

# ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

сегодня и завтра российской промышленности

БЕСПЛАТНОЕ ИЗДАНИЕ

АПРЕЛЬ 2017

В ЭТОМ ВЫПУСКЕ

- ЧТО ТАКОЕ ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО? 6
- RFID-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ 31
- ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ 62
- ПЕРСПЕКТИВЫ 3D-ПЕЧАТИ 106

## МНЕНИЯ ЭКСПЕРТОВ ОТРАСЛИ

эксперты: Siemens, Борлас,  
Станкосервис, SAP СНГ, BFG  
Group, Navicon, Бош Рекрот,  
Энвижн Груп, Softline, КРОК,  
Би Питрон СП

темы: аддитивные  
технологии, системы  
мониторинга оборудования,  
Индустрия 4.0, цифровое  
месторождение, Big Data,  
безлюдное производство

опыт компаний: Атоммаш, Газпром  
нефть, РКС, Росатом, Камаз,  
ОАК, ТВСЗ, Транснефть, Сибур,  
Северсталь, ЛокоТех, Обувь  
России, Авиадвигатель

БОЛЕЕ 115 СТРАНИЦ  
объем выпуска





# УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ

**ПОДПИСКА 2017 УЖЕ ОТКРЫТА!**

Практико-ориентированные материалы  
**ВЫГОДНО, БЫСТРО, УДОБНО!**

**Лучший отечественный и зарубежный опыт управления производством ждет Вас в каждом номере Альманаха!**

Темы номеров «Управление производством - 2016»:



Немецкие технологии организации производства



Бережливое производство: как построить работающую систему



Операционная эффективность: как найти резервы роста



Системный подход: что вашему предприятию может дать развитие ПС



Кадровая политика: как развить потенциал сотрудников



Эффективное производство: как найти и устранить потери

Подробнее об Альманахе «Управление производством»:

- Издается в электронной форме.
- Распространяется только по подписке.
- Полностью подготовлен к печати.
- Периодичность - **6 номеров в год.**
- Стоимость подписки на 2017 год - **19 500 руб.** НДС не облагается.

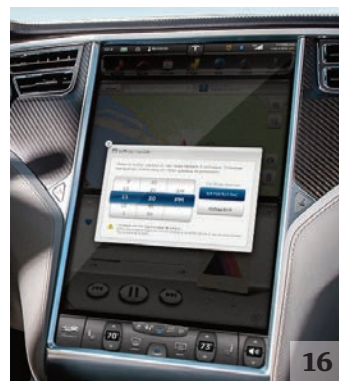
На страницах нашего Альманаха Вы сможете найти ответы на свои вопросы, обогатить свои знания и обрести новые идеи.

**Вы можете оформить подписку,** отправив заявку в редакцию Делового портала «Управление производством» на e-mail [sale@up-pro.ru](mailto:sale@up-pro.ru)

# Содержание

## 5 Цифровое производство сегодня

Экспертное мнение. Что такое цифровое производство? .....	6
Под знаменем цифровой революции: настоящее и будущее. ....	16
Как система мониторинга оборудования может изменить производство. ....	26
RFID-технологии на службе производителей. ....	31
Аддитивные технологии: возможности и перспективы 3D-печати. . .	38



## 46 Четвертая промышленная революция в России

Экспертное мнение. Цифровое производство в России – новые приоритеты. ....	47
Цифровое проектирование. Создание автоматизированной системы управления конструкторско-технологической подготовкой «Атоммаш». ....	62
Газпром нефть: Итоги внедрения первого этапа программы «Цифровое месторождение». ....	66
Цифровая трансформация «Российских космических систем». ....	71
Четвертая промышленная революция в России: главные достижения. ....	75

## 90 Цифровое производство: взгляд в будущее

Экспертное мнение. Будущее цифрового производства: прогнозы и факторы успеха. ....	91
3D-революция: аддитивные технологии в вертолетостроении. ....	106
Заоблачные дали: Цифровой нефтеперерабатывающий завод будущего. ....	110



