

КОРПОРАТИВНЫЙ ЖУРНАЛ ПАО «ОДК-САТУРН»

# ТРАМПЛИН К УСПЕХУ



В СВЯЗИ С ПАНДЕМИЕЙ КОРОНАВИРУСА МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФОРУМ «ИННОВАЦИИ.  
ТЕХНОЛОГИИ. ПРОИЗВОДСТВО»  
2020 ПЕРЕНЕСЕН.

## ЦИФРОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 15  
2020



# ОЛЕГ БОЧАРОВ

**Заместитель Министра  
промышленности и торговли  
Российской Федерации**

Дорогие друзья!

Цифровые технологии с каждым днем становятся все более многогранными и активнее входят во все сферы нашей жизни. Цифровая революция в промышленности уже охватила широкий круг отраслей, и это неудивительно, ведь технологический прорыв предприятий промышленности будет предопределять будущее развитие нашей страны.

В таком процессе государство должно создавать условия для трансформации промышленности, интеграции современных цифровых технологий в различные производственные цепочки.

В условиях ускоряющихся процессов глобализации и интернационализации ключевым приоритетом

становится установление конструктивного международного диалога с целью выработки норм в области использования цифровых технологий.

Уверен, что Международный технологический форум, мероприятие, объединяющее представителей федеральных и региональных органов власти, руководителей технологических и производственных компаний, представителей экспертного сообщества, состоится в 2021 году, и станет площадкой для конструктивного диалога и укрепления международного сотрудничества.

Также позволит определить приоритеты кооперации и наметить векторы дальнейшего развития в сфере цифровой трансформации промышленности.



# ДМИТРИЙ МИРОНОВ

**Губернатор Ярославской  
области**

Приветствую лидеров научно-технического развития.

Международный технологический форум, традиционно ежегодно проходящий в Рыбинске, посвящен вопросам инновационного развития производственных технологий в промышленности, освоения перспективных рынков высокотехнологичной продукции, реализации направлений цифровой экономики и актуальных трендов производственной индустрии. Организаторами созданы условия для предметного диалога представителей промышленных предприятий, институтов развития, научно-образовательного сообщества, федеральных и региональных органов власти. Ключевые темы форума неразрывно связаны с исполнени-

ем поручений Президента Российской Федерации В. В. Путина по реализации Национальной технологической инициативы, технологическому лидерству, повышению качества жизни граждан и реализации национальных проектов.

Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года» были определены цели и направления перспективного развития страны. Для их достижения были запущены в реализацию 11 национальных проектов, 1 комплексный план и национальная программа «Цифровая экономика».

Реализация проекта «Цифровая промышленность» позволит обеспечить преобразования предприятий посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений, создать комплексную систему финансирования проектов по их разработке, обеспечить ускоренное внедрение, а также создать в обрабатывающей промышленности высокопроизводительный экспортно-ориентированный сектор, развивающийся на основе современных технологий и обеспеченный высококвалифицированными кадрами. Системный переход на цифровую модель развития способен обеспечить к 2024 году рост производительности труда в обрабатывающих отраслях более чем на 30 % и увеличение вклада в ВВП секторов, базирующихся на передовых производственных технологиях, до 15 %.

В контексте реализации национальных проектов основной задачей региональных органов власти, государственных корпораций, высших учебных заведений и институтов развития является разработка эффективного механизма координации совместных усилий и максимальное вовлечение ресурсов для достижения поставленных стратегических целей.

Уверен, что Международный форум послужит реальным стимулом развития инновационного технологического потенциала Ярославской области и повышения готовности региональной промышленности к переходу на новый качественный уровень.

Приглашаю на VII Международный технологический форум, который состоится в 2021 году в Рыбинске!

# ЮРИЙ ШМОТИН

**Заместитель генерального директора – генеральный конструктор АО «ОДК», доктор технических наук**



Дорогие друзья!

Рад приветствовать всех читателей журнала «Трамплин к успеху».

Сегодня в промышленности, особенно в наукоемких отраслях, наблюдается активный рост заслуженного внимания к цифровым технологиям. В обеспечение реализации программы развития авиастроения в Российской Федерации, стратегии по увеличению доли гражданской продукции в сегменте продаж и сервиса. Объединенная двигателестроительная корпорация идет по пути всестороннего внедрения инноваций при проведении исследований, выполнении опытно-конструкторских работ, в производстве и послепродажном обслуживании.

Среди приоритетов инновационного развития ОДК следует выделить следующие направления: единая стратегия научно-технического развития отрасли, которая определяет перечень критических технологий и направления трансформации индустриальной модели ОДК; ключевые продуктовые программы двигателестроения по направлениям авиации, наземных и морских ГТА; трансформационные проекты ОДК, задачей которых является достижение стратегических целей корпорации, в том числе – сокращение сроков вывода новой продукции на рынок.

Реализация программы инновационного развития ОДК невозможна без использования современных цифровых технологий, новых технологий управления, а также активного взаимодействия с малыми инновационными компаниями и стартапами, институтами развития и фондами, высшими учебными заведениями и отраслевой наукой.

Сотрудничество, зародившееся ранее на полях Международного технологического форума, проходящего в Рыбинске в последние 6 лет, привело к новым идеям, воплотившимся в реальные проекты в области цифровых двойников, новых материалов и технологий, а также был дан старт акселерационного проекта ОДК как инструмента работы с технологическими стартапами. Центром компетенций корпоративного акселератора определено ПАО «ОДК-Сатурн», задачей которого является распространение наработанных лучших практик в данном направлении, масштабирование их в рамках всей корпорации, обеспечение притока свежих идей, ресурсов, талантливых специалистов для реализации стратегических целей ОДК.

Актуальные темы цифровизации промышленности будут в фокусе корпорации ОДК в ближайшие несколько лет, и в том числе на VII Международном технологическом форуме!

# ВИКТОР ПОЛЯКОВ

**Заместитель генерального директора – управляющий директор ПАО «ОДК-Сатурн», председатель ЯРО ООО «Союз машиностроителей России»**



Уважаемые коллеги!

Рад приветствовать читателей корпоративного журнала АО «ОДК» «Трамплин к успеху», уникального и узнаваемого, который не раз был признан лучшим промышленным изданием России. На страницах «Трамплина» поднимаются важные темы и острые вопросы о цифровизации промышленности, внедрении аддитивных технологий, цифровых двойниках.

В реализации таких глобальных национальных проектов, как цифровая экономика, ПАО «ОДК-Сатурн» принимает активное участие, начиная с 2015 года. Задача этого проекта осуществить цифровую трансформацию предприятия. Первым ключевым вопросом для реализации инициативы, безусловно, являются кадры. И с этой точки зрения, коренным образом идет перестройка взаимоотношений с региональными университетами, выстраивается другая концепция взаимодействия с федеральными университетами внутри региона (это участие и создание «точек кипения» РГАТУ, ЯГТУ, ЯРГУ, которые входят в сеть «точек кипения» национальной технологической инициативы), выстраивается новый тип взаимоотношений при разработке новых технологий.

Обучение должно строиться не на изучении того, что было сделано когда-то и даже не на решении сегодняшних актуальных задач, а на решении задач, которые обеспечивают развитие компании в будущем. И только такие специалисты, только такая система обучения способна обеспечить необходимых «Сатурну» специалистов, которые и будут осуществлять эти проекты трансформации. Важно понимать, что только такие специалисты способны создавать те технологии, которые будут обеспечивать цифровую трансформацию компании. И здесь, безусловно, ключевой вектор сосредоточен на суперкомпьютерных вычислениях и создании цифровых двойников продуктов, производства, всего полного жизненного цикла изделия. Второе направление – цифровой двойник. Оно являет-

ся для ПАО «ОДК-Сатурн», как и для большинства предприятий, ключевым, с точки зрения цифровой трансформации предприятия. Есть дорожная карта АО «ОДК» по цифровым двойникам, есть сквозная дорожная карта по сквозным цифровым технологиям проекта «Национальная экономика», в которой отдельный раздел связан с созданием цифровых двойников. Это задачи, которые решаются в контексте общих проектов, они не могут быть решены отдельно, и их невозможно решить без партнеров-вузов, без партнеров-институтов. Здесь необходимо отметить высокую роль Саровского центра и Санкт-Петербургского политехнического университета, Новосибирской академии наук, которые являются постоянными участниками нашего форума.

Третье направление – это повышение производительности труда с использованием передовых производственных технологий. В настоящее время идет пилотирование проектов, связанных с гибкой производственной ячейкой, искусственным интеллектом, диспетчеризацией, мониторингом оборудования. Часть из этих проектов уже показывает свой результат, выявляет существующие проблемы на предприятиях, формирует направления развития.

Эта работа будет продолжена. Она для нас является на ближайшие три года ключевым вектором развития.

В этом контексте форум является определяющим для формирования наших стратегических проектов, понимания существующих возможностей и партнеров.

Успехов и до встречи на следующем VII Международном технологическом форуме в Рыбинске!

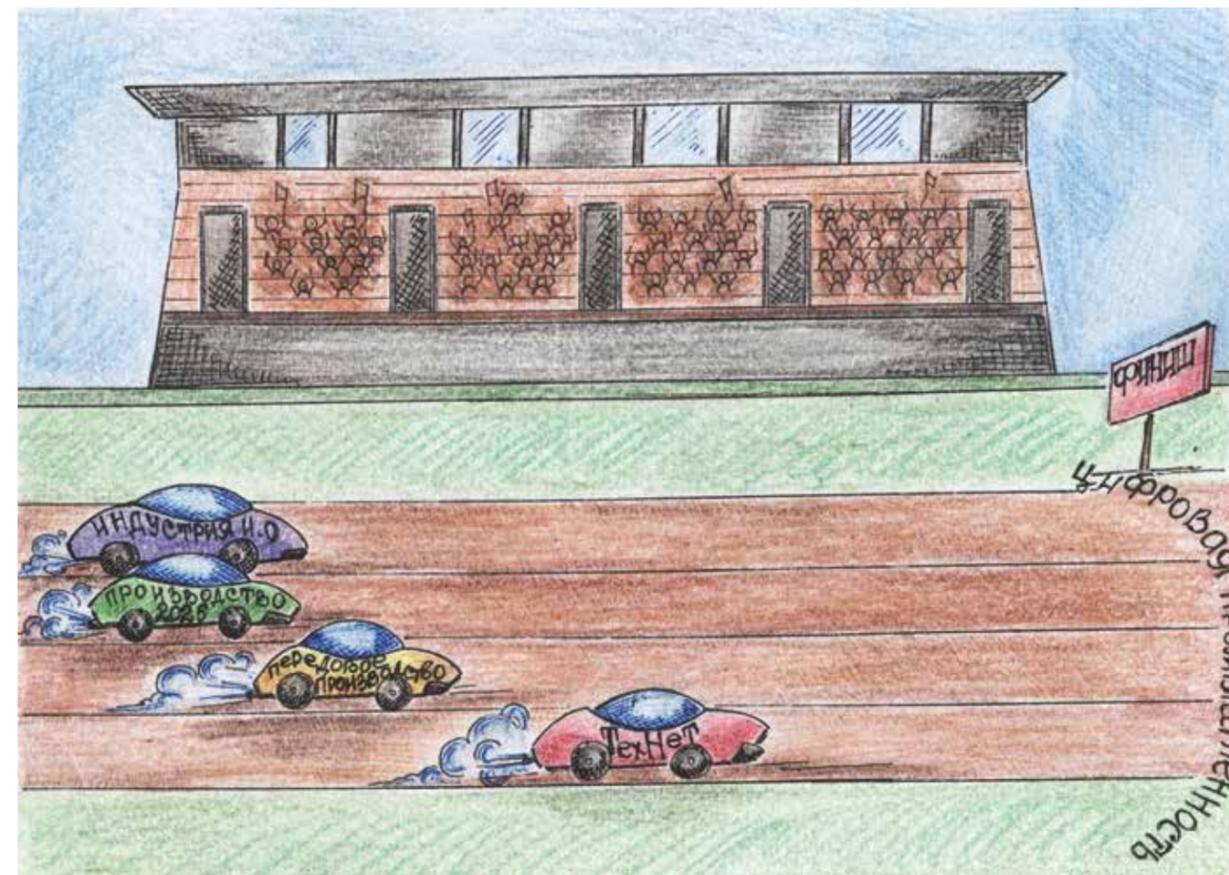
# ВСЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОДК РАБОТАЮТ В ЕДИНОЙ КОРПОРАТИВНОЙ СТАНДАРТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ

ЮРИЙ ШМОТИН, заместитель генерального директора – генеральный конструктор АО «ОДК»

9 октября 2019 года прошло заседание управляющего комитета дорожной карты «Технет НТИ-ОДК». Работа по реализации планов совместного сотрудничества, взаимодействию Центра НТИ СПбПУ и предприятий, входящих в корпорацию, является важной задачей и поэтому считаю необходимым принимать непосредственное участие в деятельности команды. И в конце февраля 2020 года, на заседании управляющего комитета, стало очевидно, что поставленные задачи планомерно решаются. Все мероприятия, намеченные соглашением о сотрудничестве, должны быть реализованы в ближайшее время. И конечно, появятся новые возможности, которые позволят уточнить или



Дорожная карта «Технет НТИ-ОДК» утверждена в рамках действующего соглашения о Консорциуме исполнителей комплексного научно-образовательного проекта по созданию и поддержке центра Национальной технологической инициативы по направлению «Новые производственные технологии» между АО «ОДК» и Санкт-Петербургским политехническим университетом Петра Великого, определяет области сотрудничества корпорации и университета по созданию цифровых двойников газотурбинных двигателей: объектно-ориентированные (по продуктам корпорации), процессно-ориентированные (по технологиям корпорации), проблемно-ориентированным (по существующим задачам и технологическим барьерам корпорации), по образованию и развитию компетенций.



развить дорожную карту. Убежден в дальнейших хороших перспективах и результатах нашего взаимодействия.

Центр НТИ «Новые производственные технологии» на базе СПбПУ создан по результатам конкурсного отбора получателей грантов на государственную поддержку центров Национальной технологической инициативы на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 октября 2017 г. № 1251.

Для Объединенной двигателестроительной корпорации очень важен документ, который был подписан 3 декабря 2018 года – дорожная карта «Технет НТИ-ОДК», направленная на внедрение новой технологии цифровых двойников в технологический процесс разработки, изготовления и послепродажного обслуживания газотурбинных двигателей. Цифровые технологии позволяют уже сегодня

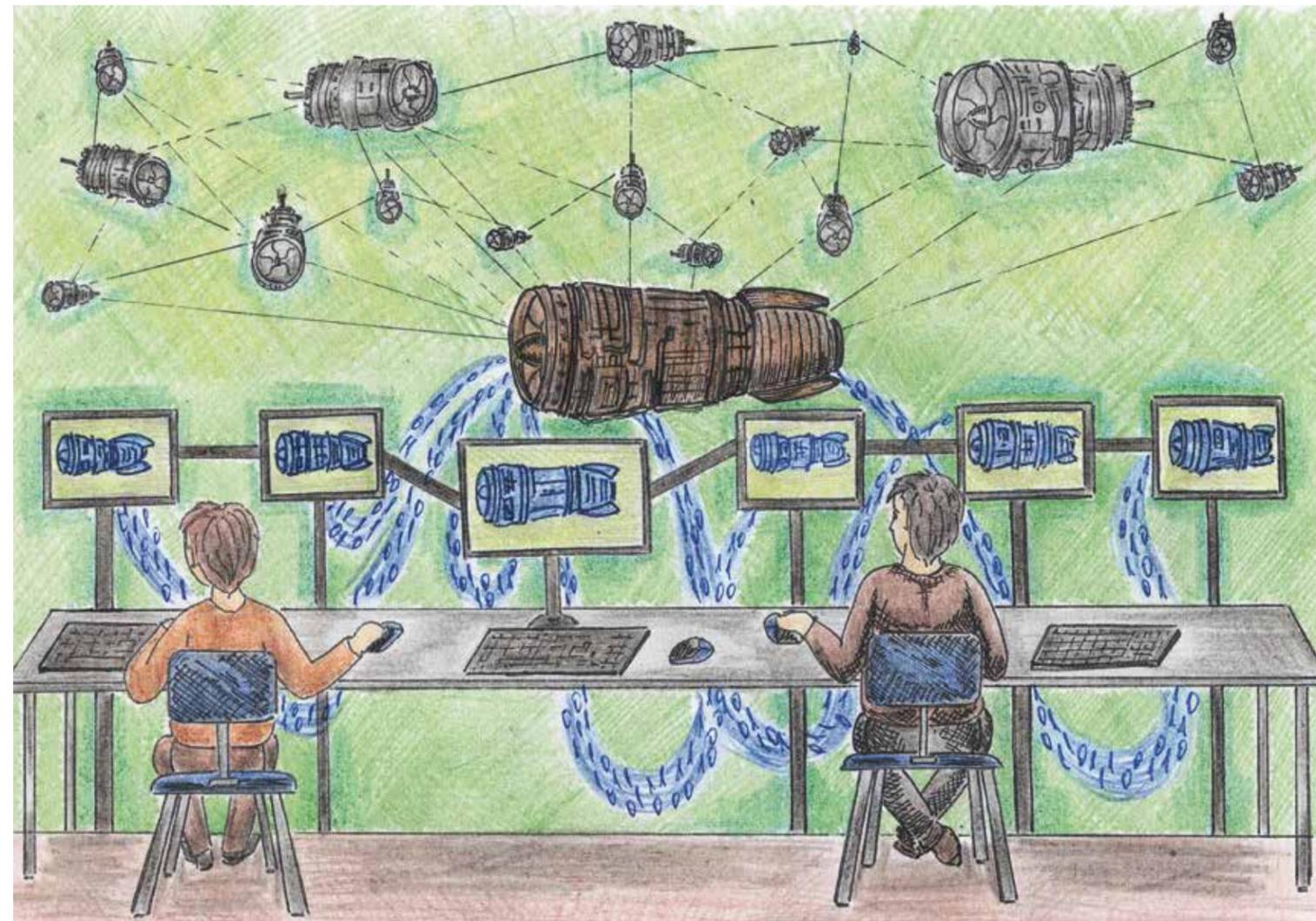
не просто автоматизировать текущие процессы, но и сформировать новые, способствующие тому, чтобы сделать продукцию ОДК конкурентной и востребованной на мировом рынке. Для нас, безусловно, очень важны те рынки и те заказчики, с которыми мы работаем сегодня. Но требование времени – увеличение доли гражданской продукции. Для ОДК, которая входит в Государственную корпорацию «Ростех», задача состоит в увеличении доли гражданской продукции до 50 %.

