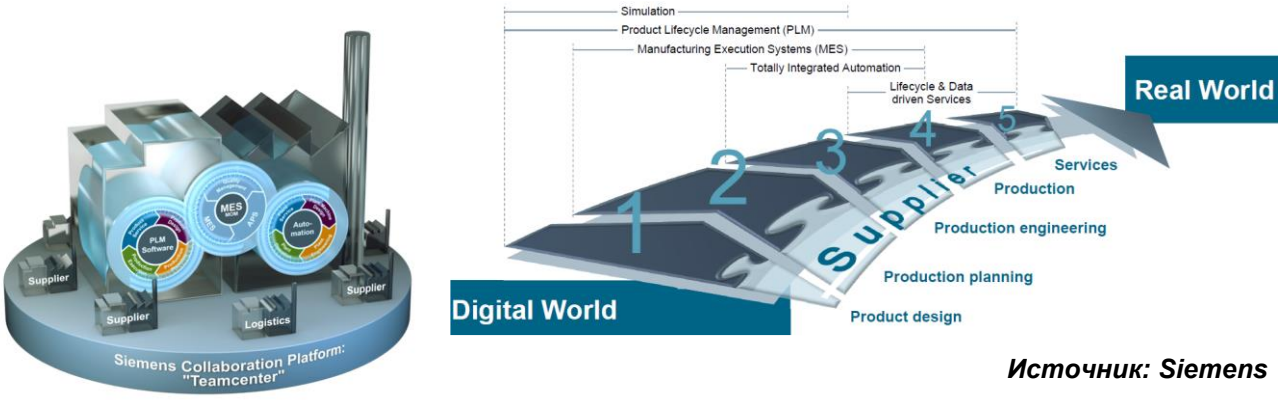
Несмотря на невероятную сложность координации столь масштабных производственных процессов, контроля потока материалов и организации человеческих ресурсов (всего на заводе занято около 1100 сотрудников, в течение одной смены одновременно работают около 300 человек), EWA регистрирует всего лишь 0,00115% брака, а производственные линии отслеживаются на 100%.

Столь успешное функционирование завода стало возможным за счет применения концепции Digital Enterprise, которая включает в себя два ключевых аспекта: 1) создание

«цифрового двойника» (digital twin) всей цепочки добавленной стоимости: проектирование продукта (Product Design) => планирование серийного производства (Production Planning) => технологическая подготовка производства (Production Engineering) => производство (Production Execution) => обслуживание (Service); 2) взаимодействие между «цифровым двойником» и физическим миром (реально существующими производствами) посредством технологий Интернета вещей, что позволяет осуществлять постоянную оптимизацию производственных процессов, снижать издержки, повышать качество и скорость вывода продуктов на рынок.

В основе Digital Enterprise лежит интеграция трех групп технологических решений – PLM-систем, MES-систем и комплексной автоматизации (Totally Integrated Automation). Комплексная автоматизация представляет собой не только аппаратное обеспечение (например, программируемые логические контроллеры, человеко-машинные интерфейсы, приводы и пр.), но и системы программирования и соответствующее программное обеспечение. Кроме того, эти три системы решений используют единую коллаборативную платформу управления данными о продукте на всех этапах его жизненного цикла (cPDM) Teamcenter.

Рисунок 2. Концепция Digital Enterprise компании Siemens



Источник: Siemens

В рамках концепции Digital Enterprise понятие «цифровое производство» используется для обозначения интегрированных компьютерных систем, включающих в себя средства численного моделирования, 3D-визуализации, инженерного анализа и совместной работы, предназначенные для одновременной разработки конструкции изделий и технологических процессов их изготовления. Такие интегрированные компьютерные системы позволяют технологам в виртуальной среде создавать полное описание технологического процесса, которое включает оснастку, сборочные линии, обрабатывающие центры, планировку цехов, эргономику и ресурсы предприятия.

В основе «фабрики будущего» компании Airbus лежат несколько групп технологий: автоматизация и роботизация производства, использование цифровых технологий непосредственно в сборочных цехах и технологии дополненной реальности, аддитивные технологии для производства прототипов и серийных изделий.