**Цифровое производство: сегодня и завтра российской промышленности**

ООО «Портал «Управление Производством»  
Юридический адрес:  
129110, г. Москва, пр. Мира  
д.52, стр. 3, пом. III.  
e-mail: info@up-pro.ru  
для писем: 117418, Москва,  
а/я 109.  
Сайт - www.up-pro.ru  
Изображения -  
www.istockphoto.com

**Copyright © Портал «Управление производством».**

Этот материал был подготовлен Центром индустриальных исследований Делового портала «Управление производством» исключительно в целях информации. Содержащаяся в нем информация была получена из источников, которые, по мнению портала «Управление производством», являются надежными, однако она не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и могут быть изменены без предупреждения. Деловой портал «Управление производством» не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем материале, включая опубликованные мнения или заключения, а также за последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем материале, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями.

## Приветственное слово

Плодами третьей промышленной революции – информационными технологиями, возможностями сети Интернет, системами автоматизации, промышленными роботами – производители пользовались уже давно. Но с течением времени количественный рост наработок привел к качественным изменениям, создав не просто базу для локальных преобразований производственных процессов, а толчок к технологической (цифровой) революции – объединению технологий и разработок в глобальную многоуровневую и многоэлементную систему, способную полностью изменить существующий технологический уклад.

Четвертая промышленная революция разворачивается на наших глазах. Роботы все чаще заменяют человека на трудоемких и вредных производствах. Сложные детали, разработка и изготовление которых раньше занимали недели, могут быть напечатаны на 3D-принтере с минимальными потерями материала за несколько часов. Оборудование научилось взаимодействовать друг с другом, самостоятельно оценивать и регулировать свою работу, сравнивая полученную информацию со знанием об идеальном технологическом процессе. Реальностью стало безлюдное производство и беспилотные автомобили.

Сегодня любой компании важно поймать эту волну изменений, но как это сделать, когда темпы развития технологий в современном мире так высоки и продолжают ускоряться?

Какие технологии определяют Четвертую промышленную революцию? Что значит работать в эпоху глобальной цифровизации? Как изменятся цепочки создания ценности, практики организации производства и управления жизненным циклом изделий? Какие направления будут востребованы, а какие уйдут в прошлое?

Найти ответ на эти и многие другие вопросы, помочь разобраться в новых тенденциях и технологиях и увидеть уже происходящие в российской промышленности изменения был призван специальный выпуск Альманаха «Управление производством. Цифровое производство: сегодня и завтра российской промышленности». На его страницах мы дадим слово ведущим поставщикам программного обеспечения и специалистам в области модернизации систем управления, познакомим с ключевыми разработками и представим лучший опыт применения современных технологий в российской промышленности.

**Мы выражаем огромную благодарность консалтинговой группе «Борлас» и ООО ИЦ «Станкосевис», при поддержке которых создание этого выпуска стало возможным.**

*Сергей Жишкевич,  
главный редактор Делового портала «Управление производством»*





# ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО СЕГОДНЯ

**В**о все времена производители старались найти новые возможности снизить свои затраты, повысить эффективность, выполнить работу быстрее, качественнее и экономичнее. Сегодня арсенал этих средств пополнился целым спектром технологий цифрового производства. Преобразования, начавшиеся полвека назад с вхождением в мир промышленности информационных технологий, копились десятилетиями и привели к технологическому перелому, который полностью изменит то, как организовывается, управляется и функционирует цепочка создания ценности.

Разобраться во всем их многообразии непросто, и на страницах специального выпуска Альманаха мы осветим основные тенденции цифровой промышленной революции, технологии, в которых она воплощается, новые вызовы, с которыми предстоит столкнуться производителям. Мы познакомим читателей с преимуществами и рисками аддитивных технологий, с технологией радиочастотной идентификации, современными инструментами мониторинга оборудования. Кроме того, для упрощения перехода компании к Индустрии 4.0 будут предложены рекомендации немецких экспертов.