Создать на конкурентном рынке продукцию мирового уровня невозможно без лучших мировых технологий, без привлечения лучших команд, работающих в области высоких технологий: инженерных центров, стартапов, научных коллективов, находящихся в высших учебных заведениях, институтах Российской академии наук. Для достижения целей по актуальным задачам ОДК нам важно аккумулировать лучшие ресурсы и лучшие технологии.

Вместе с Центром НТИ СПбПУ, командой Алексея Ивановича Боровкова, мы создаем первый в отрасли двигателестроения цифровой двойник. У ОДК есть опыт применения цифровых технологий, методов численного моделирования, выполнения работ по виртуализации газотурбинных двигателей. Уже 11 лет мы функционируем на рынке и объединяем фактически все предприятия и организации, которые работают в сфере проектирования, изготовления и послепродажного обслуживания и ремонта газотурбинных двигателей. На начало 1990-х годов пришелся бум развития вычислительной техники, численных методов, решения задач газовой динамики, прочности, первых математических моделей. В настоящее время идет дальнейшее развитие, от простого мы переходим к более сложному. Цифровой двойник – это уже не просто совокупность математических моделей, которые позволяют выполнить методологические

исследования либо численное моделирование в процессе разработки, но и возможность определить, почему мы получили тот или иной результат. Сегодня это реальная технология создания современных конкурентоспособных изделий в заданные

сроки и в рамках выделенного финансирования. На самом начальном этапе проекта мы ориентируемся на решение таких серьезных задач, как себестоимость изготовления продукции и стоимость жизненного цикла, и целевые показатели становятся основой опытно-конструкторской работы, а не определяются эмпирически уже по результатам вывода продукции на рынок.



сегодня мы уже можем говорить о том, что Объединенная двигателестроительная корпорация предлага-

ет своим заказчикам газотурбинный двигатель с определенной стоимостью эксплуатации и обслуживания продукта на каждом этапе его жизненного цикла. Без цифровых технологий сделать это было бы невозможно.

Ожидается, что внедрение технологии цифровых двойников в совокупности с другими лучшими технологиями, имеющимися на рынке, позволит обеспечить сокращение сроков вывода на рынок новых продуктов до 5 лет с момента формирования технического задания и технических требований на продукт, а также проведение работы по модернизации существующих изделий в сроки, не превышающие 2 года. Это амбициозная задача, фактически говорящая о том, что нужно

стать вдвое эффективнее, чтобы удовлетворять потребности заказчика. К примеру, в смежных областях автомобилестроения такие результаты уже достижимы. Уверены, что применение новых технологий – и в первую очередь технологии циф-

ровых двойников – позволит и нам достичь аналогичных результатов.

В контексте национального проекта «Цифровая экономика» определена задача выхода на глобальный рынок и соответствие мировому уровню продукции. Безусловно, не поставив перед собой таких амбициозных задач, невозможно даже говорить о создании современных газотурбинных двигателей, современных изделий. Глобальный рынок и те требования, которые предъявляются заказчиком к продукции,

обуславливают необходимость применения лучших технологических решений при создании такой продукции.

Мы отдаем себе отчет в том, что не все зависит от технологий, не все зависит от математических моделей. Многие зависят от тех консолидированных усилий, которые прилагаются органами федеральной власти, Министерством промышленности и торговли России, государственной корпорации «Ростех», специалистами предприятий ОДК к продвижению продуктов на мировой рынок. Эта задача существенно сложнее, чем применение цифровых технологий. Однако без цифровой трансформации производственных процессов, без применения лучших цифровых технологий все эти усилия не будут подкреплены конкурентоспособным продуктом. Это комплексная задача.

Глобальному рынку предлагаются новые изделия, которые по своим характеристикам не уступают тем продуктам, которые выведены сегодня на мировой рынок. В первую очередь это двигатель ПД-14 для семейства самолетов МС-21-300, который может быть предложен внешнему рынку, и, конечно, такая работа ведется. Кроме того, закладывается новое изделие в классе тяги 35 тонн – продукт, который может быть востребован не только для совместного российско-китайского самолета CRJ929, но и на внутреннем рынке.

Нельзя не сказать о тех новых проектах, которые были анонсированы в рамках МАКС-2019: газотурбинные двигатели ВК-650В и ВК-1600В для вертолетов Ка-226 и Ка-62, позволяющие нам конкурировать с нашими партнерами в другом проекте – компанией «Safran».

Достигнуты серьезные результаты в области разработки промышленных двигателей: это двигатели с

малоэмиссионными камерами сгорания ПС-90ГП-25М и ПС-90ГП-2-16М. Не так давно эти продукты были представлены на форуме в Санкт-Петербурге. В рамках национального проекта «Экология» Объединенной двигателестроительной корпорацией решается задача, направленная на появление на рынке промышленных газотурбинных двигателей, которые будут отвечать самым высоким экологическим требованиям.

Есть и другой сегмент рынка, традиционный для наших заказчиков в Китае и Индии, и в этом направлении тоже имеются серьезные предложения нашим потенциальным заказчикам.

Часто ОДК ставят в пример как корпорацию, где динамично развиваются передовые производственные технологии, запущен процесс цифровой трансформации, создается «Умная» Фабрика Будущего, анонсирован запуск корпоративного акселератора. Какой видит себя ОДК в 2024 году, на контрольном этапе национального проекта «Цифровая экономика»? На определенном этапе становления корпорации удалось решить задачу создания единого информационного пространства: все предприятия ОДК работают в единой корпоративной стандартизированной информационной среде. Реализована и внедрена как корпоративный стандарт система управления знаниями. Доступ к существующим формализованным знаниям предоставляется всем работникам корпорации из любой точки РФ, где располагаются предприятия ОДК. Кроме того, реализованы возможности, которые позволяют формализовать неформализованные знания – через общение специалистов, работающих по тому или иному проекту, с экспертным сообществом. Каждый работник знает, к какому эксперту можно обратиться с вопросами по конкретным направлениям деятельности ОДК, в том числе по цифровым технологиям.

В ОДК есть единая платформа управления конфигурацией газотурбинных двигателей – это тоже

серьезное достижение, которое позволяет предприятиям, входящим в ОДК, работать со стандартизованными математическими моделями. Это снимает трудности при принятии решения – разместить изготовление деталей, разработанных, например, в Санкт-Петербурге, на производственных площадках в Уфе или в Москве.

От совместной работы с СПБПУ ожидаем, что внедрение новых технологий и лучших практик позволит поднять на новый уровень решение такой задачи, как управление требованиями, понимая, что внедрение этих технологий потребует от нас быстрых изменений. Это коснется конфигурирования системы управления проектами на уровне руководителей программ и команд, управляющих программами, и позволит структурировать, систематизировать управление требованиями на этапе конструкторских работ. При этом важно минимизировать «человеческий фактор» – один из определяющих рисков, поэтому необходимо иметь инструменты, позволяющие эти риски значительно сократить.

Суммируя все сказанное, вижу Объединенную двигателестроительную корпорацию к 2024 году реализовавшей все запущенные инициативы, успешно освоившей все инструменты повышения эффективности – и не остановившейся на достигнутом. Убежден, что люди – это наше все, и необходимо сделать так, чтобы команда, работающая над проектом, результатом которого будет являться глобально конкурентоспособный продукт, была обеспечена самыми современными мировыми технологиями. Технологии развиваются огромными темпами, – а значит, и ОДК будет постоянно развиваться

27.02.2020, на основе интервью Центру компьютерного инжиниринга (fea.ru)

<http://fea.ru/news/7250>

# АРХИТЕКТУРА ЦИФРОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

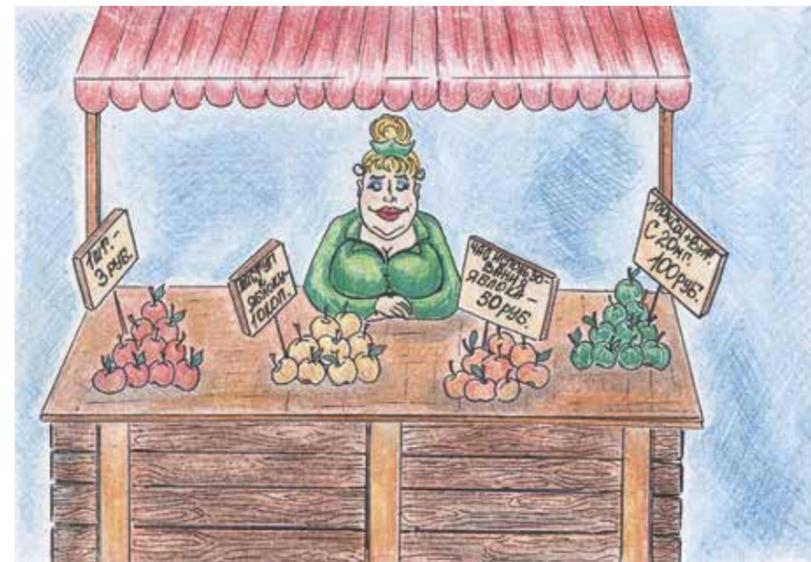
ДМИТРИЙ ИВАНОВ, директор по инновационному развитию ПАО «ОДК-Сатурн», член рабочей группы «Цифровая промышленность» АНО «Цифровая экономика», заместитель руководителя РГ «Технет» НТИ

Рабочая группа «Цифровая промышленность» создана Министерством промышленности и торговли совместно с АНО «Цифровая экономика» в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 2 марта 2019 года № 234 «О системе управления реализацией национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации», является экспертно-консультационным органом для осуществления регулярного и всестороннего анализа потребностей промышленности в области цифровизации, мониторинга хода реализации национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» в части промышленности, верификации лучших отечественных и зарубежных практик в сфере цифровизации и их распространения и поддержки в средствах массовой коммуникации. Соруководителем группы от государства стал заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации Олег Бочаров, соруководителями от бизнеса – директор по особым поручениям ГК «Ростех» Василий Бровка и первый заместитель генерального директора – директор Блока по развитию и международному бизнесу ГК «Росатом» Кирилл Комаров.

Одной из задач рабочей группы «Цифровая промышленность» было формирование референтной архитектуры ИТ-системы Цифрового предприятия к 2035 году и определе-

ние модели перехода, трансформации российской промышленности от текущего состояния до нашего, рабочей группы, идеалистического представления. Первая проблема, с которой столкнулись, – это то, что все участники процесса по-разному воспринимают термин «цифровое пред-

приятие»; очень немногие при этом рассматривают, какие возможности появляются у предприятий для изменения существующей бизнес-модели. Единицы из них рассматривают в качестве иницирующего процесса цифровой трансформации изменение бизнес-модели предприятия.



В своей основе, уже через «круг», дискуссия всегда возвращалась к набору неких ИТ-решений, которые надо срочно внедрить, в том числе и тех, которые весь мир вроде бы внедрил уже 20-30 лет назад. Речь идет о PLM, ERP, MES, и других системах. Это, безусловно, отражает разный уровень развития отечественных промышленных предприятий и их «отставание» от глобальных конкурентов. Отставание взято в кавычки потому, что, во-первых, хочется уйти от негативного оттенка этого слова, а во-вторых, и это важнее, не факт, что отсутствие тех или иных программных продуктов является отставанием, с точки зрения цифрового предприятия 2035.

«Что такое цифровая экономика? Чем она отличается от сегодняшней?» – на эти вопросы пришлось ответить всем участникам процесса. Важно отметить, что концепция цифровой экономики продолжает развиваться в связи с появлением новых технологий, которые профессиональное сообщество относит к разряду цифровых технологий. Она, безусловно, выходит за рамки электронной торговли и включает в себя ведение бизнеса, поддержание коммуникаций и предоставление услуг во всех отраслях, включая транспорт, финансовые услуги, производство, образование, здравоохранение, сельское хозяйство, розничную торговлю, средства мас-

совой информации и индустрию развлечений. По данным Всемирного экономического форума, цифровая экономика пронизывает все аспекты общества, включая характер взаимодействия людей между собой, экономику, навыки, необходимые для получения хорошей работы, и даже процесс принятия политических решений. Всемирный банк предложил следующее определение: «Цифровая экономика – это новая парадигма ускоренного экономического развития, основанная на обмене данными в режиме реального времени». Мне кажется, более подходящим такое определение, что цифровая – это экономика, способная к самооптимизации без непосредственного участия человека в этом процессе. Если взять за основу это определение, то процесс формирования целевой архитектуры идет по другому пути. Для начала нам придется исключить из этого процесса человека. Здесь, скорее всего, придется попрощаться со многими информационными системами, используемыми на предприятиях, так как они предназначены в своей основе

для информационной поддержки принятия решения человеком. При этом процессы, закрываемые этими системами, могут оставаться. Например, процесс распределение работ останется, но управляться он будет не мастером участка с помощью сменно-суточного задания, а между гибкими производственными ячейками программно-аппаратным комплексом.

Далее необходимо разъяснить, что понимается под понятием «умное производство». Майкл Портер совместно с Джеймсом Хаппельманом в своей статье в HBR «Революция в конкуренции» определяют, что «умная техника» умеет: мониторить свое состояние, управлять своим состоянием, оптимизировать свое состояние, и наконец, может это делать автономно. Приняв за основу, что любое производство состоит из объектов, процессов, которые связывают эти объекты, и системы, которая так управляет взаимодействием между объектами и процессами, чтобы обеспечивать заказчику предоставление ценности необходимой ему в конкретный момент времени, то можно прийти к следующей матрице объясняющей «умное производство» (Рисунок 1).

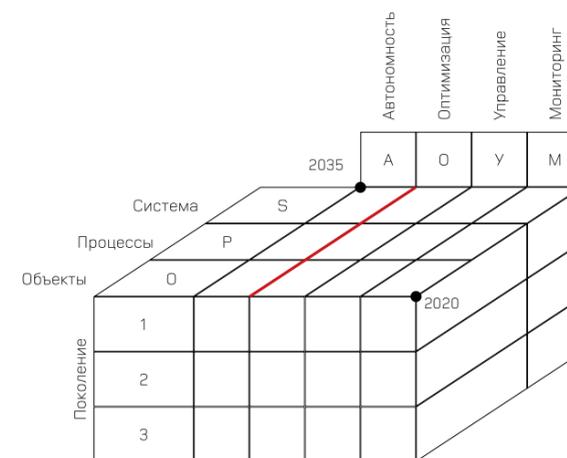


Рисунок 1. Умное производство. Куб «цифровизации»

Для формирования «умного производства» необходимо, чтобы каждый объект (станок, приспособление, инструмент), каждый процесс (технология) и система, как совокупность

первых двух, имела мониторинг, т.е. могла определять свое текущее состояние (положение в пространстве, температуру, вибрации, потребление чего-либо и т.д.). На основании мониторинга объект (процесс, система) мог бы управлять своим состоянием (т.е. изменять измеряемые характеристики в полном объеме), оптимизировать свое состояние с помощью управления, на основании данных мониторинга, и наконец, делать это все без участия человека, т.е. автономно. Для формирования третьей оси введем понятие «поколение», так как станки и тридцать лет назад имели примитивные системы мониторинга, но их нельзя сравнивать с современным оборудованием, контролирующим тысячи параметров. Попробовав «закрасить» каждый из

что вам необходимо приобрести или разработать. Понятно, что чем ближе вы к красной черте (черта автономизации), тем тяжелее вам будет приобрести какое-либо новое решение, тем дороже оно будет, потому что именно этот уровень определит теперь возможности (конкурентоспособность) вашего производства.