Для Airbus приоритетным является переход к широкому применению роботов с большой степенью свободы, способных выполнять сложные операции внутри фюзеляжа и в других труднодоступных для громоздких роботов зонах. Если сравнивать авиакосмическую отрасль с автомобилестроением, где уровень роботизации достиг чрезвычайно высокого уровня, то вызов для Airbus заключается в необходимости обработки деталей больших размеров и, следовательно, значительных временных затрат на программирование роботов.

На данный момент Airbus активно исследует возможности применения роботов для выполнения испытаний по гидроизоляции фюзеляжей, дверей и иллюминаторов, покраски различных элементов и нанесения покрытия, а также для изготовления вертолетных лопастей, причем роботы будут также осуществлять контроль качества непосредственно после изготовления изделия. Такой подход поможет снизить вес изделий, повысить энергоэффективность и оптимизировать производственные процессы.

Наряду с вышеуказанным Airbus много внимания уделяет созданию малогабаритных, легких и коллаборативных роботов, способных функционировать бок о бок с человеком, имитировать его действия, адаптироваться к меняющимся внешним условиям и своевременно реагировать в случае непредвиденных обстоятельств. Такие роботы разрабатываются в рамках проекта ICARO (Industrial Cooperative Assistant Robotics). Наконец, для облегчения выполнения людьми тяжелой работы Airbus планирует внедрение на производстве роботизированных экзоскелетов. Экспериментальная партия устройств уже используется на площадке Airbus Helicopters в г. Мариньян (Франция).

Вторым приоритетным технологическим направлением «фабрики будущего» Airbus является использование цифровых технологий непосредственно в сборочных цехах и дополненная реальность. Речь идет в первую очередь о широком использовании цифрового макета (Digital Mock-Up, DMU) – полномасштабной цифровой модели самолета, содержащей в себе все данные о процессе производства воздушного судна. Цифровой макет позволяет всем подразделениям, задействованным в изготовлении самолета, и участникам цепочки поставок, иметь доступ к самой полной и актуальной информации о ходе разработки и производства. Особенность подхода Airbus к цифровому макету заключается в том, что DMU может применяться для моделирования сборочных операций, а также для обучения

специалистов по техническому обслуживанию и для наглядного представления экстерьера и интерьера модели самолета авиакомпаниям.

Новшеством Airbus является внедрение цифровых технологий в процесс изготовления кабельных жгутов и сборок, используемых в самолетах. Раньше было необходимо извлекать соответствующие чертежи из цифрового макета, распечатывать их, закреплять на монтажном столе, а затем, разложив поверх чертежей провода, вязать жгуты. Внедренная же в Airbus технология электронного монтажного стола (electronic jigboard) позволяет выводить на специальный экран чертежи и прямо на нем же осуществлять раскладку проводов и сборку жгутов при помощи крепежей и других приспособлений.

В перспективе на «фабрике будущего» Airbus предполагается использование таких технологий, как управление взглядом или пальцами, голосовой контроль или 3D-проецирование инструкций на рабочую поверхность.

Наряду с цифровым макетом и электронным монтажным столом Airbus активно внедряет два инструмента дополненной реальности – RHEA (Realistic Human Ergonomic Analysis) и MiRA (Mixed Reality Application). Первый при помощи специальных очков или экрана, закрепленного на шлеме, позволяет взаимодействовать с цифровой 3D-моделью самолета и его компонентов (цифровым макетом) в масштабе 1:1 в ходе работ по установке различного оборудования внутри фюзеляжа, сводя к минимуму возможность ошибок или неточностей. Второй инструмент имеет более узкое предназначение – проведение проверки правильности установки отдельных компонентов за счет сравнения считываемого камерой изображения с цифровым макетом, который выводится на экран планшетного компьютера. С 2015 г. MiRA используется более чем 1 тыс. рабочих на производственных площадках в Европе для контроля качества работ по установке кронштейнов, удерживающих трубопроводы и элементы гидравлической системы в самолетах A380 и A350 XWB. Благодаря MiRA время, отведенное на проверку 60–80 тыс. кронштейнов для самолета A380, сократилось с трех недель до трех дней.