## Экспертное мнение. Что такое цифровое производство?



Цифровое предприятие, виртуальная фабрика, Индустрия 4.0, умное месторождение, безлюдное производство, безлюдный склад, аддитивные технологии – сегодня эти понятия постоянно на слуху. Но насколько хорошо в них ориентируются российские производители? Для отечественной производственной среды эти термины еще достаточно новы, и размытость формулировок и неясность понятий способны увести в ложном направлении. Разобраться в том, что же такое цифровое производство и к каким преобразованиям приведут новые тенденции, мы пригласили ведущих поставщиков программного обеспечения, производителей роботов и роботизированных комплексов, экспертов в области консалтинга и информационных технологий, специалистов по модернизации систем управления, а также руководителей предприятий, работающих над «цифровизацией» своих производств.



## Что вы вкладываете в понятие «цифровое производство» и какие изменения в современной промышленности оно подразумевает?



### **Виктор Беспалов, вице-президент, генеральный директор Siemens PLM Software в России и СНГ:**

«Начнем с того, что термину «цифровое производство» уже более 10 лет. Раннее под термином «цифровое производство» понимали набор прикладных систем, которые, в основном, использовались на этапе технологической подготовки производства, а именно: для автоматизации процессов разработки программ для станков с ЧПУ, для автоматизации разработки технологических процессов для сборки, для автоматизации задач, связанных с планированием рабочих мест при программировании роботов, и для интеграции с системами цехового уровня (или системами MES, Manufacturing Execution System) и системами управления ресурсами ERP. В последние годы, в связи с появлением новых прорывных технологий, этот термин получил более широкую трактовку. И сегодня под «цифровым производством» понимается, прежде всего, использование технологий цифрового моделирования и проектирования как самих продуктов и изделий, так и производственных процессов на всем протяжении

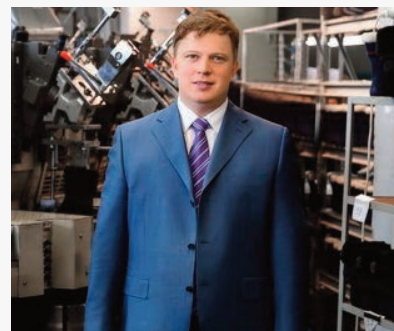
жизненного цикла. По сути, речь идет о создании цифровых двойников продукта и процессов его производства. Изменения в современной промышленности (часть из них уже происходит сейчас), которые «цифровое производство» подразумевает, будут происходить по следующим ключевым направлениям:

- Цифровое моделирование – развитие получает концепция цифрового двойника, то есть изготовление изделия в виртуальной модели, включающей в себя оборудование, производственный процесс и персонал предприятия.
- «Большие данные» (big data) и бизнес-аналитика, которые возникают в процессе производства.
- Автономные роботы, которые получают большую промышленную функциональность, независимость, гибкость и исполнительность по сравнению с предыдущим поколением.
- Горизонтальная и вертикальная интеграция систем – большая часть из огромного количества используемых в настоящее время информационных систем интегрировано, но необходимо наладить более тесное взаимодействие на различных уровнях внутри предприятия, а также между различными предприятиями.
- Промышленный интернет вещей, когда поступающая с производства информация с большого количества датчиков и оборудования объединяется в единую сеть.

Совершенно очевидно, что облачные технологии, аддитивное производство и дополнительная реальность будут также влиять на развитие цифрового производства. Основные изменения будут происходить именно благодаря этим перечисленным технологиям».

### **Антон Титов, директор группы компаний «Обувь России»:**

«Цифровое производство – это такая организация производственного процесса, когда все операции автоматизированы, используются станки с числовым программным управлением и роботизированное оборудование. Внедрение цифрового производства приводит к следующим изменениям: 1) значительно возрастает производительность труда; 2) существенно повышается качество выпускаемой продукции; 3) усложняется выпускаемый продукт; 4) возрастают требования к персоналу; 5) автоматизация производства вызывает изменения на всех этапах изготовления продукта, включая его разработку».