Возникает естественный вопрос: «О каких решениях идет речь»? Фактически, они должны наделять наши продукты или производственные системы разумом. Ну, хорошо, если не разумом, то хотя бы способностью принимать решения на основании потока данных. Как правило, подобный класс решений называется цифровым двойником, фактически – это набор сложных физико-математических моделей, которые могут

изменение совпадало с вашими целями. Скептики уверяют, что это просто хайп, а на самом деле системы с подобным функционалом создавались еще раньше, вспомним, что первые роторно-конвейерные линии были разработаны проф. Кошкиным Л. Н. в 1944 году. При этом нельзя упускать из вида, что данный тип систем предназначен только для «жестких» массовых производств, которые почти не поддаются переналадке при переходе на выпуск другого изделия. Ключевое же требование умного производства – это сохранение требуемого уровня качества и скорости производства, вне зависимости от выпускаемого продукта и объемов его производства, т.е. его «гибкость». Фактически ставится задача производить персона-



«квадратиков», при наличии на вашем предприятии тех или иных возможностей, можно понять уровень готовности вашего производства к тому, чтобы стать «умным». Собственно, все незакрашенные области, это то,

с высокой степенью адекватности моделировать состояние системы, тем самым в любой момент времени можно смоделировать, как дальше будет развиваться состояние системы и, что нужно сделать, чтобы это

лизованный продукт с качеством и стоимостью серийного продукта. Пытаясь решить эту задачу, мы через несколько итераций сформировали следующее представление целевой архитектуры (Рисунок 2):

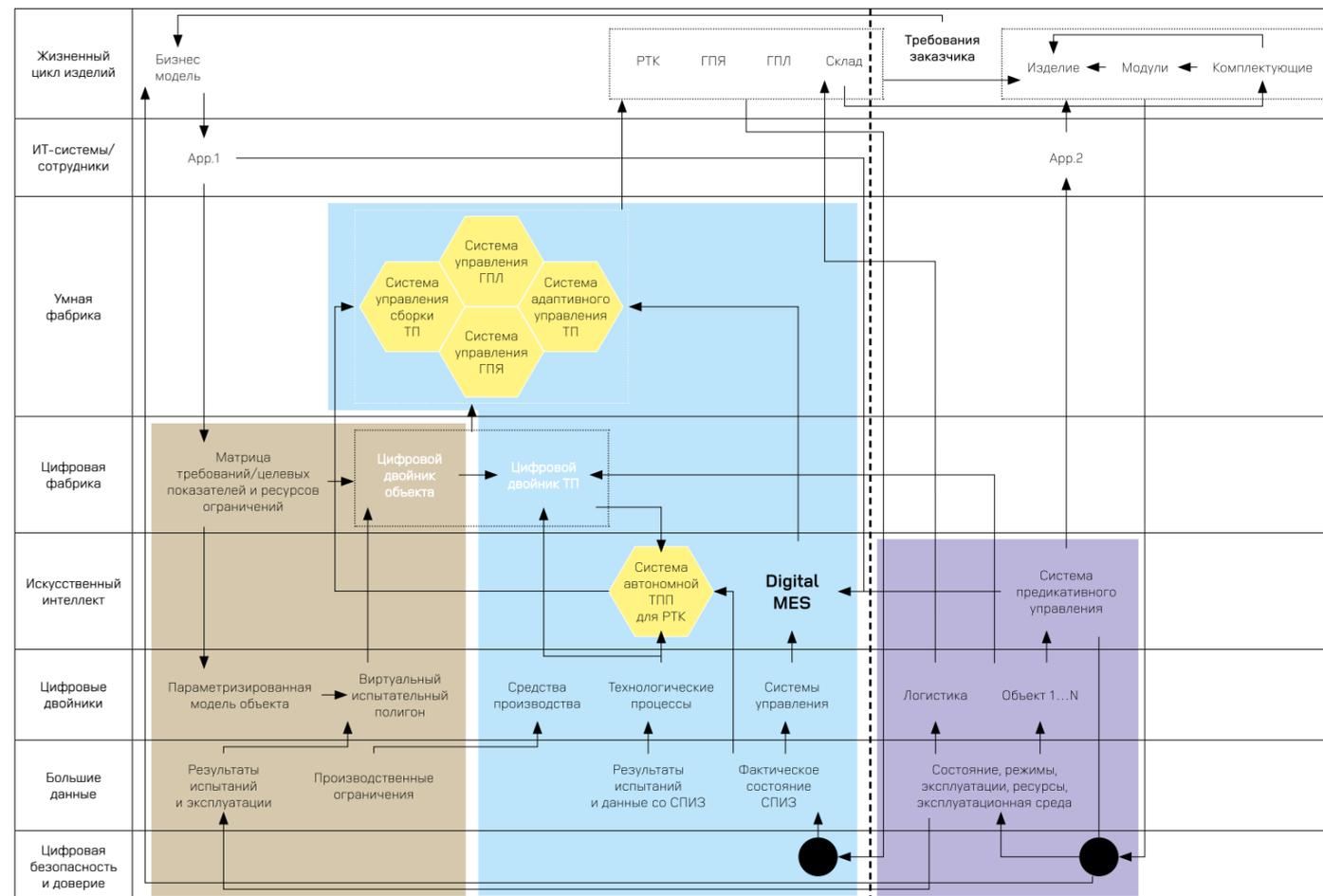


Рисунок 2. Проект архитектуры ИТ системы Цифрового производства

**1.** Ключевое требование к формируемой архитектуре – доверие и безопасность, это основа формируемой системы, что связано с большим объемом данных, которые человек уже не в состоянии проверить и проконтролировать их сохранность, соответственно это должна обеспечить система, которой заказчик сможет доверять.

**2.** Система обеспечивает бесшовную передачу данных и взаимодействие отдельных программных модулей и алгоритмов на всем жизненном цикле изделий. При этом если мы принимаем, что умное производство производит умный продукт, то это условие распространяется на всю эксплуатацию, включая утилизацию продукта. Фактически, это означает, что разработчик, производитель и эксплуатант (заказчик) действуют в единой информационной системе. Это верхний уровень (слой) схемы.

**3.** Слой данных, банки данных могут быть распределенными, но их ключевое свойство, что любой компонент системы может быть поставщиком данных и их пользователем (как при этом обеспечивать конфиденциальность и достоверность данных – открытый вопрос к слою «безопасность»).

**4.** Ключевой слой – слой «цифровых двойников». Возможно, это не самое корректное название, так как умный «цифровой двойник» все-таки – совокупность физико-математических моделей, алгоритмов, больших данных, и они выделены на схеме цветными блоками.

**5.** Следующий – это слой искусственного интеллекта. Допускаю, что многие предложат объединить его со слоем «цифровых двойников», но мне представляется, что это слой для программного обеспечения, реализующего алгоритмы ИИ, и не основанный на физико-ма-

тематических-моделях, а основанный, например, на нейронных сетях. Собственно задача этого слоя – принимать решения, управлять системой.

**6.** Слой «Цифровая фабрика» достаточно условен. На нем размещаются компоненты, обеспечивающие основу, каркас для «цифровых двойников» и создаваемых на их основе продуктов.

**7.** Слой «Умная фабрика» – это размещение аппаратно-программных систем на цеховом полу и их связь с управляющими системами и автономными алгоритмами.

**8.** Слой ИТ-систем обеспечивает интерфейс взаимодействия между человеком и киберфизическими системами. Как с точки зрения управления (а фактически программирования), так и с точки зрения разработки.

В дальнейшем, каждый слой получил набор каких-то типовых

решений, который закрывает ту или иную функциональность. Надо сразу сказать, что на тот момент времени, когда данная статья увидит свет, возможно, эта схема поменяется, так как блоки, составляющие эту систему, сначала представляют наше видение на этапе проектирования, а потом начинают трансформироваться в реальные системы, уже с другими взаимосвязями и функциональной насыщенностью.

Представленный проект целевой архитектуры – это некое идеальное представление ИТ-системы Цифрового предприятия, при этом всем понятно, что доля наследования от существующих информационных систем еще долгое время будет очень существенная, поэтому мы будем каждый раз сталкиваться с неким гибридом, полученным после реализации программ цифровой трансформации реальных производств.

Исследования различных концепций, таких как «Сервитизация», «переход от продукта к услугам», «системы продукт-услуга» и т.д. Недавние исследования показывают, чтобы преуспеть в этом преобразовании, компания должна не только адаптировать свое предложение от продукто-центричного к системе продукт-услуга, но также изменить бизнес-модель.

Очень мало исследований пытаются провести анализ схем таких бизнес-моделей, определить соответствующие функции / переменные, а также определить типичные конфигурации таких функций / переменных согласно различным характеристикам сервисно-продуктовых систем. Наиболее интересным мне показалось исследование, итоги которого изложены в статье «Типология структурированной бизнес-модели для систем «продукт-услуга» в секторе средств производства».

А это невозможно без перехода на цифровые двойники, так как только они могут обеспечить релевантный уровень сервиса и экономики при таких бизнес-моделях.

Но как перейти от одной бизнес-модели к другой с учетом имеющегося наследия – вопрос отдельной работы. Пока что необходимо завершить формирование онтологии, фундаментальных принципов «Цифрового предприятия».

Сегодня оно у каждого свое. Скорее всего, даже после формирования онтологии «Цифрового предприятия» и на его основе – глоссария, в дальнейшем рабочая группа столкнется с тем, что попытается описать некое будущее (2035 / 2055), «идеальное» состояние, которое будет проектироваться исходя из имеющихся технологических трендов и отдельных «фрагментарных» кейсов внедрения отдельных технологических элементов. Поэтому речь из-



Рисунок 3. Типы бизнес-моделей

Но ключевым вопросом при формировании целевой модели Цифрового предприятия является вопрос – под какую бизнес-модель формируется новая архитектура. Ведь для существующих бизнес-моделей достаточно сегодняшнего уровня информатизации и автоматизации. Практически все существующие рынки достигли предела покупательской способности и конкуренции.

В какую бизнес-модель смещает нас цифровая трансформация?

Этот переход обсуждается в литературе с 90-х годов. Проводи-

Авторы по итогам исследования предлагают несколько типовых моделей, две из которых (Рисунок 3) соответствуют наиболее распространенным сегодня на производствах, а три – это уже модели для «Цифровых предприятий». Как раз для того, чтобы продавать не продукт, а результат его работы или время его работы, и требуется переход от массового обслуживания массового продукта на основе регламента к индивидуальному обслуживанию персонализированного продукта на основе «предсказательных» моделей.

начально идет о неких вариативных представлениях об ИТ-архитектуре, и попытка «зафиксировать» в качестве стандарта какую-либо модель до того, как она будет успешно внедрена и докажет свою состоятельность в качестве конкурентного преимущества на глобальном рынке, окажет обратное, т.е. негативное влияние на российскую промышленность в целом.

Материал данной статьи основан на результатах обсуждений в рабочей группе «Цифровая промышленность» в 2019-2020 годах.

# ПРОЕКТ «ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИНСТРУМЕНТА»

В последнее время понятия «цифровизация», «цифровые платформы», «цифровое производство», «цифровая экономика» активно внедряются в различные сферы деятельности человека, в особенности данные понятия, и связанные с их развитием направления, актуальны для высокотехнологичных, наукоемких производств, каким является авиадвигателестроение.



АНДРЕЙ КОРЯЖКИН, генеральный директор ЗАО «Новые инструментальные решения», д-р техн. наук

вательное отслеживание изменения состояния изделия с момента его проектирования и создания до окончания использования и утилизации. Каждое из этих изменений соответствует определенному процессу: формирование требований к изделию или его заказ, проектирование изделия, производство опытной партии, испытание в условиях серийного производства, утверждение конструкции, производство серийной партии, серийная эксплуатация и ее сопровождение, вывод из эксплуатации и утилизация. Очевидно, что все эти процессы осуществляются различными субъектами, а именно конструкторскими и технологическими отделами, производственными и вспомогательными подразделениями, внешними контрагентами. Несовершенство взаимодействия или его полное отсутствие между участниками процесса снижает эффект от применения изделия и заставляет потребителя и поставщика задуматься о совершенствовании концепции совместного взаимодействия, с тем чтобы создавать изделия с характеристиками, соответствующими современным условиям и требованиям, а также поддерживать их характеристики на протяжении всего жизненного цикла.

При этом понятие «жизненный цикл» может быть разделено на две составляющие:

1. Реализация и обеспечение жизненного цикла изделия, включа-

Реализация «цифровых» проектов позволяет существенно сократить затраты на внедрение и изготовление различных видов продукции, оптимизировать их конструкцию, настраивать параметры производственной системы исходя из непрерывно изменяющихся внешних факторов,

способствует устранению «узких» мест, многократно увеличивает возможность проведения оперативного анализа производственных и вспомогательных процессов с повышением уровня их гибкости.

Понятие «жизненный цикл» в общем случае подразумевает последо-

ющие в себя такие этапы, как проектирование, ТПП, производство, эксплуатацию и утилизацию.

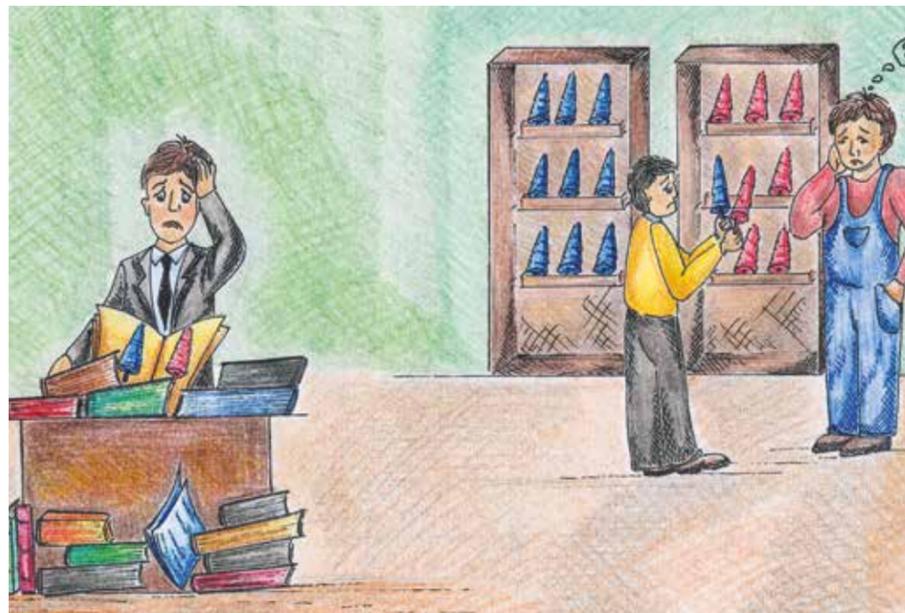
2. Управление жизненным циклом изделия, включающее управленческую деятельность на всех стадиях и этапах движения изделия. Причем речь в данном случае идет не только о непосредственном управлении движением изделия, но и об управлении его характеристиками.

**Изделие в данном случае может рассматриваться в двух контекстах:**

1. Как совокупный объем информации об объекте (конструкторская и технологическая документация, результаты контроля и протоколы замеров, акты приемки и списания, маршруты движения и т.д.);

2. Как физический объект.

Цифровая платформа жизненного цикла изделия, в нашем случае инструмента, является еще одним кирпичиком в основе создания цифрового или умного производства. Согласно сложившейся терминологии представленная концепция полностью соответствует «техно-



Первоначально, рассматривая данный проект можно ошибочно предположить, что он является относительно простым в реализации, ведь не так сложно проследить движение какого-то конкретного инструмента, в виде сверла, фрезы или метчика внутри производственного подразделения, собрать и обобщить данные о его движении. Однако при более детальном рассмотрении проекта становится, очевидно, что решаемая задача гораздо шире и охваты-

ства, сформировавшийся уровень знаний и навыков, определенные механизмы и алгоритмы действий. Реализовывая проект необходимо объединить все процессы, затрагивающие режущий инструмент, на всех этапах его движения, начиная от выдачи заявки на его приобретение и заканчивая причинами списания, не упустив не одного звена. Ведь одной из важнейших задач в условиях PDM становится перевод мыслей, идей, опыта сотрудни-



Типовой маршрут движения инструмента

логии управления жизненным циклом изделия» или PLM (Product Life Management). Неотъемлемой частью PLM является совокупный объем информации об изделии или объекте, обозначаемый аббревиатурой PDM (Product Data Management) и отвечающий за сбор, хранение и управление данными об изделии.

вадет большое количество различных производственных процессов. Для более детального понимания проекта необходимо рассмотреть типовой маршрут движения инструмента.

Каждая ступень данного маршрута включает в себя определенную группу работников, программное обеспечение и программные сред-

ков в явные знания в виде оцифрованных документов, схем, чертежей и т.д.

Остановимся более подробно на некоторых основных звеньях маршрута движения инструмента по жизненному циклу в условиях настоящего времени. Так, в настоящее время при испытании и внедрении нового

инструмента в производственных подразделениях процесс осуществляется по нескольким основным схемам. Наиболее распространенная схема, когда технические специалисты предприятия потребителя инструмента (цеховые технологи и / или специалисты службы Главного технолога), в некоторых случаях с привлечением специалистов поставщика инструмента, на основании собственного опыта делают подбор из имеющихся в их распоряжении каталогов наиболее подходящего варианта инструмента. В данном случае качество выбора инструмента сильно зависит от квалификации конкретного исполнителя и во многих случаях далеко от оптимального. При этом расчет необходимого объема инструмента идет исходя из исторического факта в условиях пикового потребления для обеспечения непрерывности производственного процесса. В этот объем закладываются неснижаемые запасы на складах, транспортные и логистические запасы, необходимые для обеспечения непрерывности производственного процесса, запасы, связанные с неэффективными технологическими и бизнес-процессами. Фактически все производственные риски нивелируются с помощью завышенных объемов потребления инструмента.

В рамках второй схемы технический специалист использует существующие аналоги импортных онлайн-платформ, вводя условия обработки в границах элементарного случая, получая набор вариаций каталожного инструмента. Основными недостатками данной схемы являются то, что выбор инструмента по элементарным условиям, сформированным на базе

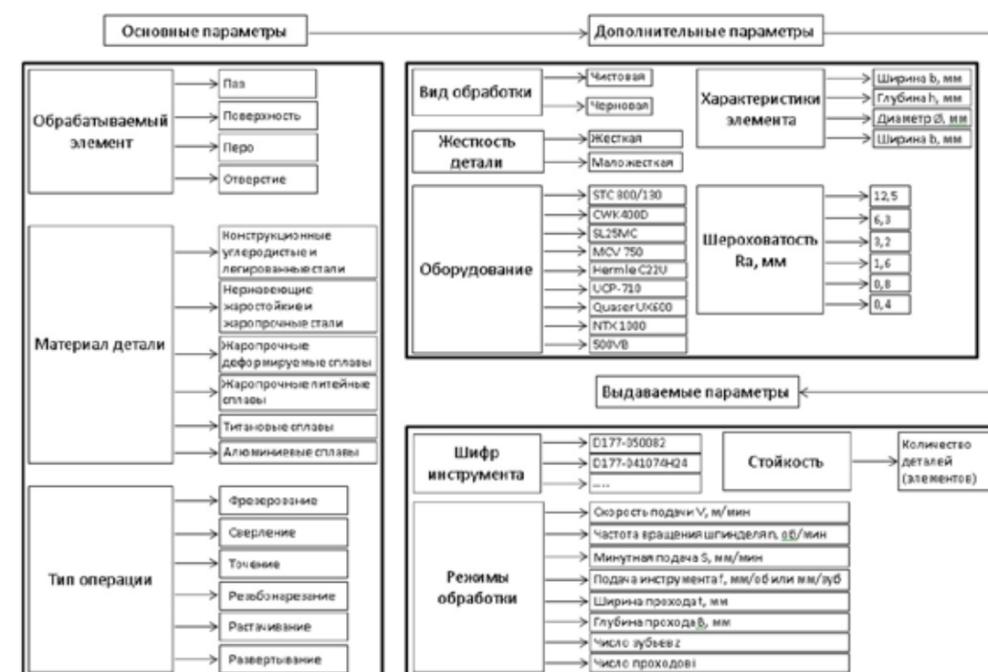
параметров, полученных при упрощенных экспериментах, не учитывающих специфику конкретного производства, в частности авиационного. Также следует отметить, что данные платформы создаются производителями инструмента исключительно для реализации собственной продукции, что исключает поиск и сравнение по параметрам цена-качество для инструментов, произведенных различными компаниями, в том числе отечественными. При этом объем необходимого инструмента рассчитывается по аналогии с первой схемой. Существенная разница элементарных условий обработки

и реальных по параметрам жесткости деталей, схемам обработки, обрабатываемым материалам приводит к выбору инструмента, параметры которого существенно отличаются от оптимального. Эксплуатация подобранного, по вышеописанным схемам, инструмента приводит к неэффективному использованию производственных ресурсов, а в некоторых случаях и к невозможности его использования, в результате чего появляются неликвиды.