Аддитивные технологии используется компанией Airbus для изготовления оснастки, прототипирования, изготовления запчастей для тестовых полетов, а также для производства конечных изделий. Некоторые из них уже установлены на функционирующих лайнерах – как на новом A350 XWB, так и на массовых A300/A310. На спутник Atlantic Bird 7 установлен титановый кронштейн, изготовленный аддитивным способом, на беспилотном устройстве Atlante – воздухозаборник.

Воплощением подхода компании Boeing к производству будущего является проект Factory 2050, который с января 2016 г. осуществляется совместно с Исследовательским

центром по передовому производству Шеффилдского университета (Advanced Manufacturing Research Centre, AMRC) – одним из участников британской программы High Value Manufacturing Catapults.

Идея проекта заключается в том, чтобы создать первую в Великобритании демонстрационную площадку, обладающую возможностью полной переналадки производственного оборудования для наилучшего обеспечения возрастающих потребностей авиакосмических, энергетических и других высокотехнологичных предприятий, а также максимально оперативного реагирования на постоянно меняющиеся запросы рынка и конечных потребителей. Предполагается, что Factory 2050 позволит проводить совместные прикладные исследования для поиска наиболее эффективных технологических решений как для производства компонентов, так и для осуществления сборки конечного продукта с возможностью опытного производства продукции в единственном экземпляре.

Основными технологиями, используемыми Factory 2050, станут передовые роботы, гибкие автоматизированные системы, безлюдное производство, офлайн-программирование в виртуальных средах с подключением к автоматически настраиваемой робототехнике, 3D-печать при помощи гибких автоматизированных систем, человеко-машинные интерфейсы нового поколения, а также новые инструменты программирования и обучения, виртуальная реальность, блокчейн-технологии.

Планируется, что роботы будут задействованы в выполнении рутинных производственных операций, в то время как люди освободятся для более креативной работы и планирования деятельности машин. При помощи технологий виртуальной реальности предполагается создать цифровую копию фабрики (digital twin), ускоряющую и удешевляющую процедуру тестирования различных производственных решений: сначала оптимальный набор необходимых технологий тестируется в виртуальной среде, а уже готовое, максимально оптимизированное, эффективное и эргономичное решение применяется непосредственно на реальной площадке. Также большое внимание будет уделено блокчейн-технологиям, при помощи которых планируется отслеживать информацию о сырье вплоть до изготовления конечного продукта с целью проверки его происхождения и достижения наивысшего качества выпускаемой продукции.

Ожидается, что в рамках проекта Factory 2050 будет задействовано около 50 инженеров и ученых, впоследствии количество сотрудников может быть увеличено до 75. Затраты на строительство Factory 2050 составили 43 млн фунтов стерлингов, из которых по 10 млн было вложено Европейским фондом регионального развития и Советом по финансированию высшего образования Англии (Higher Education Funding Council for England,

HEFCE), остальные средства предоставили индустриальные партнеры – Boeing, Rolls-Royce, BAE Systems и др.

Российские программы по развитию передовых производственных технологий

В последние несколько лет проблематика передовых производственных технологий активно обсуждается и рассматривается в качестве приоритетного направления развития промышленности в России на уровне федеральных органов власти. На сегодняшний день это выражается в трех главных инструментах государственной поддержки ППТ – Национальной технологической инициативе (НТИ), Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (СНТР), а также программе «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) и других странах. Остановимся на них чуть подробнее.

Создание Фабрик Будущего в рамках Национальной технологической инициативы

В рамках дорожной карты «Технет» Национальной технологической инициативы Фабрики Будущего понимаются как системы комплексных технологических решений (то есть, по сути, интегрированные технологические цепочки), которые обеспечивают в кратчайшие сроки проектирование и производство глобально конкурентоспособной продукции нового поколения. В терминологии дорожной карты «Технет» они называются Цифровыми, «Умными», Виртуальными Фабриками Будущего, и формируются на основе передовых производственных технологий и компетенций мирового уровня. Создание Фабрик Будущего направлено на развитие и повышение экспортного потенциала наукоёмкого сектора российской промышленности, а также на решение актуальных задач по импортозамещению высокотехнологичной зарубежной продукции на основе применения передовых производственных технологий (в первую очередь, цифрового моделирования и проектирования, новых материалов и аддитивных технологий), которые обеспечивают преимущество как на выделенных в рамках НТИ рынков, так и в высокотехнологичных отраслях промышленности.