### **Алексей Ананьин, президент группы «Борлас»:**

«Термин «цифровое производство» можно трактовать довольно широко. Изначально под это определение попадали системы автоматизированного проектирования. Потом в него стали включать системы управления жизненным циклом изделий. Схожий термин, «цифровое месторождение» есть, например, в нефтедобыче. На самом деле, стержнем этой концепции является цифровая модель объекта или процесса и его существование в информационном пространстве на протяжении всего жизненного цикла. Поэтому цифровое производство – это совершенно иное качество процессов: сроки и стоимость запуска новых продуктов снижаются на десятки процентов, а иногда и в разы. Обеспечивается значительно более высокий уровень производительности труда плюс возможности удаленной совместной работы и кооперации участников проекта, бизнес получает заметно лучший контроль издержек и прогнозируемость всех процессов».



### **Владимир Кутергин, председатель совета директоров холдинга «Белфингрупп» и компании BFG Group, доктор технических наук, профессор:**

«Цифровые технологии уже давно начали свое проникновение в различные сферы деятельности. Промышленное производство, естественно, не является исключением. Про различные факторы «цифрового производства», супертехнологии, суперроботы и суперматериалы сейчас очень много пишут, и это действительно замечательно, но я бы хотел отметить такой аспект: сейчас на смену отдельным цифровым технологиям, отдельным цифровым технологическим решениям приходят интегрированные технологии – управления жизненным циклом предприятия, управления жизненным циклом изделия, может быть, даже управления жизненным циклом отдельного узла. Само изделие – уже не просто «железка»: изготовил, продал и забыл, а подсистема, входящая в другую систему, которая, в свою очередь, входит в третью систему и взаимодействует с другими системами и с окружающей средой. Производитель должен подумать и об этих взаимодействиях, и о последующих модернизациях, вплоть до того, как потом выводить из эксплуатации и утилизировать изделие. Свежий пример – решение правительства страны об обязательном оборудовании автомобилей системой экстренного реагирования. Это значит, что автомобиль должен быть оборудован соответствующими датчиками, средствами навигации и связи. Иными словами, автомобиль как изделие остается под мониторингом и после продажи.

Концепции «интернет вещей», «умный» город подразумевают, что большинство предметов нашего пользования станут не только умными сами по себе, но и наблюдаемыми объектами среды, взаимодействующими с другими объектами. Буквально несколько лет осталось до широкого внедрения беспилотных автомобилей.

Концепция цифрового производства сильно меняет стратегию деятельности предприятия. Предприятие рассматривается не только как совокупность производственных активов и персонала. Велика роль нематериальных активов – стратегий, политик, методологий, бизнес-процессов, объектов интеллектуальной собственности, информации, компетенций, навыков и умений, способности справляться с неопределенностью и т.д. Потребитель также становится участником взаимодействия и, следовательно, элементом создаваемых систем. Значит, и с ним нужно работать и включать в цепочки формирования ценности».

Концепция цифрового производства сильно меняет стратегию деятельности предприятия. Предприятие рассматривается не только как совокупность производственных активов и персонала. Велика роль нематериальных активов – стратегий, политик, методологий, бизнес-процессов, объектов интеллектуальной собственности, информации, компетенций, навыков и умений, способности справляться с неопределенностью и т.д. Потребитель также становится участником взаимодействия и, следовательно, элементом создаваемых систем. Значит, и с ним нужно работать и включать в цепочки формирования ценности».





**Сергей Чуранов, технический директор ООО ИЦ «Станкосервис», разработчик mdc-системы мониторинга работы оборудования АИС «Диспетчер»:**

«Одна из основных задач «цифрового производства»: массовое производство продукции по индивидуальным заказам. Для этого на предприятии должны быть полностью автоматизированы все производственные процессы: конструкторская разработка, технологическая подготовка производства, снабжение материалами и комплектующими, планирование производства, изготовление продукции и сбыт.