Сопровождение инструмента в течение жизненного цикла осуществляется достаточно редко и, как

правило, в индивидуальном порядке. Причина этого кроется в первую очередь в сформированном годами механизме обращения с инструментом, а также несогласованности и отсутствии взаимной интеграции имеющегося программного обеспечения, примером в данном случае может служить отсутствие взаимосвязи между программными продуктами для заказа инструмента и программами, отвечающими за его учет и распределение в производственных подразделениях.

Дополнительным сдерживающим фактором является то, что поставщик инструмента, в рамках проекта – ЗАО «НИР», поставляя инструмент в дальнейшем не получает отклика на поставленную продукцию, либо получает данный отклик с большим опозданием, исключая внедрение изменений по желаниям заказчика на ближайших партиях инструмента. Также вызывает сомнение и безусловная объективность получаемой информации, так как из-за накопления в ИРК инструмента из различных партий становится фактически невозможным отслеживание положительного или отрицательного эффекта от внедрения инструмента усовершенствован-



Предварительная архитектура базы данных и поискового ПО

ной конструкции или с улучшенными характеристиками. Обладая исчерпывающей информацией о произведенном инструменте, а именно его точностных и качественных параметрах, ЗАО «НИР» нуждается в обратной связи по стойкости инструмента, стабильности его выходных параметров, эффективности применения в условиях серийного производства. Данная информация позволит оперативно определять правильное

в цифровой платформе элементов, отвечающих за подбор, заказ, сопровождение, улучшение конструкции инструмента.

На сегодняшний день, в рамках подготовительных работ ПАО «ОДК-Сатурн» совместно с ЗАО «НИР» проведены опытно-технологические работы по определению типовых параметров инструмента, требуемых для обработки разных типов деталей, материалов, схем

Данное направление в обязательном порядке должно включать в себя следующие этапы:

- установка датчиков на инструмент и заготовку;
- настройка оборудования для фиксации данных с датчиков передающих информацию посредством сети Wi-Fi (Bluetooth);
- проведение экспериментов, с получением данных в режиме реального времени;

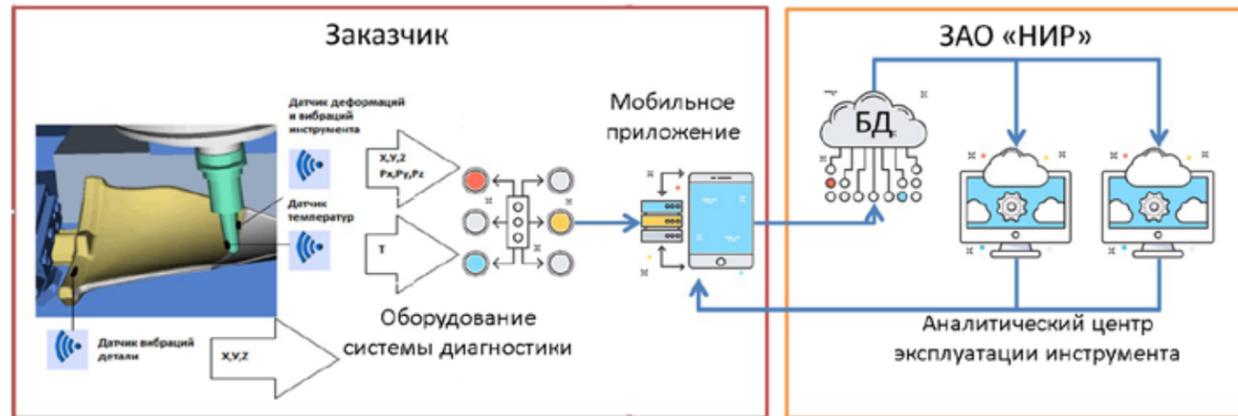


Схема взаимодействия и передачи данных в системе диагностики

направление совершенствования конструкции инструмента и его характеристик.

Таким образом, отсутствие сопровождения жизненного цикла с анализом эффективности работы инструмента усложняет процесс его совершенствования из-за отсутствия прямого оперативного диалога с поставщиком, сдерживает вектор взаимного инновационного развития, существенно увеличивает затраты на производство.

Реализация данного проекта является актуальной задачей, полностью отвечающей требованиям современного цифрового производственного пространства.

Предлагаемые решения позволят оцифровать и проанализировать весь жизненный цикл инструмента, накопить и эффективно использовать базы данных испытания инструмента, обладающие высокой долей достоверности в условиях авиадвигателестроения, исключить недостатки существующих методов его внедрения, за счет использования

обработки, проанализировано и структурировано в базу данных 12 % типовых вариаций системы инструмент-деталь.

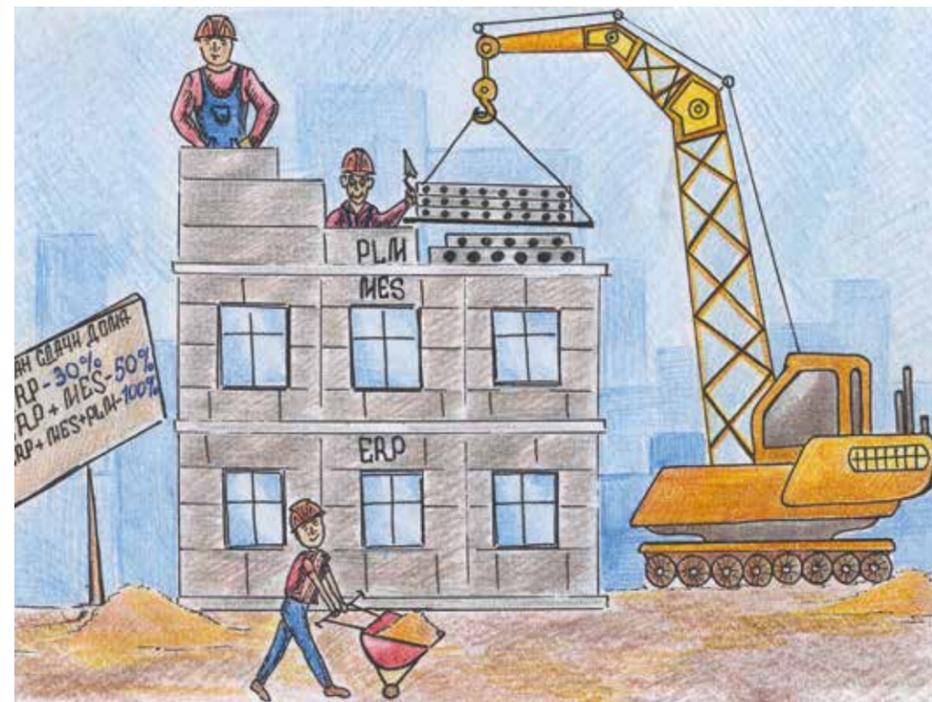
Также в стадии разработки находятся технические задания на элементы PDM и PLM систем с возможностью дальнейшей взаимной интеграции в пространство цифрового производства, постепенно наполняются базы данных по внедренному и испытанному инструменту с учетом максимально возможного набора входных и выходных параметров.

Дополнительно ведутся работы по созданию системы диагностики режущего инструмента, предназначенной для фиксации выходных характеристик процесса резания, таких как вибрации инструмента и заготовки; силы резания (метод пересчета фактический замер деформаций упруго элемента); температуру в зоне резания (метод пересчета фактический замер на инструменте в точке отдаленной на фиксированном расстоянии от режущей кромки).

- компиляция данных и передача на мобильные устройства;
- передача данных в облачное хранилище;
- анализ и обработка данных;
- выдача рекомендаций.

Полученный в результате апробации и внедрения массив данных позволит установить реальные параметры эксплуатации инструмента, а также впоследствии, создать систему адаптивной эксплуатации и математическое описание процесса резания.

Рассматривая любой проект, неизбежно возникает вопрос: «Что получат от его реализации участники проекта, а именно ПАО «ОДК-Сатурн» и ЗАО «НИР»? Преимущества для обеих сторон очевидны. Так ПАО «ОДК-Сатурн» получит эффективную систему управления режущим инструментом, исключая все паразитные и неэффективные звенья; прямой взаимовыгодный диалог с поставщиком инструмента, открывающий путь ускоренному инновационному развитию; повыше-



ние эффективности использования режущего инструмента; сокращение издержек производства. Для ЗАО «НИР» данный проект открывает широкие возможности по повышению качества продукции, внедрению

в производство инструмента новой или усовершенствованной конструкции, предоставление потребителям актуальной информации по возможности применения той или иной продуктовой линейки инструмента для

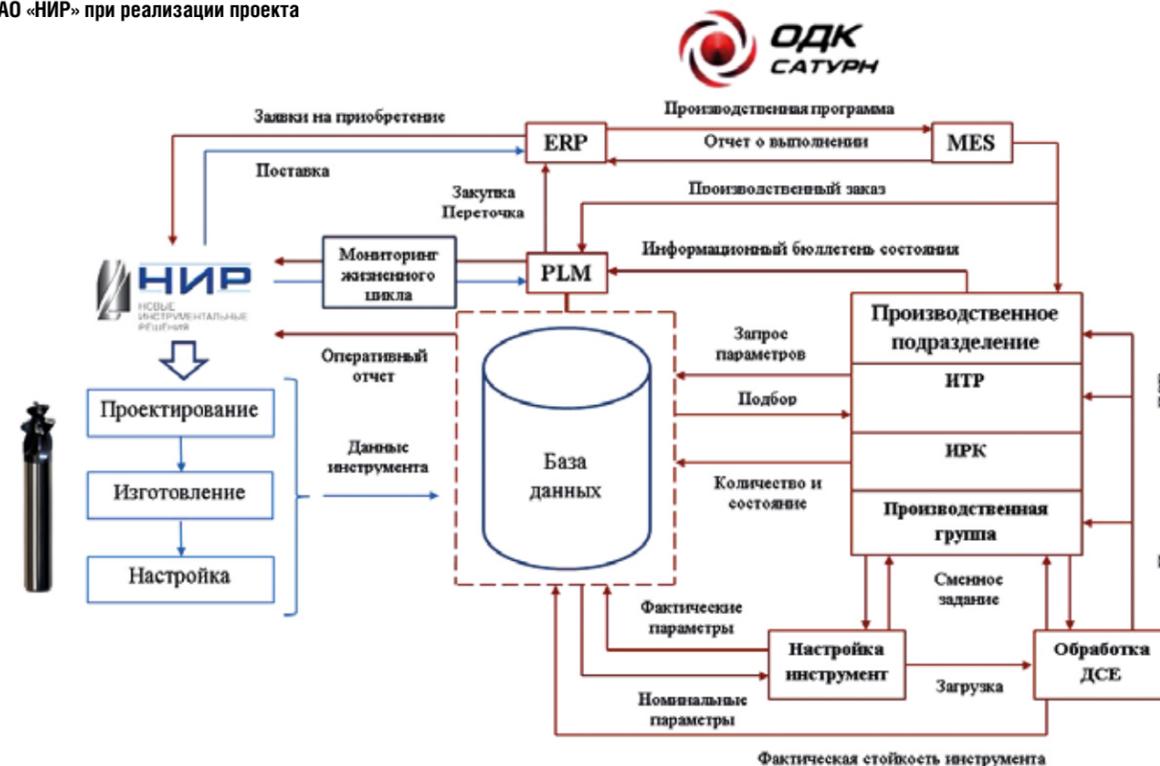
серийной обработки деталей в условиях авиадвигателестроения, расширения рынка сбыта.

Можно с уверенностью утверждать, что данный проект является по своему передовым и уникальным, так как направлен на обобщение имеющегося опыта обработки различных ДСЕ, на различном оборудовании с применением разнообразного режущего инструмента, аккумулированного на ПАО «ОДК-Сатурн» с опытом проектирования, изготовления и внедрения конкурентоспособного инструмента ЗАО «НИР».

В перспективе полученные результаты и положительный опыт внедрения могут быть распространены на других поставщиков инструмента, оснастки, оборудования, а также на предприятия входящие в структуру АО «ОДК».

Данные о мировых практиках внедрения подобных проектов указывают, что максимальный эффект от внедрения механизмов и принципов «умного» производства может быть достигнут только с внедрением PLM продуктов.

Блок-схема взаимодействия ПАО «ОДК-Сатурн» и ЗАО «НИР» при реализации проекта



# ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК В ПРОЕКТАХ САТУРНА

На протяжении двух крайних лет совместная команда предприятий ОДК, отраслевых институтов, технических университетов и инжиниринговых компаний проводила работу по определению стратегии управления жизненным циклом газотурбинных двигателей, основанной на технологии «Цифровой двойник». Ввиду того, что данная технология является сквозной и охватывает все стадии проекта от первых компоновок двигателя до его эксплуатации и технического обслуживания в составе объекта применения основной задачей было понять какие основные составляющие необходимы для реализации данного подхода. В 2018 году для решения данных вопросов была организована рабочая группа ОДК по проекту М47 «Развитие системы разработки. Развитие технологий проектирования», в которую вошли специалисты ИТ-подразделений и специалисты в области цифровых технологий проектирования.



**КИРИЛЛ ПЯТУНИН,**  
начальник конструкторского отдела систем инженерного анализа ПАО «ОДК-Сатурн»

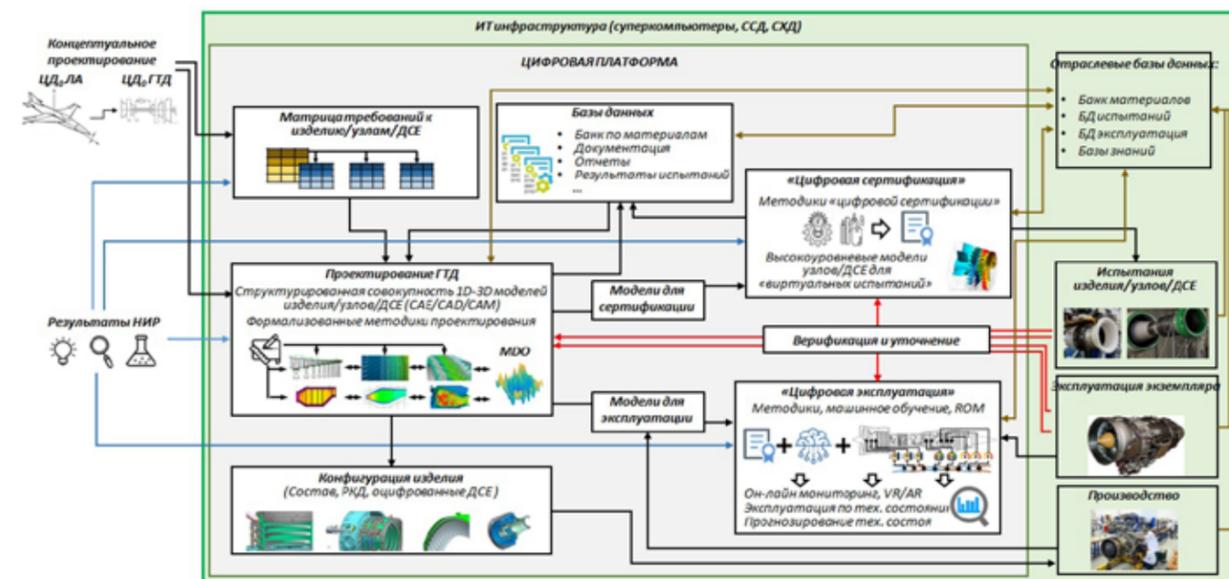
Первое с чем необходимо было определиться – это с используемой терминологией. В начале работы стало понятно, что термин «Цифровой двойник» понимается разными участниками по-разному, поэтому в основу данной методологии лег общий глоссарий, который фиксирует определения основных терминов, входящих в данную методологию, такие как «Цифровая модель», «Цифровой двойник объекта», «Цифровой двойник производства», «большие данные (Big Data)», «Умный цифровой двойник», «Цифровая тень», «Цифровая сертификация» и др.

Основной целью рабочей группы является подготовка фундамента к применению цифрового двойника

в качестве основного инструмента, подтверждающего достижение целевых параметров изделия на этапе разработки через систему управления требованиями. В отличие от традиционного подхода, где основным руководящим документом для разработки является Техническое задание, в новой системе работ появляется такой документ как Матрица целевых показателей и ограничений. По сути, этот документ является электронным техническим заданием на двигатель и имеет несколько уровней: от требований, предъявляемых к двигателю в целом, до требований к основным узлам, системам и отдельным деталям. Общее число требований, предъявляемых к газо-

турбинному двигателю может достигать нескольких тысяч. При этом выполнение требований по отдельным узлам и компонентам не гарантирует выполнение требований верхнего уровня, предъявляемых к силовой установке в целом. В данных условиях важную роль играет системная интеграция и системный инжиниринг, который позволяет главному конструктору на самой ранней стадии вносить изменения и избежать множества ошибок, которые могут возникнуть на более поздних этапах.