Ключевую роль в Цифровой экономике будут играть Цифровые фабрики которые в логике НТИ имеют следующие характеристики:

ПЕРВОЕ: создание цифровых платформ – своеобразных экосистем передовых цифровых технологий. Платформенный подход позволяет объединить территориально распределенных участников процессов проектирования и производства, повысить уровень гибкости и кастомизации с учетом требований потребителей, и всё это на основе предсказательной аналитики и больших данных;

ВТОРОЕ: разработка системы цифровых моделей проектируемых изделий и производственных процессов. Цифровые модели должны обладать высоким уровнем адекватности реальным объектам и процессам (здесь уместно говорить про конвергенцию материального и цифрового миров, порождающих синергетические эффекты);

ТРЕТЬЕ: цифровизация всего жизненного цикла изделий (от концепт-идеи, проектирования, производства, эксплуатации, сервисного обслуживания и до утилизации). Стоимость изменений тем больше, чем позже вносятся эти изменения, а потому мировая практика показывает, что «центр тяжести» смещается в сторону процессов проектирования, в рамках которых и закладываются характеристики глобальной конкурентоспособности или высокие потребительские требования.

Важно понимать, что на этапе формирования Цифровой фабрики происходит и формирование новых ключевых компетенций:

ПЕРВОЕ: быстрая кастомизация отклика на запросы Рынка или Заказчика, использование системного инжиниринга, когда нужно в каждый момент времени держать в поле зрения всю Систему и все её взаимодействующие компоненты;

ВТОРОЕ: формирование многоуровневой матрицы целевых показателей и ограничений как основы нового проектирования, что позволяет значительно снизить риски, объемы натурных испытаний и объемы работ, связанных с доводкой изделий и продукции на основе испытаний;

ТРЕТЬЕ: разработка и валидация математических моделей с высоким уровнем адекватности реальным объектам и реальным процессам;

ЧЕТВЕРТОЕ: управление изменениями на протяжении всего жизненного цикла, и

ПЯТОЕ: «цифровая сертификация», основанная на тысячах виртуальных испытаний как отдельных компонентов, так и системы в целом.

Для того, чтобы Цифровые фабрики были гармонично встроены в формируемую Цифровую экономику, необходимо комплексно решить ряд задач:

ВО-ПЕРВЫХ, в области образования, исследований и разработок: формирование прикладных магистратур (новый принцип – «обучение в ходе выполнения реальных НИОКР», подготовка «инженерного спецназа»);

ВО-ВТОРЫХ, формирование цифровой экосистемы как инфраструктуры – создание «испытательных полигонов» как центров сборки, тестирования и эффективного применения

передовых мультидисциплинарных и кросс-отраслевых технологий и формирования компетенций мирового уровня;

В-ТРЕТЬИХ, в области регуляторики: совершенствование институциональных условий в области стандартизации и сертификации новых материалов, изделий и продукции.

Каждая из трех частей Фабрики Будущего (Цифровая, «Умная» и Виртуальная Фабрики) относится к определенным стадиям жизненного цикла и звеньям цепочки добавленной стоимости, и включает в себя определенный набор технологий для достижения конкретных целей.

ЦИФРОВАЯ ФАБРИКА охватывает процесс разработки изделия до стадии прототипа. Конечным продуктом является сам прототип или образец или же его цифровой двойник. Ключевыми технологиями здесь являются все технологии цифрового проектирования и моделирования, аддитивные технологии, а также технологии сбора и анализа больших данных, которые необходимы для создания цифровых двойников. Также к Цифровой Фабрике можно отнести и новые материалы, свойства которых учитываются при проектировании в рамках системного подхода. Применение этих технологий помогает снизить количество ошибок при проектировании и ускорить выход продукта на рынок.