Необходимым условием при этом является создание на промышленном предприятии единого информационного пространства, с помощью которого все автоматизированные системы управления предприятием, а также промышленное оборудование могут оперативно и своевременно обмениваться информацией».

**Дмитрий Пилипенко, заместитель генерального директора SAP СНГ:**

«Цифровое производство» – это приложение идей и технологий переживаемой ныне «цифровой революции» к производственным процессам. Основа «цифровой революции» – возможность сбора и передачи информации в любой форме и объеме из любого места. Этому способствуют повсеместное использование смартфонов, датчиков, видеокамер, GPS-трекеров, радиометок и пр., а также развитие интернета вещей. Возникающая на их основе «сетевая культура» кардинальным образом перестраивает бизнес-модели во многих отраслях. Кроме того, существенно меняются вычислительные мощности. Раньше информация хранилась на жестких дисках, и «узким местом» являлась скорость считывания с него данных. С переходом на технологию «ip-методу» скорость обработки данных возросла на порядок. «Умнее» становятся программные решения, становятся востребованы прогнозная аналитика, технологии машинного обучения, искусственный интеллект. Они берут на себя функции, которые ранее считались подвластными лишь человеческому разуму. Еще одна технология – «цифровые двойники» оборудования. Они отображают реальное состояние оборудования, непрерывно обновляются с помощью данных с датчиков и позволяют прогнозировать его поломки и отказы. Также «цифровое производство» способствуют использованию киберфизических систем, которые позволяют воплотить в жизнь цифровой образ изделия с помощью 3D-печати. Внедряются технологии добавленной, виртуальной и смешанной реальности. Они, напротив, позволяют человеку использовать цифровые визуальные образы реального мира в своей деятельности».



**Сергей Монин, менеджер по продаже решений управления сервисов группы компаний Softline:**

«Системы управления производством начали появляться в середине 20-го века, они были (и по большей части остаются) аналоговыми. Переход к цифровому производству фактически означает переход от аналогового способа транспортировки сигнала к цифровому со всеми сопутствующими преимуществами – скоростью передачи, помехозащищенностью, легкостью обработки сигнала и т.д. По моему мнению, появление новых устройств, которые в той или иной степени умеют анализировать собираемые данные «на борту», никуда их не передавая, – это эволюция, то есть развитие уже существующих устройств, приведение их в соответствие с остальной «обвязкой».



### **Алексей Зенкевич, руководитель подразделения «Промышленная автоматизация» Honeywell в России, Беларуси и Армении:**

«В последние несколько лет в центре внимания крупнейших технологических корпораций, ведущих бизнесменов и политиков мира находится Четвертая промышленная революция, или «Индустрия 4.0». На прошлогоднем Всемирном экономическом форуме в Давосе данная тема стала одной из самых популярных для обсуждения среди гостей мероприятия, а крупнейшая в мире выставка промышленных достижений Hannover Messe уже который год демонстрирует посетителям отдельный павильон, посвященный решениям в области индустриального интернета вещей (IIoT). Все это ярко свидетельствует о высоком интересе мировой промышленной элиты к «Индустрии 4.0» и невольно наталкивает нас на рассуждения о том, насколько уже развиты эти технологии в мире и в нашей стране в частности.

В рамках Четвертой промышленной революции ключевым аспектом становится так называемое цифровое производство. Под этим понятием подразумевается многоуровневая система, включающая в себя датчики и контроллеры, установленные на конкретных узлах и агрегатах промышленного объекта, средства передачи собираемых данных и их визуализации, мощные аналитические инструменты интерпретации получаемой информации и многие другие компоненты. Переход промышленности к такому виду деятельности повлечет за собой выпуск более качественной продукции и создаст новый мир производства, в котором будет наблюдаться более быстрое изготовление нестандартных вещей и высокая кастомизация массовых изделий. Кроме того, «Индустрия 4.0» приведет к созданию более гибких систем, участники которых будут обмениваться информацией через Интернет, что, в свою очередь, значительно увеличит эффективность труда и сократит издержки в производственных процессах».