Не стоит забывать, что «Цифровой двойник», являясь понятием системным, охватывающим множество компонентов, должен максимально соответствовать реальному объекту.

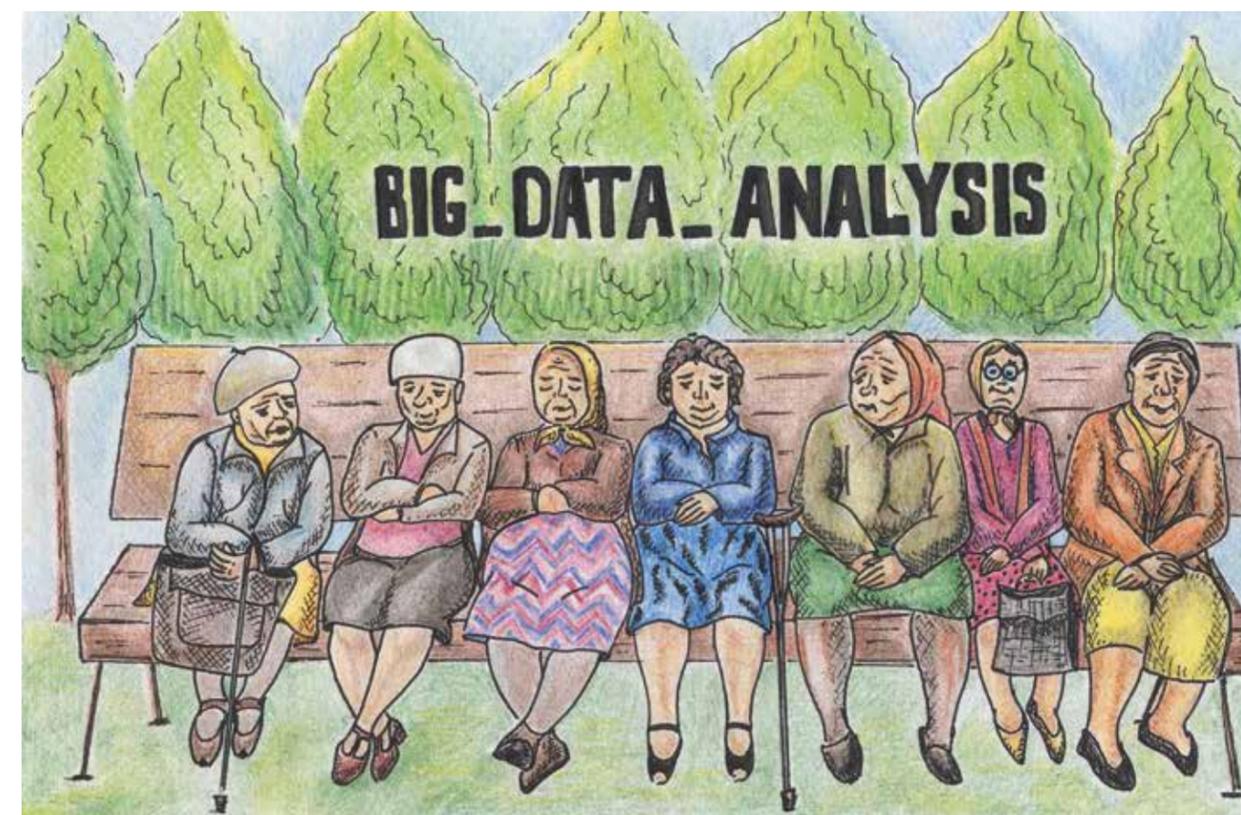


Структура цифрового двойника ГТД

Т.е. отдельные компоненты цифрового двойника, например такие как методы расчетов, должны пройти обязательную валидацию, верификацию и внутреннюю сертификацию на предприятии с целью достижения требуемой точности и подтверждения возможности их использования

для принятия технических решений. Это позволит создать необходимый фундамент для использования цифрового двойника как системы моделей, имеющих высокую точность. Для реализации данной цели в рабочей группе проекта М47 была организована отдельная подгруппа,

занимающаяся вопросами аудита методов проектирования и выработкой единых правил по валидации, верификации и внедрению методов цифрового моделирования на предприятиях ОДК. Не секрет, что каждое предприятие имеет собственные школы по разработке двигателей



и его узлов, многие из которых являются критическими компетенциями отдельных конструкторских бюро. Эти процессы неотъемлемо связаны с культурой применения расчетных методов и систем автоматизированного проектирования, которые развиваются с начала двухтысячных годов. Выявление лучших практик, выработка единых подходов и правил применения данных технологий позволят существенно снизить риски по недостижению проектных пара-

метра «Цифровая сертификация», целью которого является прохождение с первого раза всего комплекса натуральных, сертификационных, рейтинговых и прочих испытаний.

Некоторые предприятия ОДК уже приступили к реализации вышеуказанных подходов. В 2019 году пилотные проекты были реализованы в «ОДК-Климов» (по двигателю ТВ7-117СТ), в ПК «Салют» (по двигателю АИ222-25). ПАО «ОДК-Сатурн» реализует применение цифровых

технологий и сопровождение двигателей в эксплуатации. Реализация данных мероприятий за счет полной оцифровки жизненного цикла позволит предприятию перейти на новую бизнес-модель, в рамках которой заказчику поставляется не только двигатель, но и сервис по его использованию – контракт жизненного цикла.

Очень важно, когда отработка технологических инноваций подкрепляется организационными из-



метров изделий, снизить объемы и стоимость доводки, что особенно критично в условиях создания двигателей в кооперации предприятий.

Реализация поставленных целей по внедрению системы управления требованиями и использованием валидированных методик при разработке двигателей делает возможной реализацию на практике специализированного бизнес-про-

цесса «Цифровая сертификация», целью которого является прохождение с первого раза всего комплекса натуральных, сертификационных, рейтинговых и прочих испытаний. Некоторые предприятия ОДК уже приступили к реализации вышеуказанных подходов. В 2019 году пилотные проекты были реализованы в «ОДК-Климов» (по двигателю ТВ7-117СТ), в ПК «Салют» (по двигателю АИ222-25). ПАО «ОДК-Сатурн» реализует применение цифровых

технологий и сопровождение двигателей в эксплуатации. Реализация данных мероприятий за счет полной оцифровки жизненного цикла позволит предприятию перейти на новую бизнес-модель, в рамках которой заказчику поставляется не только двигатель, но и сервис по его использованию – контракт жизненного цикла. Очень важно, когда отработка технологических инноваций подкрепляется организационными из-

# ЦИФРОВИЗАЦИЯ. ПОДХОДЫ. ОЖИДАНИЯ. РЕЗУЛЬТАТЫ. ПЕРСПЕКТИВЫ

ПАО «ОДК-Сатурн, как и большинство крупных промышленных предприятий, связывает свое развитие с внедрением в операционную деятельность практически всего спектра новых цифровых технологий и субтехнологий. Наибольший интерес на текущий момент вызывают следующие цифровые технологии / направления:

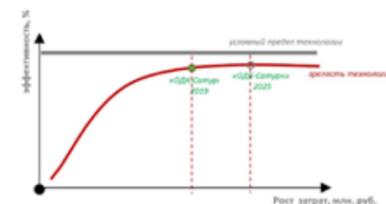
- Большие данные (BigData).
- Промышленный интернет вещей (Industrial Internet of Things, IIoT).
- Искусственный интеллект и машинное обучение (artificial intelligence and machine learning, AI / ML).
- Цифровое обучение (Learning Management System, LMS).
- Управление знаниями (Knowledge Management).
- Цифровые двойники (Digital Twin).
- Робототехника.
- Суперкомпьютерные вычисления.
- Электронный документооборот.
- Микросервисы.

Компания рассматривает применение цифровых решений как реальную возможность развития бизнеса за счет кардинального повышения производительности труда, изменения производственного уклада в производственных и управленческих процессах на всех уровнях управления.

Постепенное цифровое развитие ПАО «ОДК-Сатурн» за 2018-

ЕВГЕНИЙ АЛЕКСЕЕВ,  
директор по информационным технологиям ПАО «ОДК-Сатурн»

2019 годы выявило ряд барьеров технологического, административного и «человеческого» свойства. Технологические барьеры связаны не столько с недостаточным развитием в компании традиционных информационных систем и применяемых инженерных решений, а с достижением ими принципиального предела эффективности решения задач. Совершенствование таких технологий связано с существенными инвестициями в следующие 3-5 лет, а получаемый результат может не привести к ожидаемым существенным преимуществам (рис. 1).



Стоит отметить, что этап технического и информационного оснащения переступить нельзя, причем результаты третьей промышленной революции должны быть зафиксированы в реальных производственных процессах.

Административный барьер ярко проявляется в крупных компаниях, где количество административного аппарата значительно, и как следствие, скорость любых изменений, связанных с реинжинирингом процессов, низкая. При этом, если на уровне топ-менеджмента проекты



цифровизации однозначно поддерживают, видя в них источник роста, то в среднем звене менеджмента и на операционном уровне цифровые инициативы воспринимаются с опаской, а любые результаты воспринимаются незначительными. Преодоление данного барьера реализуется в компании за счет целенаправленного повышения цифровой грамотности сотрудников и развития внутри подразделений института цифровых групповых компетенций. Это особенно важно для сотрудников бизнес-подразделений, где зрелость процессов значительна, уровень автоматизации достаточно высокий, и переход к применению цифровых инструментов не должен вызывать скепсис.

Преодоление барьера, связанного с развитием человеческого капитала, который напрямую влияет на скорость и эффективность внедрения цифровых технологий, пожалуй, самая сложная задача.

Компания разделяет свою деятельность по развитию человеческого капитала на два направления:

- Повышение ИТ и цифровых навыков каждого сотрудника, где под сотрудниками ПАО «ОДК-Сатурн» подразумеваются не только действующие сотрудники, но и выпускники вузов, профессиональных училищ и даже школ.

Именно с компетенциями будущих работников, которые придут в компанию в следующие 10 лет, связана эффективность и устойчивость компании в будущем, а это значит, что мы обязаны развивать человеческий капитал «под себя» и за пределами организации.

- Выявление и фокусное развитие лидеров цифровой трансформации (Digital leader). Для успешной реализации цифровых инициатив необходимы сильные лидерские качества, обширные знания в области возможностей и ограничений цифровых технологий, знание сквозных бизнес-процессов компании, способности «в препятствиях – видеть новые возможности, а в сотрудниках – нераскрытый потенциал».

Свою цифровую трансформацию ПАО «ОДК-Сатурн» на текущем уровне зрелости видит в широком выявлении цифровых инициатив, особенно поступающих от бизнес-подразделений. В таблице приведены выполняемые в компании проекты / инициативы связанные с применением цифровых технологий.

Для реализации эффективного управления проектной деятельностью в рамках цифрового развития ПАО «ОДК-Сатурн» вводит условное разделение по следующим по типам проектов цифрового развития отно-



сительно бизнес-процессов в зоне охвата:

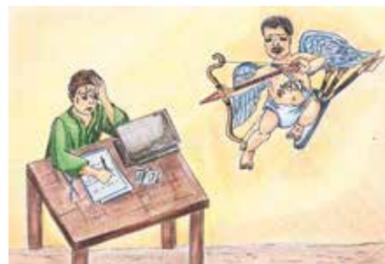
**Проекты цифровой трансформации.** Для проектов данной группы характерны:

- сильное развитие существующих бизнес-процессов с применением развитых информационных технологий и высокопроизводительной вычислительной архитектурой;

- наличие и доступность достаточного количества специалистов, занятых операционной деятельностью и имеющих устойчивые навыки использования ИТ;

- наличие не менее 60 % необходимых для успеха проекта кадровых ресурсов внутри компании;

- наличие нескольких развитых промышленных партнеров;



- наличие сильного партнера от профильного научного сообщества;

- возможность привлечения государственного финансирования.

Ярким примером является пакет проектов по созданию «Цифрового двойника ГТД», реализуемого в рамках АО «ОДК» в партнерстве с Санкт-Петербургским политехническим университетом.

**Проекты цифровой эволюции.** Для проектов данной группы характерны:

- потребность в существенном реинжиниринге действующих бизнес-процессов с применением информационных технологий;

- принципиальная готовность бизнес-заказчика к проведению изменений, но с неполным пониманием, как результаты трансформации скажутся на прямых результатах его труда;

- наличие нескольких предложений на рынке от потенциальных промышленных партнеров, но с ма-

лым портфелем успешных реализаций;

- необходимость первичного обучения;

- заинтересованность партнера в совместном развитии от профильного научного сообщества;

- возможность привлечения государственного софинансирования;

Ярким примером является пакет проектов по теме «Искусственного интеллекта и машинного обучения», реализуемого в рамках АО «ОДК» в партнерстве с Рыбинским государственным авиационным техническим университетом.

**Проекты цифровой революции.** Для проектов данной группы характерны:

- потребность в коренном пересмотре существующих в компании технических, организационных и информационных устоев;

- инициальная готовность бизнес-заказчика к проведению изменений, но с неполным пониманием, как результаты трансформации скажутся на прямых результатах его труда.

- наличие одного или нескольких предложений на рынке от потенциальных промышленных партнеров и стартапов;

- наличие профильного научного сообщества;

- реализация проекта исключительно через пилотное внедрение с высоким риском невозврата инвестиции;

- высокий риск разочарованности потенциального бизнес-заказчика в результатах пилотного внедрения;

Характерным примером является пакет проектов по теме «Виртуальная и дополненная реальность».

Введенная классификация носит условный характер и применяется для выбора способа управления проектом, его ограничениями и рисками, но имеет общий результат деятельности – В результате потребитель (внутренний или внешний) должен получать доступ к более продвинутым технологиям и сервисам, с существенным ростом качества потребления и ростом производительности труда.

## Основные реализуемые технологические решения ПАО «ОДК-Сатурн», в соответствии с программой «Цифровая экономика»:

Направления / Технологии	Реализуемое решение	Этап реализации
Большие данные	BI – сквозная бизнес-аналитика (Qlick Sense, APM Холдинг)	Опытно-промышленная эксплуатация
	Цифровые двойники ГТД	Реализация работ в рамках проектов АО «ОДК»
Промышленный интернет вещей	Система Удаленного мониторинга ГТД-110	Опытная эксплуатация
	АИС Диспетчер. Система мониторинга промышленного оборудования.	Промышленная эксплуатация
	Дистанционный контроль промышленной безопасности при помощи компонентов IoT. («Умный» цех)	Предпроектные работы
Искусственный интеллект, машинное обучение	Автоматический люмконтроль лопаток турбин с применением роботизированного комплекса.	Создание опытного образца
	Видеоаналитика по охране труда, технологической дисциплине.	Предпроектные работы
Технологии беспроводной связи	Удаленный доступ с мобильных систем для удаленных сотрудников.	В эксплуатации
Компоненты робототехники и сенсорики	Роботизированный комплекс по обработке лопаток	Промышленная эксплуатация
	Роботизированный комплекс на участке ЛЮМ-контроля	Создание опытного образца
Цифровое обучение	Система корпоративного дистанционного обучения (LMS) в приватном облаке	Запуск в промышленную эксплуатацию
Технологии командной работы	Корпоративный информационный портал.	В эксплуатации
	Унифицированные коммуникации командной работы при помощи распределенной видеосвязи. Закрытый и открытый контур.	Промышленная эксплуатация
Управление знаниями	Построение корпоративной системы управления знаниями	Масштабирование в рамках корпорации
Микросервисы	Переход на цифровые услуги. Электронная форма работы с клиентами отдела кадров.	Промышленная эксплуатация
	Цифровые услуги ИТ-поддержки пользователей холдинга АО «ОДК» Naumen Service Desk	Промышленная эксплуатация
Офисные роботы	Внедрение технологии офисных роботов (RPA) в рутинные процессы.	Закупка 3-х RPA, анализ процессов
Электронные архивы	Модуль «Архив дел изделий» в 1С Документооборот	Опытная эксплуатация
	Электронное дело изделий газотурбинного двигателя	Реализация проекта
	Роботизированный архивный комплекс дел изделий ГТД	Защита инвестиционного проекта
Электронные документы	Электронный внутренний Документооборот	Опытная эксплуатация
	Цифровое взаимодействие с контрагентами при помощи юридически значимого документооборота.	Реализация проекта
	АС ФЗД	Опытно-промышленная эксплуатация
Кадры для цифровой экономики	Запуск курсов по цифровизации в LMS	В эксплуатации
	Организация совместно с РГАТУ целевых курсов (BD, AI)	Идет обучение по группам
	Цифровая лаборатория (ОДК-Сатурн – РГАТУ)	Запуск проекта
Технологии виртуальной и дополненной реальности	Применение AR/VR при сборке агрегатов ГТД	Концептуальное проектирование
	Применение AR при обслуживании высокопроизводительного промышленного оборудования	Концептуальное проектирование
	Применение AR при сборке ГТД	Концептуальное проектирование

# РАЗУМНЫЕ ЗАВОДЫ

**АЛЕКСАНДР  
КАЛЕНТЬЕВ,**  
заместитель  
генерального  
директора  
АО «Национальная  
инжиниринговая  
корпорация»



## КАК УМНЕЮТ ДОМА?

В 1923 году швейцарский архитектор Ле Корбюзье писал, что здание – это «машина для жизни». Спустя век реальность вот-вот превзойдет метафору архитектора. Дома постепенно становятся умными машинами, которым можно доверить все, начиная от обеспечения безопасности до экономии электроэнергии. Речь идет не об «умном» доме, в котором чайник запускается

по щелчку со смартфона, а холодильник сам заказывает любимую еду хозяина. Будущее принадлежит умным зданиям (Smart Building), окутанным сетями из сенсоров и датчиков, которые в режиме реального времени контролируют температуру, потребление воды и электроэнергии, отслеживают показатели безопасности и многое другое. Слово вышедшие из рассказов футуристов самостоятельные здания – коммерческие, промышленные и жилые, – «думают» с помощью новых техно-

логий: Интернета вещей, искусственного интеллекта и больших данных.