«УМНАЯ» ФАБРИКА включает в себя всё, что связанно непосредственно с производственными мощностями – робототехнику, промышленный интернет, различные технологии организации и управления производством – автоматизированные системы управления технологическими процессами (ICS), системы управления производственными процессами на уровне цеха (MES), а также сенсоры и датчики. «Умная» Фабрика базируется на технологиях Цифровой Фабрики и использует полученные цифровые модели и образцы для дальнейшего серийного производства. С помощью этих технологий можно добиться повышения производительности, снизить количество брака, ускорить производственный процесс.

ВИРТУАЛЬНАЯ ФАБРИКА расширяет и продолжает физическую производственную площадку, связывая ее с другими фабриками, если речь идет о нескольких площадках одного предприятия, а также с поставщиками и подрядчиками. Создается единое информационное поле, где каждый участник цепочки добавленной стоимости имеет доступ к самой актуальной информации. Это помогает сделать процесс более прозрачным, улучшить и ускорить коммуникацию как между подразделениями предприятия, так и между подрядчиками.

В сравнении с традиционными производственными цепочками современные объекты промышленной инфраструктуры, использующие решения “Фабрик Будущего” будут обладать следующими преимуществами, снимающими основные ограничения и барьеры развития производств в России:

- сокращение затрат (до 50%) на производство;
- сокращение времени производства (в среднем в 2-3 раза, в зависимости от типа, специализации производства);
- существенно сокращение времени выпуска готовой продукции на рынок (time-to-market);
- более простое прогнозирование и управление деятельностью предприятия;
- сокращение количества дефектной продукции на производстве;
- облегчение конструкций (до 50% и более);
- повышение кастомизации производственного процесса.

Данные эффекты обусловлены следующими решениями “Фабрик Будущего”:

- цифровизация производственных процессов на уровне ~ 95%;
- безлюдное интеллектуальное производство не менее 50% технологических операций;
- переход к виртуальному управлению цепочками поставок (использование Big Data и предиктивной аналитики);
- соединение больших программных пакетов в единую систему, обеспечивающую управление производством (CAD, CAE, CAO, CAM, PDM, PLM, HPC, …, MES, ERP, …);
- внедрение технологий цифрового проектирования и моделирования, а также систем организации и управления предприятием в совокупности с промышленной сенсорикой и робототехникой;
- использование новых материалов.

Фабрики Будущего генерируются, как правило, на испытательных полигонах – площадках для выбора, тестирования, верификации, валидации, демонстрации, комплексирования и последующего использования передовых производственных технологий при создании глобально конкурентоспособной продукции нового поколения.

В рамках дорожной карты «Технет» Национальной технологической инициативы, создан первый в стране испытательный полигон для генерации цифровых, «умных»,

виртуальных «Фабрик Будущего» на базе Института передовых производственных технологий Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

На испытательном полигоне будет проходить отработка взаимодействия всего спектра технологий цифрового проектирования и моделирования..

Концепция «Фабрик Будущего» реализуется в рамках дорожной карты «Технет» Национальной технологической инициативы (НТИ) и мегапроекта «Фабрики Будущего», нацеленного на развитие и повышение конкурентоспособности отечественной промышленности за счет решения инженерно-технологических проблем-вызовов (Industrial Challenge Problems) государственного значения, которые не удается решить высокотехнологичным предприятиям с помощью традиционных подходов.

Проект «Фабрики Будущего» был одобрен на расширенном заседании Наблюдательного совета АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов», состоявшемся 21 июля 2016 года под председательством Президента Российской Федерации В.В. Путина. В рамках этого проекта, а также в рамках Центра НТИ «Новые производственные технологии» сегодня Инжиниринговый центр Политехнического университета и группа компаний CompMechLab ведут активную работу по созданию Фабрик Будущего с высокотехнологичными предприятиями из различных отраслей промышленности: автомобилестроения, двигателестроения, авиакосмической отрасли, судостроения.

В этот процесс вовлечены такие предприятия, как центральный институт автомобилестроения «НАМИ», Ульяновский автомобильный завод, «Волгабас», КАМАЗ, «ОДК-Сатурн», «ОДК-Климов», Средне-Невский судостроительный завод, Объединенная авиастроительная компания и др. Согласно Дорожной карте «Технет» к 2035 году ожидается создание 40 «Фабрик будущего».