### **Александр Баталов, руководитель департамента по работе с производственным сектором компании «Системный софт»:**

«Цифровизация – абсолютно логичный процесс, который происходит абсолютно во всех сферах экономики: и в маркетинге, и в розничной торговле, и в сервисе. Современные информационные системы и нейронные сети могут анализировать больше факторов и существенно повышать эффективность любого бизнес-процесса. Разумеется, это касается и промышленного производства – это процесс сейчас заметен невооруженным взглядом в машиностроении, горнодобывающей промышленности, производстве товаров, химической промышленности и многих других отраслях.

Цифровое производство выводит на новый уровень решение всех задач, которые волновали промышленников во все годы, начиная с появления первых мануфактур: снижение процента брака, уменьшение ошибок, вызванных человеческим фактором, оценка качества произведенного продукта. Если раньше для этого использовались организационные методы (например, на заводах появлялись службы контроля качества), то сейчас к ним добавились и программно-аппаратные комплексы. К ним относятся, например, системы IIoT (промышленного «интернета вещей»), которые автоматизируют часть функций и, как следствие, снижают вероятность человеческих ошибок.

Однако, интернет вещей для большинства промышленных предприятий – дело далекого будущего. В бизнесе любой промышленной организации все еще много незакрытых вопросов, связанных с планированием ресурсов, управлением жизненным циклом изделия, принятием информированных решений. Для каждой из этих задач есть информационные системы, которые в той или иной мере меняют производство на самом базовом уровне: они трансформируют цепочки формирования добавленной стоимости».







### **Алексей Талаев, руководитель департамента прогнозной аналитики и оптимизационного планирования ИТ-компании Navicon:**

«Перед любым производителем на конкурентном рынке стоят две главные задачи: максимально снизить себестоимость выпускаемой продукции и увеличить получаемую чистую выручку, при этом поддерживая качество продукции на неизменно высоком уровне. Чтобы их решить, на всех этапах процесс производства должен быть полностью управляемым и прозрачным. Например, нужно четко, поэтапно отслеживать цепочку создания стоимости на каждую единицу продукции. Для этого на предприятии создается единое информационное пространство, где высокотехнологичное оборудование, аналитические и управленческие ИТ-системы в режиме нон-стоп обмениваются данными. Именно такая среда и приходит на ум, когда говорят про «цифровое производство».

На технологическом уровне оно представлено инженерной инфраструктурой: сенсорами промышленного интернета вещей и высокотехнологичным оборудованием (например, роботизированными производственными линиями).

На уровне собственно производства – системами мониторинга и аналитическими инструментами, которые обрабатывают полученные с оборудования данные и помогают своевременно влиять на основные средства производства.

Наконец, на управленческом уровне «цифровое производство» – это синхронизация работы всех подразделений, подход, связанный с интегрированным планированием и адаптацией всей цепочки бизнес-процессов к выполнению единой цели: к выходу на новые рынки, увеличению маржинальности или выпуску уникальных продуктов.

Но сегодня прозрачность производства для топ-менеджмента компаний – еще не все. Потребитель становится более информированным и требовательным. Он хочет знать о приобретаемом продукте все, вплоть до соответствия компании-производителя экологическим стандартам. Стираются информационные границы между производителем и потребителем, и понятие «цифрового производства» включает, в том числе, и возможность покупателя в любой момент получить информацию обо всех особенностях, этапах выпуска продукта. С этой целью, к примеру, некоторые итальянские производители оливкового масла (Buonapisci, IlCavallino и др.) устанавливают на своей продукции NFC-метки. По ним покупатель в несколько кликов на смартфоне может узнать об особенностях производства конкретной партии продукта: тип отжима, сертификацию и т.д. Пока подобная практика единична, но с учетом интереса потребителей к здоровому образу жизни постепенно это станет нормой.