Как это работает? Интернет вещей (internet of things, IoT) – это система связанных сетью объектов со встроенными датчиками и программного обеспечения, предназначенная для сбора и обмена информацией. Она характеризуется автономным режимом работы и возможностью удаленного контроля. К Интернету вещей относят сами устройства, которые вышли в сеть и взаимодействуют между собой; спо-

соб подключения машина-к-маchine (M2M), то есть без участия человека; и большие данные, которые генерируют устройства. Большие данные – одно из главных достоинств Интернета вещей. IoT-устройства зданий могут создавать огромные объемы различной информации: о температуре, составе возду-

солнечно за окном или пасмурно? День или ночь? А тепловеса на входе в здание реагирует на разницу наружной и внутренней температур.

Уже сейчас «умная» система управления зданием может настроить энергозатраты, выбросы CO<sub>2</sub>, максимизировать использование площади здания, спрогнози-

данные от приборов и датчиков в режиме реального времени и концентрирует их в значимую информацию. На уровне взаимосвязи система агрегирует данные от разрозненных систем датчиков и зданий в единый формат. Уровень логики содержит продукты IBM, которые и выполняющие аналитику и преобразуют данные



ха, энергозатратах, и состоянии оборудования, вроде лифтов. Информация от обширной сети датчиков формирует сложную картину и обрабатывается алгоритмом искусственного интеллекта, позволяющего оптимизировать эксплуатацию здания. При этом информация от датчиков поступает в режиме реального времени, поэтому smart-система гибко реагирует на любые изменения среды. Например, освещение в офисе подстраивается под уровень внешней освещенности:

ровать потенциальные проблемы и предоставить варианты их решения, предупредить об опасности, вроде пожара. Такое решение для умного здания – Intelligent Building Management предложила компания IBM. Пилотное внедрение системы прошло в кампусе корпорации в Рочестере. Это многоуровневая система.

Физический уровень – само здание. Поверх физического надстраивается аппаратный: система управления зданием, которая собирает

в легко воспринимаемую человеком информацию, например, графики. На основе этой информации менеджеры и инженеры могут принимать обоснованные решения для устранения проблем. Наконец, уровень визуализации представляет кросс-системную информацию на единой приборной панели.

Комбинация аккуратно уложенных алгоритмом данных от нескольких источников, дополненных бизнес-логикой позволяет по-новому взглянуть на управление зданием

и изменить работу системы.

### ЗАЧЕМ НАМ «РАЗУМНЫЕ» ЗДАНИЯ?

В первую очередь – «умные» здания экономят экологические и финансовые ресурсы. Ведь мы проводим в зданиях до 90 % своего времени: учимся, работаем, отдыхаем, совершаем покупки. Неудивительно, что здания потребляют 42 % мировой электроэнергии, составляющей до трети от общей стоимости содержания. А «умные» здания, по оценкам экспертов, способны существенно снизить стоимость своей эксплуатации: уменьшить на 40 % потребление энергии, на 30 % – использование воды и на 10-30 % расходы на обслуживание. Так, «умная» система отопления, вентиляции и кондиционирования ClevAir от SmartPlants проводила «проверку работоспособности» магазина IKEA и сообщая об ошибках в настройках внутренних контроллеров вентиляционной системы, давала рекомендации по установке нового оборудования, тем самым в долгосрочной перспективе сокращая дорогостоящие затраты на техническое обслуживание и замену техники. Всего лишь повлияв на работу вентиляции и отопления за полгода, магазину удалось снизить потребление тепла на 36 % и снизить общее энергопотребление на 25 %.

### А ЕСЛИ ПОУМНЕЮТ ЗАВОДЫ?

В глобальной концепции Интернета вещей выделяют также направление промышленного интернета вещей (Industrial Internet of Things, IIoT). В сфере производства есть похожая на IKEA история успеха, но уже у «умного» завода. На петербургском заводе «Техноинжиниринг» для создания теплового зонирования объекта (различные цехи производства требуют разных температур), установили более 500 датчиков и устройств, чтобы обеспечить удаленный контроль показате-

лей микроклимата в помещениях. Лишь за четыре месяца система IIoT позволила сэкономить на отоплении 48 % средств. Еще один пример – завод Mitsubishi Electric (г. Фукуяма), где процесс внедрения системы умного производства начался в 1997 году. Благодаря наличию цифровых средств контроля энергопотребления, в среднем затраты «умного» завода на электроэнергию сократились почти на треть. Помимо экономической выгоды снижение энергопотребления дает и экологический эффект, что особенно актуально в свете тренда устойчивого развития. Технология умных заводов также может позволить отслеживать состояние эколо-

гии рядом с производством: осуществлять контроль над показателями окружающей среды, таких как состав атмосферы, уровень загрязненности среды, влажности.

IIoT технологии позволяют сделать производство безопаснее. Например, с помощью датчиков концентраций вредных веществ. Так, на немецкой фабрике мороженого Langnese на производстве используют жидкий аммиак.

Для того, чтобы обезопасить сотрудников на заводе установили датчики, реагирующие на уровень аммиака. Когда концентрация вещества достигает критического значения система запускает аварийный сигнал, а работники получают уведомления.

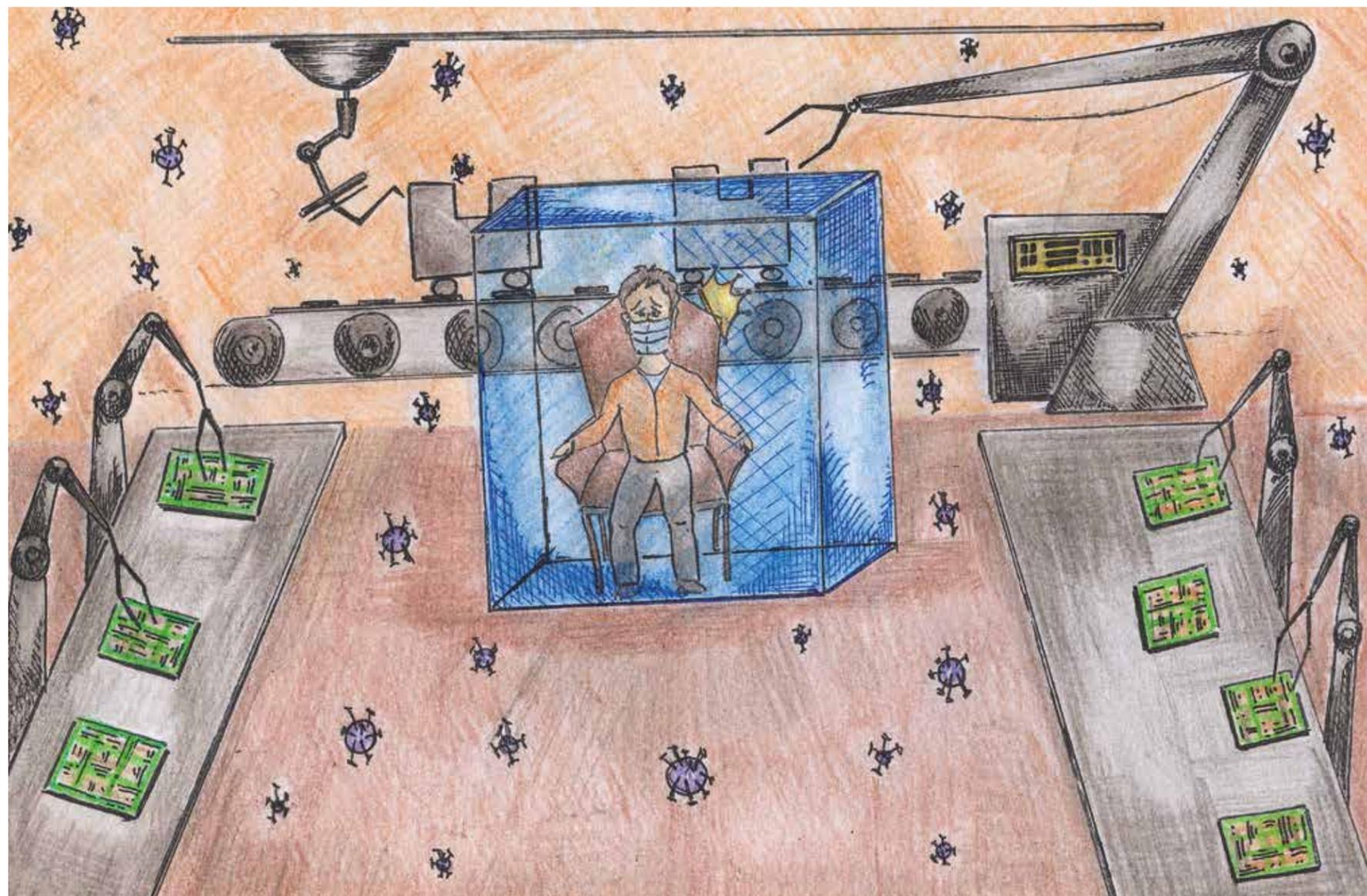
Наконец, эксперты отмечают, что развитие IIoT приведет к четвертой промышленной революции – Индустрии 4.0. После эпохи автоматизации отдельных машин и процессов мы приходим к объединению всех элементов производства в единую цифровую систему. Умное производство развивается сейчас в форме национальных инициатив в Германии, США, Эстонии, Японии. В России формированием концепции Интернета вещей занимается Национальная ассоциация участников рынка промышленного интернета (НАПИ), Ассоциация интернета вещей, Российская ассоциация интернета вещей. Дорожная карта разрабатывалась при участии «Фонда развития интернет-инициатив».

С чего начинается «умный завод»? На ключевые части оборудования точно так же, как в «умных» зданиях устанавливаются датчики, исполнительные механизмы, контроллеры и человеко-машинные интерфейсы. В эту сеть Индустриального Интернета вещей, словно в паутину, попадают объективные и точные данные о состоянии предприятия. Алгоритмический анализ огромного количества данных позволяет максимизировать производительность. Примером эффективности внедрения индустриального IIoT является компания Harley Davidson. У производителя мотоциклов существовала проблема: обработка запросов потребителей была мед-

ленной, а возможность индивидуализации 5 выпускаемых моделей, ограниченной. Проведя техническую реконструкцию рабочих площадок и установив на каждом производственном этапе датчики, контролируемые системой класса MES (*manufacturing execution system, система управления производственными процессами – специализированное прикладное программное обеспечение, предназначенное для решения задач синхронизации, координации, анализа и оптимизации выпуска продукции в рамках какого-либо производства.*), Harley Davidson сократила производственный цикл с 21 дня до 6 часов. При этом акционерная стоимость компании увеличилась в 7 раз.

Еще одно перспективное применение Индустриального Интернета вещей – создание цифрового двойника. Это компьютерная модель объекта, по поведению которой можно спрогнозировать поведение реального объекта. Российская компания «ОДК-Сатурн» в 2018 году начала работу над цифровым двойником производственного цеха, имитирующим реальный производственный цикл.

В виртуальной копии учтены расположение оборудования и соотношение ручных и автоматизированных процессов. Так же, за счет того, что разработчики подключили датчики и сенсоры аппаратуры цеха к сети, цифровой двойник постоянно подстраивается под реальный режим работы завода, и таким образом создается точная модель производства. Копия позволяет протестировать любое нововведение на производстве, смоделировать сценарии его течения и определить точный эффект от внедрения новшества, в то время как такие эксперименты «в реальности» слишком опасны и непредсказуемы. Кроме того, цифровой двойник позволяет контролировать реальное производство: технология рассчитывает рабочий цикл, затраты и сопоставляет их с имеющимися данными.



# К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

СМОЛЕНСКИЙ АЛЕКСАНДР,  
директор Департамента  
Искусственного Интеллекта  
ООО «Цифра».



Если Вы, уважаемый читатель, также, как и автор этой статьи ежемесячно просматриваете подборку публикаций о промышленных инновациях в российской или иностранной прессе, Вы, возможно, обратили внимание на следующую тенденцию – почти все материалы – это отчеты об успехах. Разбираются примеры успешных вендрений, описываются технологические новинки, коллеги делятся опытом и даже методологическими рекомендациями. Разбор ошибок и описание причин неудач на страницах уважаемых традиционных и интернет-изданий практически не встретишь. Причины этого кажутся понятными. Цифровизация или Индустрия 4.0 стартовали не так давно, а на начальных этапах принято делиться именно успехами и лишняя реклама, даже в профильных изданиях, точно не помешает. Однако, неудачи случаются, и они не так уж и редки.

Точной статистики нет, но в классическом ИТ, накопленный опыт по-

следних десятилетий говорит нам о том, что внедрения крупных информационных систем для автоматизации бизнес-процессов полностью успешны лишь в 20 % случаев. Мы же автоматизируем и оптимизируем процессы технологические, которые подчас гораздо сложнее. Давайте поговорим о том, как и почему этот опыт может быть неудачным.

Необходимо сразу уточнить, что приведенные здесь оценки и предположения субъективны и статистически не значимы. Они основаны на моем личном опыте и опыте десятка моих коллег, занимающихся цифровизацией промышленности все последние годы.

Во-первых, беглый анализ показал, что успешными считаются порядка 75 % проектов в области технологических инноваций и цифровизации. Это весьма высокий показатель. Его можно связать как со значи-

тельной поддержкой, которую оказывают внедрению новых технологий на всех уровнях, от руководства компаний до государства так и, в немалой степени, очарованием новых технологий, когда, потенциал и экономический эффект внедренной технологии помогает закрывать глаза на некоторое несовершенство ее реализации и необходимость дальнейшей доработки после изначального внедрения.

Тем не менее, около четверти всех инновационных проектов неуспешны. Почему так происходит? Нам

кажется, мы нашли причину объединяющую большинство неудач. Формулируется она следующим образом: «В абсолютном большинстве случаев инновационный проект, который потерпел неудачу изначально был выбран неправильно и не должен был быть реализован». Причем все специалисты, с которыми я обсуждал эту тему утверждают, что дело почти всегда не в технологиях. Инновационные проекты неуспешны по экономическим, организационным и даже политическим причинам.

Проанализировав эти причины я попробую предложить Вам, уважаемый читатель, четыре правила, по которым стоит выбирать инновационные проекты так, чтобы они были успешными. Еще раз оговорюсь, что эти правила эмпирические, и скорее приглашают к дискуссии, чем претендуют на абсолютную истину. Итак, 4 правила:



**Правило I:** Если эффект инновации менее 2 % прибыли предприятия, это не инновация, а демонстрация. Демонстрация возможностей той или иной технологии, интереса Вашего или руководства предприятия к цифровизации, удачная рационализация, наконец. Но то, что в конечном итоге не видно в РСБУ (системе бухгалтерского учета), не меняет суть бизнеса. Такой проект может решать задачи маркетинга, PR, другие задачи. Подобные проекты можно и нужно делать. Но к главной цели – значительным изменениям в технологических процессах – он не ведет. Единственное исключение – гигантские корпорации. Но там тот же самый минимум в 2 % должен появиться в отчете подразделения или ДЗО (дочерних обществ). А если инновация не ведет к значительным изменениям, то она может быть не внедрена окончательно или забыта по окончании проекта по тысяче причин.

**Правило II:** Если инновационный проект никому кроме цифровизаторов не нужен, то он никогда не будет работать. Успешные технологические изменения требуют единомышленников на всех уровнях предприятия. Сопrotивление новому всегда достаточно сильно и не всегда обоснованно. Казалось бы, очевидная вещь, но о ней часто вспоминают только когда интереснейший, казалось бы, проект оказывается провальным.

**Правило III:** Если такой проект никто никогда не делал, то и Вы, скорее всего его не сделаете. У любого инноватора, такая формулировка вызывает возмущение. Но она, скорее всего верна. Приведу пример из смежной отрасли. Все крупные банки на планете так или иначе работают над чат-ботами, системами Искусственного Интеллекта управляющими скорингом, допродажами и так далее. Но если Ваша инновация в том чтобы создать виртуальный банк, то есть в прямом смысле слова: раздать каждому клиенту VR-шлем и предложить проводить все операции только в виртуальной реальности, то возможно это гениально и, наверное, за этим будущее, но я бы не стал рассчитывать на успех такого проекта.

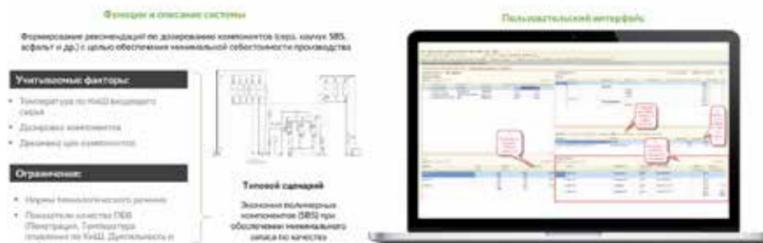
**Правило IV:** Инновации, которые окупаются больше 18 месяцев нужно рассматривать как капитальные затраты (CAPEX) и оценивать особенно дотошно. Не-

большие проекты, (особенно если они нарушают Правило I) например, система компьютерного зрения для контроля в каске сотрудник или нет, должны окупаться быстро, как и большинство бизнес-проектов в России. В противном случае, Вы месяцами будете обсуждать, согласовывать перерассчитывать свой бизнес-план, но инвестиций, в итоге, так и не получите. Или получите, но до признаний положительного бизнес результата рискуете не дойти. С по-настоящему крупными задачами и проектами дело обстоит не так, но там нужно быть особенно аккуратным и пристрастным в расчетах, так как нет ничего хуже для предприятия, с точки зрения цифровизации, чем крупный неуспешный проект.