Производители начинают более требовательно относиться ко всем этапам выпуска продукта: пристально следят за тем, какие компоненты, детали, пищевые добавки используются, и стараются изменить технологию производства таким образом, чтобы она отвечала требованиям потенциальных покупателей. Потребитель же может сравнить несколько продуктов прямо в момент покупки и выбрать тот, который считает более близким себе или наиболее качественным».

### **Александр Лопухов, заместитель генерального директора по региональному развитию КРОК:**

«В основе цифрового производства лежит эволюция от встроенных систем к киберфизическим. Компоненты производственной системы становятся активными пользователями интернета, взаимодействуют друг с другом для прогнозирования и адаптации к изменениям. Производственные машины не просто автоматически пропускают через себя продукт, а сам продукт, скорее, начинает взаимодействовать с машиной, отправляя ей сигналы о том, что нужно делать. Это, безусловно, требует новых подходов к автоматизации производства».





### **Игорь Волков, заместитель генерального директора ООО «Би Питрон СП»:**

«Цифровое производство – это еще один инструмент повышения эффективности производства сложной техники с помощью информационных технологий. Вероятно, ЦП применимо и для непрерывных производств (добыча нефти/газа, производство лекарственных препаратов), но я рассмотрю примеры производства дискретного типа, как наиболее полно раскрывающего возможности новых цифровых технологий.

ЦП предполагает сквозную автоматизацию процессов, включая ранние этапы разработки изделий. Сквозная автоматизация становится возможной, благодаря переводу всей информации о продукте, процессах его производства и эксплуатации в цифровой вид – создается так называемый «цифровой двойник». Это способствует применению виртуального моделирования на каждом этапе жизненного цикла изделия, которое позволяет выявить

возможные проблемы в конструкции, найти оптимальные параметры технологических процессов и проверить надежность конструкции при разных режимах эксплуатации. Информацию в цифровом виде легче преобразовывать и передавать, что существенно сокращает сроки разработки. Технологические процессы, описанные в цифровом виде, позволяют массово применять оборудование, работающее в автоматическом режиме, а это – прогнозируемое качество. ЦП делает возможным быструю и дешевую переналадку производственных мощностей под изменяющиеся условия, будь то изменения спроса на продукцию на рынке, изменение в цепочке поставщиков комплектующих или выход из строя оборудования. Это дает возможность производить продукцию под индивидуальные нужды заказчиков с ценой конечного изделия, сравнимой с ценой при крупносерийном производстве. Для этого применяется целый ряд технологий – компьютерный инжиниринг и виртуальное моделирование, аддитивные технологии и промышленный интернет, робототехника и мехатроника и др.

Таким образом, ЦП затрагивает не только производственные процессы, но и более ранние этапы – разработку изделия и технологическую подготовку производства, позволяя обеспечить непрерывность потока разнородной информации и ее максимальное использование».

### **Максим Сонных, руководитель отдела промышленной автоматизации ООО «Бош Рексрот»:**

«Цифровое производство – интегрированная система, включающая в себя средства численного моделирования, трехмерной (3D) визуализации, инженерного анализа и совместной работы, предназначенные для разработки конструкции изделий и технологических процессов их изготовления.

Цифровое производство – это концепция технологической подготовки производства в единой виртуальной среде с помощью инструментов планирования, проверки и моделирования производственных процессов. Понятие цифрового производства, по сути, включает в себя три вещи:

- новые процессы технологических служб предприятия (а в ряде случаев и технических служб);
- программное обеспечение, позволяющее реализовать новые процессы;
- определенные требования к предприятию, внедряющему цифровое производство.