Заканчивая этот краткий обзор хотел предложить Вам еще одно наблюдение, которое может показаться интересным. В советский литературе был такой классической сюжет: борьба прогрессивной молодежи и инноваторов с консервативными за высокие достижения в народном хозяйстве. Про это написаны сотни книг. Удивительно то, что сегодня многие из этих книг читаются лучше чем иностранные бестселлеры про корпоративные инновации. Попробуйте перечитать, например, Федора Васильевича Гладкова «Цемент» или «Энергия». Несмотря на всю специфику той эпохи, проблемы с которыми сталкивались герои этих романов очень похожи на наши, а решения которые они находили для продвижений инноваций своего времени, вполне применимы и сейчас.



## Оптимизация дозирования компонентов при производстве полимерных битумных вяжущих (ПБВ)



# БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ЭЛИТЫ

реализация в формате межвузовских молодежных конструкторских бюро



... лидерство нужно постоянно подтверждать, достойно выдерживать мощную растущую конкуренцию, настраиваться на решение сложных задач, настраивать на это систему образования, науку, промышленность...

В. В. Путин, 12 апреля 2019 года

**ВАЛЕРИЙ КОШКИН,**  
врио ректора Рыбинского  
государственного авиационного  
технического университета имени  
П. А. Соловьева



Генеральным соглашением о направлениях сотрудничества между ПАО «ОДК-Сатурн» и Рыбинским государственным авиационным техническим университетом имени П. А. Соловьева определено, что Университет принимает на себя обязательства опорного вуза ПАО «ОДК-Сатурн». Такой статус накладывает на университет серьезную ответственность и в тоже время открывает широкий спектр возможностей и перспектив. Почему?

**Во-первых.** ПАО «ОДК-Сатурн» является одним из ключевых предприятий Объединенной двигателестроительной корпорации, входит в число инновационных лидеров России и выступает одним из

ключевых промышленных партнеров Правительства Ярославской области по вопросам инновационного развития региона.

**Во-вторых.** Объединенная двигателестроительная корпорация идет по пути всестороннего внедрения инноваций в разработку и производство, а также в структуру

корпоративного управления, активно используя в своей работе новые форматы и подходы к организации всего производственного цикла. АО «ОДК» активно включилось в реализацию государственных программ, направленных на создание и развитие отечественного цифрового производства.

Технологическая гонка становится все более жесткой. Страны с развитой промышленностью разрабатывают и реализуют масштабные программы, обеспечивающие создание благоприятных условий для внедрения передовых производственных технологий, например, Индустрии 4.0. в Германии, «Производство 2025» в Китае, национальная программа США – «Передовое производство» (Advanced Manufacturing). В этих программах

для улучшения ситуации для того, чтобы Россия заняла достойное место в ряду лидеров технологически развитых государств, является создание глобально конкурентоспособной продукции. А это значит, что требуется интенсивное внедрение новых технологий в промышленный сектор, которое должно быть обеспечено кадрами соответствующего качества подготовки. Возможности для решения такого уровня задач наращиваются в Ярославской обла-

ведет работу, направленную на поиск, оценку и отбор лучших технологических команд для решения существующих реальных промышленных задач с целью дальнейшего включения в технологические и производственные цепочки и участия в НИОКР промышленных предприятий и корпораций на регулярной основе.

Перечисленные факторы задают высокие требования к качеству подготовки выпускников Рыбинско-



первостепенная роль отводится развитию промышленности нового поколения – интеллектуально емкой, с высокой долей НИОКР и высокой долей квалифицированных работников, задействованных в производстве. Сегодня численность населения России составляет около 2 % мирового, ее вклад в глобальный валовой продукт – около 3 %, а доля нашей страны на рынке высокотехнологичной продукции не превышает 0,3 %, что соответствует 30-му месту, по данным Всемирного банка. Необходимым условием

Подтверждением тому является Международный форум «Инновации. Технологии. Производство», ежегодно организуемый ПАО «ОДК-Сатурн» в Рыбинске. Форум стал основной площадкой для обсуждения текущего статуса технологических трендов и перспектив, а также подходов к реализации мероприятий Дорожной карты «Технет».

**В-третьих.** АО «ОДК» совместно с Ассоциацией «Технет» и Центром Национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии» СПбПУ

государственного авиационного технического университета имени П. А. Соловьева – потенциальных работников ПАО «ОДК-Сатурн», других подразделений АО «ОДК», организаций Ярославской области и будущих научно-педагогических работников Университета.

## РАЗВИТИЕ МОДЕЛИ КООПЕРИРОВАННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

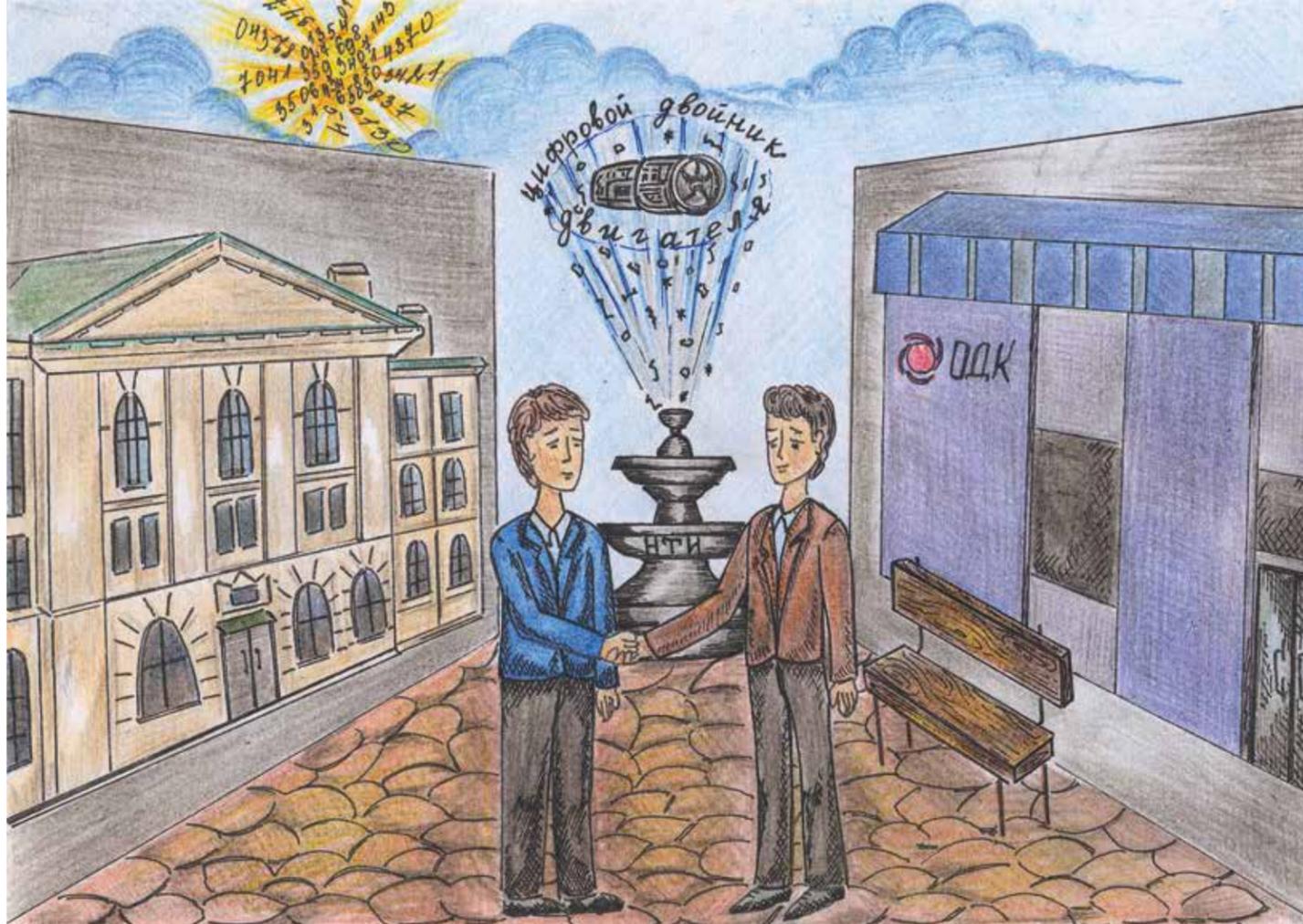
Попечительским советом утверждена концепция развития Университета. Важным направлением

и инструментом реализации концепции определено развитие кооперированного образования – модели подготовки кадров, которая обеспечивает практическое применение знаний в реальных профессиональных условиях уже в ходе обучения в Университете. Специализированные программы кооперированного образования, в международной терминологии – Cooperative Education (Co-op) – разрабатываются и внедряются совместно с промышленными партнерами. Такие программы широко применяются в странах с развитой промышленностью, сильными университетами и лучшими компаниями мира. Более 80 из 100 лучших компаний в списке Fortune 500 нанимают на работу студентов, в рамках программ кооперированного образования. Программы кооперированного образования позволяют студентам получать профессиональный опыт, применять знания на практике во время своего обучения и ясно представлять область будущей профессиональной деятельности.

Кооперированное образование существенно отличается от традиционных образовательных программ, в его основе лежит принцип чередования академических занятий и оплачиваемой работы, связанной с областью обучения. Важные отличия кооперированного образования:

1. Оплачиваемая работа по профилю и соответствующая запись в трудовую книжку.
2. Занятость в режиме полного рабочего дня.
3. Продолжительность работы, совмещенной с учебой, может составлять от нескольких месяцев до года.
4. Сформулированные требования к уровню подготовки студентов для трудоустройства в рамках кооперированного образования, при этом в зарубежных вузах отбор на программы кооперированного образования, как правило, осуществляется на конкурсной основе.

Для предприятий кооперированное образование – инструмент



подготовки и подбора персонала. Покидая университет, студенты уже полностью готовы к самостоятельной работе, нет необходимости тратить время на переподготовку или профессиональную адаптацию вчерашних студентов.

В качестве инструментария для системного построения программ кооперированного образования Попечительский совет Университета одобрил проект «Кооперация», который включает два блока: Блок «Производство» – подготовка кадров для обеспечения текущей работы высокотехнологичных производств; Блок «Разработка» – реализация магистерских программ совместно с промышленными партнерами в формате реальных проектов для подготовки инженерно-технологической и управленческой элиты по приоритетным направлениям. Модель образовательной программы, в которой теория поэтапно подкрепляет деятельность по созданию промышленного изделия, разработке новой технологии.

### СЕТЕВАЯ ПРОЕКТНАЯ МАГИСТРАТУРА

Заместитель генерального директора – генеральный конструктор АО «ОДК» Юрий Шмотин предложил формировать молодежные технологические команды на площадке Рыбинского государственного авиационного технического университета имени П. А. Соловьева для решения задач по разработке конкурентоспособной продукции мирового уровня. Важный фактор для такого решения – выстроенное продуктивное партнерство Университета и ПАО «ОДК-Сатурн», обладающее высоким научно-техническим потенциалом, умением осваивать передовые технологии и применять их в серийном производстве, а также большой положительный опыт совместной подготовки кадров и выполнения НИОКР. В развитие этого предложения с целью подготовки нового поколения инженерной и управленческой элиты Университет совместно с руководством ПАО «ОДК-Сатурн» разработал концепцию межвузов-

ских молодежных конструкторских бюро (ММКБ) и сетевой проектной магистратуры (СПМ). ПАО «ОДК-Сатурн» определило приоритетные тематические направления и затем совместно с Университетом разработало технические задания для выполнения НИОКР в рамках ММКБ и последующего создания новой конкурентоспособной продукции: «Гибридная силовая установка», «Проработка вариантов ГЭУ для надводных кораблей на базе перспективного ГТД мощностью 25-35 МВт», «Оптимизация и изготовление деталей ГТД из отечественных металлопорошковых композиций при помощи аддитивных технологий».

Идея была поддержана на заседании управляющего комитета дорожной карты «Технет НТИ – ОДК». Заседание проходило на площадке Центра компетенций НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии». Там были рассмотрены варианты создания совместных магистерских программ Рыбинско-

го государственного авиационного технического университета имени П. А. Соловьева и Института передовых производственных технологий СПбПУ. Сотрудники Центра НТИ СПбПУ представили концепцию университетского зеркального инжинирингового центра (УЗИЦ) – совместного центра вуза-партнера и Центра НТИ СПбПУ, который обеспечивает трансфер компетенций в области создания цифровых двойников, цифрового проектирования и моделирования через проектное объединение команд Центра НТИ СПбПУ и вуза-партнера. Рассмотрены возможные варианты создания зеркального инжинирингового центра на базе РГАТУ для решения задач, стоящих перед «ОДК-Сатурн». Сейчас идет активная работа по формированию основного пакета документов на создание Рыбинского зеркального инжинирингового центра – ОДК на базе РГАТУ имени П. А. Соловьева.

Принятые решения открывают широкие возможности для реализации уникальных образовательных программ высшего образования инженерно-технического и управленческого профилей.

### МАРШРУТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РОСТА ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ ОПРЕДЕЛЕНЫ

Университет и промышленные партнеры заинтересованы в способных и мотивированных абитуриентах, студентах и выпускниках. Будущее за теми организациями и странами, которые способны находить талантливую молодежь, давать ей превосходное образование и возможность работать на тех позициях, где ее деятельность будет давать наилучший результат. Сегодня мы даем нашим абитуриентам и студентам совершенно понятные, измеряемые предложения, а не расплывчатые позитивные характеристики учебы в вузе и абстрактные профессиональные перспективы типа – вы получите «профессию будущего».

Мы показываем возможные маршруты профессионального роста, например, один из этапов – сетевая магистратура в рамках межвузовских молодежных конструкторских бюро. Наша первоочередная задача совместно с нашими промышленными партнерами поддержать условия для того, чтобы наши студенты получали востребованный практический опыт по профилю обучения. Мы говорим правду о профессии и перспективах карьерного роста и даем возможность уже во время обучения в Университете накапливать профессиональный опыт, а не обольщаем заведомо несбыточными надеждами.

Совместные проекты с «ОДК-Сатурн» и другими нашими промышленными и технологическими партнерами создают условия для профессионального формирования специалиста, по сравнению с традиционными образовательными программами. Мы строим образовательные программы на реальных задачах и проектах высокотехнологичного производства.

Преподаватели Университета готовы к реализации программ кооперированного образования, они выполняют реальные прикладные исследования и разработки для наших передовых промышленных партнеров, создающих высокотехнологичную продукцию. Логика построения учебных курсов опирается, в первую очередь, на практический опыт, а не на абстрактное академическое теоретизирование. Благодаря такому подходу к образовательному процессу формируются умения думать точно, рационально и реалистично.

Сегодня Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева предлагает для способной молодежи настоящее профессиональное образование, опыт и умение работать в команде – не просто в учебном формате (кейс), а над реальным проектом совместно с лучшими студентами ведущих вузов и профессионалами отрасли.

# ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА:

## НАПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



**СВЕТЛАНА ЖУКОВА,**  
директор по персоналу ПАО «ОДК-Сатурн»,  
канд. технических наук



**ДМИТРИЙ БАРВИНОК,**  
главный метролог ПАО «ОДК-Сатурн»,  
канд. технических наук

По данным на 01.06.2020 г. на головном предприятии ПАО «ОДК-Сатурн» (г. Рыбинск) работает 12961 человек, из них 7456 – основные и вспомогательные рабочие, 1683 – руководители всех уровней, от мастеров до топ-менеджеров, 3741 – специалисты и служащие, 81 – ученики.

Средний возраст персонала – 44 года. Радует, что 13 % работников предприятия составляют молодые люди, в возрасте до 30 лет. А около 40 % руководителей не до-

стигли и 40 лет. Довольно высока у нас доля сотрудников с высшим образованием – около 40 %, среднее специальное образование имеют 24,7 % работающих. 91 сотрудник «ОДК-Сатурн» имеют ученую степень кандидата наук и 6 специалистов – доктора наук. Таким образом, профессиональный, интеллектуальный уровень наших коллег выглядит вполне достойно.

Современные требования к организации производства, современные технологии и оборудо-

вание, массовое использование ИТ-программ, международное сотрудничество предъявляют все более высокие требования к квалификации персонала. ПАО «ОДК-Сатурн» ведет активную политику в области подготовки молодых специалистов, взаимодействуя с профильными учебными заведениями. Базовым вузом для предприятия является Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П. А. Соловьева (далее РГАТУ).

Взаимодействие предприятия с вузом осуществляется в рамках Генерального соглашения о сотрудничестве по следующим направлениям:

- проектирование авиационных и ракетных двигателей (подготовка специалистов);
- проектирование технологических машин и комплексов (подготовка специалистов);
- двигатели летательных аппаратов (подготовка бакалавров и магистров);
- техническая физика (подготовка бакалавров и магистров);

- материаловедение и технология материалов (подготовка бакалавров и магистров);
- технологии материалов (подготовка аспирантов);
- авиационная и ракетно-космическая техника (подготовка аспирантов);
- управление в технических системах (подготовка аспирантов).

Ведущие специалисты предприятия принимают участие в учебном процессе РГАТУ, привлекаются к итоговой аттестации в качестве руководителей тем и рецензентов,

го компонента, квалификационные характеристики выпускников, а также перечень лабораторных и практических работ по специальным дисциплинам.

ПАО «ОДК-Сатурн» организует в подразделениях предприятия по планам, и при методическом руководстве университета, производственную практику, выделяет для консультирования при выполнении заданий, курсовых и дипломных проектов руководителей практики из числа квалифицированных специалистов. Организация обучения на производственных площадках



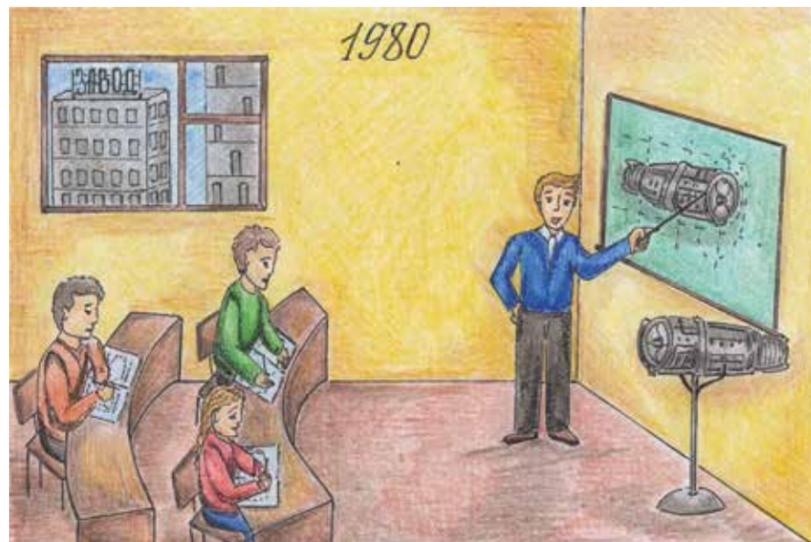
- конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (подготовка бакалавров и магистров);
- технологические машины и оборудование (подготовка бакалавров и магистров);
- машиностроение (подготовка бакалавров, магистров и аспирантов);
- металлургия (подготовка бакалавров и магистров);

членов государственных аттестационных комиссий. В 2019 году в ГАК приняли участие 33 специалиста предприятия, 18 специалистов предприятия ведут преподавательскую работу в РГАТУ.

Авиационный колледж РГАТУ согласовывает с предприятием рабочие учебные планы в части дисциплин специализации, дисциплин по выбору студентов, регионально-

предприятия позволяет максимально использовать время практических занятий в интересах ПАО «ОДК-Сатурн». В 2019 году на базе предприятия прошли производственную практику – 105 студентов РГАТУ и 255 – Авиационного колледжа РГАТУ.

Проводятся экскурсии на предприятие для студентов и преподавателей РГАТУ и АК РГАТУ.



ПАО «ОДК-Сатурн» создает условия для прохождения преподавателями университета стажировки на предприятии.

Запущен и успешно, совместно с представителями АК РГАТУ, реализован проект «Повышение эффективности системы организации, контроля и проведения практики студентов колледжей в структурных подразделениях ПАО «ОДК-Сатурн».

В соответствии с Уставом РГАТУ при университете создан и функционирует Попечительский совет. В его состав включены руководители ПАО «ОДК-Сатурн», других промышленных предприятий города Рыбинска.

Специалисты «ОДК-Сатурн» выполняют кандидатские и докторские диссертации, а также участвуют в работе диссертационных советов. На предприятии работает 35 аспирантов и докторантов РГАТУ очной и заочной форм обучения.

ПАО «ОДК-Сатурн» продолжает участвовать в реализации Государственного плана подготовки научных работников и специалистов для организаций ОПК на 2015-2020 годы. В рамках программы подготовки высококвалифицированных специалистов в РГАТУ в 2019 году осуществлялось целевое обучение 174 студентов для компании по 25 проектам.

Осуществляется целевая подготовка специалистов в РГАТУ по профилю и в соответствии с потребностями предприятия. В настоящее время по целевому направлению на бюджетной основе по приоритетным для предприятия специальностям проходят обучение 40 студентов.

Также студенты и аспиранты РГАТУ выполняют научные работы по темам, представляющим интерес для ПАО «ОДК-Сатурн». Предприятие выплачивает именные стипендии за успешно выполненные научные работы, согласно Положению о выплате именных стипендий. В 2019-2020 гг. заключены 4 контракта со студентами РГАТУ



по 3 представляющим интерес для предприятия темам.

Одной из главных задач в совместной работе предприятия с РГАТУ по направлению образовательной деятельности остается привлечение достаточного количества и качества абитуриентов, характеризующее количество поступающих на профильные для предприятия направления обучения и средним баллом сдачи ЕГЭ. Поэтому профориентационная работа является актуальным совместным с Департаментом образования городского округа г. Рыбинск направлением взаимодействия.

При этом важно обозначить нынешним школьникам, потенциальным студентам возможные траектории личностного и профессионального роста в родном городе в периметре «школа – университет – предприятие».

Для того, чтобы выпускники школ при выборе вуза и своей будущей профессии захотели связать свою судьбу с Рыбинском, важно инициировать и реализовывать ключевые процессы цифровизации в системе образования, совместно с областным правительством, муниципалитетом, продвигать основные направления развития городской среды, что будет способствовать становлению будущих профессионалов промышленности.

## ОПРЕДЕЛЕНА ПОБЕДИТЕЛИ ХАКАТОНА ОДК-РГАТУ-2020

«Моделирование, прототипирование, автоматизация и цифровизация производства»

Подведены итоги финального этапа Хакатона ОДК-РГАТУ-2020 «Моделирование, прототипирование, автоматизация и цифровизация производства». Соревнования прошли на базе «Точки кипения» и цифровой платформы Рыбинского государственного авиационного технического университета имени П. А. Соловьева. Мероприятие состоялось при непосредственной поддержке АО «ОДК» и ПАО «ОДК-Сатурн». Представители корпорации и компании вошли в состав экспертного совета хакатона и сформулировали для его участников кейс практических задач, исходя из актуальных направлений технологического развития ОДК. Предприятия газотурбостроения заинтересованы в свежих идеях молодых коллективов и черпают в таких соревнованиях свой будущий кадровый потенциал.

Хакатон ОДК-РГАТУ-2020 планировали провести в апреле, в рамках VII Международного технологического форума «Инновации. Технологии. Производство» в Рыбинске. Но в условиях ограничений, связанных с пандемией новой коронавирусной инфекции, форум пришлось отложить, а соревнования разработчиков в сфере ИТ-индустрии были организованы в дистанционном режиме с on-line трансляцией финальных соревнований.



НАТАЛЬЯ АГАПОВА, ведущий специалист по информационной поддержке, пресс-центр ПАО «ОДК-Сатурн».

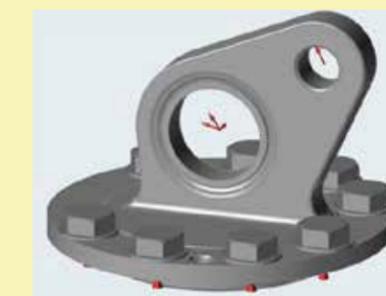
Заявки на участие в текущем сезоне хакатона подали 150 человек из 20 городов России, которые представили 25 университетов, 15 предприятий, 20 школ – всего около 40 команд. Работы команд оценивал экспертный совет, в состав которого вошли ведущие специалисты АО «ОДК», ПАО «ОДК-Сатурн», РГАТУ им. П. А. Соловьева, МАИ, КАИ им. А. Н. Туполева, Самарского национального исследовательского университета имени академика С. П. Ко-

## МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА

ДМИТРИЙ ИВАНОВ, директор по инновационному развитию ПАО «ОДК-Сатурн», член рабочей группы «Цифровая промышленность» АНО «Цифровая экономика», заместитель руководителя РГ «Технет» НТИ:

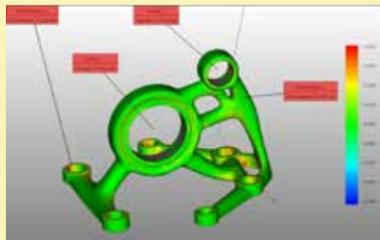
– 29 мая, в Рыбинске прошел финал хакатона ОДК-РГАТУ. Участие в соревновании приняло около 40 команд. В финал вышло 7, в их числе две команды МАИ, команды СГАУ, ЯГТУ, РГАТУ. Одним из соорганизаторов хакатона выступило «ОДК-Сатурн» Что примечательного, на мой взгляд, как одного из экспертов, было в этом мероприятии:

1. Команда организаторов в университете смогла быстро перестроиться при переходе на самоизоляцию и перевести мероприятие в формат онлайн. Важно, что и участники смогли адаптироваться к новому формату. О чем нужно задуматься, как перевести в онлайн формат общение и обмен опытом между командами в ходе мероприятия. Мне кажется, что офлайн-мероприятия с этой точки зрения пока что интереснее.



Модель исходного кронштейна Из презентации победителей. Контроль геометрии прототипа

**2.** Команде РГАТУ после выступления в финале поступило предложение о партнерстве в продолжении разработки от компании «Цифра». Отдельное спасибо директору по работе со стратегическими заказчиками Павлу Приедитису. Надеюсь, что вместе с директором по ИТ ПАО «ОДК-Сатурн» Евгением Алексеевым нам удастся довести проект до внедрения. Это, кстати, первый опыт на предприятии поиска команды для решения задачи корпорации через механизм хакатона.



Тепловая карта отклонений и контроль диаметра отверстий

**3.** Все команды финалисты получили отзыв от предприятия на свои работы. На мой взгляд, в этом и есть ключевая польза от участия в подобных мероприятиях, как студентам, так, кстати, и предприятиям. Был очевиден разрыв между реальностью производственной компании и набором доступных знаний и компетенций у команд, не смотря на то, что в их числе были аспиранты и преподаватели. Все, что выходило за рамки специализации: экономика, технологичность, контроль качества, подготовка производства, для большинства команд было темным лесом, в чем они сами признавались. Для меня было важно увидеть, что ребята это тоже почувствовали и записывали все мнения и вопросы от экспертов.

И здесь как раз сосредоточено поле для совместной работы предприятия и университета. Без формата «Learning Factories» или «испытательных полигонов», эту



ролева, Центра НТИ СПбПУ. По результатам промежуточного этапа, прошедшего с 20 апреля по 15 мая 2020 года, в финал вышли семь команд, с 27 по 29 мая они вели борьбу за победу.

Участников финала от имени главы региона Дмитрия Миронова поприветствовал его заместитель – руководитель администрации губернатора Ярославской области Илья Баланин: «В повестке сегодняшнего дня – инновационное развитие, разработка и внедрение высоких технологий, развитие наукоемких отраслей. Для осуществления этих замыслов нужны энергия молодых, нестандартные подходы, опыт и поддержка состоявшихся ученых-наставников».

Как отметил в своем приветствии директор по производству АО «ОДК» Валерий Теплов, «в современных условиях, когда цифровые технологии стали неотъемлемой частью повседневной жизни, важно

и необходимо использовать их возможности на всех этапах жизненного цикла производства газотурбинных двигателей».

По словам директора по информационным технологиям АО «ОДК» Вячеслава Христолюбова, «цифровые технологии являются тем фактором, который позволит обеспечить конкурентоспособность нашей продукции на мировом рынке. Данное мероприятие даст возможность подготовить новые кадры, которые будут создавать новые образцы продукции, двигать нашу промышленность вперед».

Среди участников соревнования студенты, аспиранты, преподаватели вузов и инженеры предприятий, а также талантливые школьники, которые уже сейчас делают свои первые шаги в профессиональном образовании. Все команды хакато-



на работали в удаленном режиме, участники некоторых команд также находились на расстоянии сотен и даже тысяч километров, при этом сумели организовать и подошли к работе с большим энтузиазмом.

Ключевыми темами для поиска решений стали цифровизация производства, создание фабрик будущего



и автоматизированных систем, инженерное моделирование, конструирование и расчеты. В частности, по направлению цифровизации производства в финале предстояло разработать комплексное решение по цифровизации и автоматизации деятельности производственного подразделения машиностроительного предприятия, выполнить детальную проработку архитектуры цифровой платформы.

«Производство авиационных двигателей – поле для цифровизации практически бесконечное.



Задания, которые мы заявили на финальной стадии, тесно связаны с той работой, которую прямо сейчас ведут наши специалисты, и мы надеемся, что команды помогут найти новые идеи для решения сложных цифровых задач», – сказал директор по информационным технологиям ПАО «ОДК-Сатурн» Евгений Алексеев.

«Мы формируем реальные задачи для участников, направленные на стратегическое развитие корпорации. С одной стороны, это вызов для нас, с другой – открываются большие возможности. Для тех, кто решает эти задачи, важна не столько победа, сколько комплекс навыков, компетенций, которые участники в ходе мероприятия

приобретут», – уверен директор по инновационному развитию ПАО «ОДК-Сатурн» Дмитрий Иванов.

«Хакатон в онлайн формате – это уже элемент инноваций и творчества. Здесь мы не видим границ для общения в едином информационном пространстве. Предприятие ждет многого от таких начинаний. Прежде всего – технических решений, интересных не только для тех, кто ставит задачи, но и тех, кто их будет решать. Мы также черпаем в этих соревнованиях свой будущий кадровый потенциал, –

проблему решить не удастся. Важно, что это должны понять будущие работодатели: не стоит предъявлять требования на выходе из вуза к компетенциям выпускников, которые могут быть получены только в реальной деятельности, если все образовательные процессы замкнуты внутри университета. И просто производственной практикой здесь не обойтись.

**4.** Разнообразие софта. Это тот случай, когда разнообразие вредит. У каждой команды был свой набор софта для решения задачи, для некоторых команд это предопределило качество их решения. В следующий раз участникам предварительно необходимо обратить внимание на то, что используют предприятия для решения подобных задач. А еще лучше настроить обмен компетенциями через Центр компетенций НТИ СПбПУ по новым производственным технологиям, который специально проводит анализ практически всего доступного софта на рынке относительно использования для решения различных задач реального сектора промышленности.



Контроль отклонений геометрии прототипа с помощью 3D сканера

Кстати, наиболее полное решение, приближенное к реальности предприятия и стало победителем хакатона. Отдельные поздравления команде и ректору ЯГТУ Елене Олеговне Степановой.

Будем развивать подобные практики со всеми университетами корпорации: чем больше студентов пройдет через решение реальных задач производства, тем выше будет уровень готовности выпускников к работе на предприятиях корпорации.

**Дополнительная информация:**  
Для задачи реверс инжиниринга была представлена деталь кронштейн массой 1,2465 кг.



Название команды	Капитан	Направление	Результат
МАИ Институт № 2	Волошенко Константин	Реверс-инжиниринг	750 гр.
РГАТУ	Корнейчук Валерий	Информационный сервис цифровой платформы	Сокращение простоя оборудования на 39%
Сборная МГТУ им. Э. Н. Баумана и БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова	Миронов Матвей	Реверс-инжиниринг	591,13 гр.
МАИ ТГЛА	Шемонаева Елена	Реверс-инжиниринг	961 гр.
Самарский университет	Вдовин Роман	Изготовление лопатки из жаропрочного сплава	Снижение стоимости производства восковых моделей на 12%
ЯГТУ	Басалов Илья	Реверс-инжиниринг	365 гр.
Техно 3D	Стенько Дмитрий	Реверс-инжиниринг	658 гр.

сказал главный инженер ПАО «ОДК-Сатурн» Игорь Ильин.

Говоря о значимости Хакатона ОДК-РГАТУ, врио ректора РГАТУ имени П. А. Соловьева Валерий Кошкин отметил, что «это еще один проект, который направлен на кооперацию университета с промышленными предприятиями, научно-образовательными центрами, другими партнерами, который дает возможность студентам накапливать компетенции, вливаться в профессиональную среду и быть успешным в профессии».

Наиболее полное решение, приближенное к реальности предприятия и стало победителем Хакатона ОДК-РГАТУ-2020. По итогам финала первое место заняла команда Ярославского государственного технического университета. Второе место – у сборной команды МГТУ имени Н. Э. Баумана и БГТУ «Военмех» имени Д. Ф. Устинова. «Бронза» – у команды Московского авиационного института.

Участие молодежи в Хакатоне ОДК-РГАТУ свидетельствует о том, что она старается быть нужной и востребованной. Организаторы хакатона намерены развивать подобные практики с участием всех университетов корпорации. Чем больше студентов пройдет такие практики, тем выше будет уровень выпускников и их готовность к решению задач реального производства, – уверены они.



## СОДЕРЖАНИЕ

- 2-5 Приветствие лидерам научно-технического развития
- 6-9 Все предприятия ОДК работают в единой корпоративной стандартизированной информационной среде
- 10-14 Архитектура цифрового предприятия
- 15-19 Проект «цифровая платформа жизненного цикла инструмента»
- 20-22 Цифровой двойник в проектах Сатурна
- 23-25 Цифровизация. Подходы. Ожидания. Результаты. Перспективы
- 26-29 Разумные заводы
- 30-31 К вопросу о выборе инновационных проектов
- 32-35 Базовые принципы и современные технологии в подготовке инженерной элиты
- 36-38 Промышленность и образовательная среда: направления взаимодействия
- 39-42 Определены победители Хакатона ОДК-РГАТУ-2020 «Моделирование, прототипирование, автоматизация и цифровизация производства»

Спецвыпуск журнала, посвященный VII Международному технологическому форуму «Инновации. Технологии. Производство». Издание подготовлено подразделениями, подчиненными директору по связям с общественностью ПАО «ОДК-Сатурн»

Главный редактор: Любовь Калинина  
Иллюстрации: Мария Жолнина  
Фотограф: Сергей Гордиенко  
Дизайн обложки: Кристина Селянкина  
Верстка, препресс: Екатерина Николаева  
Дизайн, верстка и изготовление:

ООО «Арт-холдинг «МЕДИАРОСТ»», [www.mediarost.ru](http://www.mediarost.ru)  
Материалы журнала не могут быть воспроизведены полностью или частично в печатном, электронном или ином виде без письменного разрешения ПАО «ОДК-Сатурн»  
152903, г. Рыбинск, пр. Ленина, 163, [www.uec-saturn.ru](http://www.uec-saturn.ru)  
Подписано в печать: 19.06.2020 г.  
Тираж 999 экз.