Ключевой составляющей концепции цифрового производства является использование определенного программного обеспечения, позволяющего технологам осуществлять свою деятельность более эффективно. Причем в большинстве случаев речь идет не о том, что технолог выполняет привычную ему работу новым способом (к примеру, операционная карта набивалась в текстовом редакторе, а теперь она набивается в специализированной программе), а о совершенно новых, более эффективных процессах.



Понятие цифрового производства тесно переплетается с понятием ИНДУСТРИИ 4.0, или промышленного Интернета вещей (IIoT). В сегодняшней индустрии прослеживается устойчивая тенденция к переходу от жесткого централизованного управления процессами к децентрализованной модели сбора, обработки информации и конечному принятию решений. Причем уровень производительности и автономности децентрализованных систем непрерывно растет, что, в конечном итоге ведет к тому, что такая система становится активным системным компонентом, способным автономно управлять своим производственным процессом.

В целом выгоды от использования концепции цифрового производства состоят, в первую очередь, в снижении количества ошибок в реальном производстве за счет их обнаружения и устранения на ранних этапах подготовки в виртуальной среде. В свою очередь, сокращение ошибок в реальном производственном процессе благоприятно сказывается на затратах на производство (стоимость устранения реальных ошибок всегда выше, чем виртуальных), а также на времени подготовки производства, поскольку ошибки в технологии обнаруживаются и устраняются на этапе проектирования изделия, и, соответственно, запуск производства осуществляется в более короткие сроки. Таким образом, организация цифрового производства помогает сэкономить время и деньги, затрачиваемые на подготовку реального производства».



### **Сергей Кузьмин, президент «Энвижн Груп»:**

«Чуть более 300 лет потребовалось, чтобы осуществить переход от «пара» к «цифре». Именно сейчас современное общество находится в процессе четвертой промышленной революции – «Индустрии 4.0», в основе которой как раз и заложено понятие «цифрового производства».

Можно выделить три составляющих «цифрового производства»: реновация бизнес-процессов, ресурсы для их обновления – программные, аппаратные и кадровые, а также ряд требований и стандартов для их успешного функционирования.

В основе успешного перехода к тотальному «цифровому производству» лежит изменение инструментов планирования, проверки и моделирования производственных процессов, оптимизация управления жизненным циклом продукта. Этот этап подразумевает привлечение внешних консультантов для проведения полного обследования существующих систем, обновления методологии производства с применением принципов BPM. Ограничившись организационными мерами, большинство предприятий решают остановиться в силу отсутствия ресурсов и необходимых инвестиций.

Между тем, одним из ключевых моментов, который входит в концепцию «цифрового производства», является использование определенного программного обеспечения, которое помогает всем участникам процесса быть эффективнее. Обновление, как правило, затрагивает не только производственные и технологические процессы, но и все поддерживающие функции без исключения. Трансформации или полной замене подлежат системы внутреннего и внешнего документооборота, финансового учета и бизнес-планирования. ПО, поддерживающее межмашинную коммуникацию и адаптированное для работы с массивами данных, удовлетворяющее требованиям полуавтономных систем и развитию нейронных сетей, становится актуальным как никогда. Согласно концепции «цифрового производства», технологии связывают виртуальную и физическую реальности все чаще без участия человека, поэтому важно, чтобы внутри компании поддерживалась культура восприятия перемен.

Прозрачность и единообразие процессов, работа по внутренним правилам и соответствие стандартам означают не только гарантию качества, но и способствуют снижению себестоимости продукции и более гибкому управлению всем процессом производства. Именно поэтому зрелые компании, готовые к цифровой трансформации, используют регламенты, основанные на лучших международных практиках, сокращая возможные риски и связанные с ними финансовые и репутационные потери. Как минимум это выражается в необходимости интеграции систем мониторинга для отслеживания потенциальных угроз и устранения реальных инцидентов, планирования сервисных и ремонтных работ».

### **Константин Фролов, заместитель генерального директора ГК «КОРУС Консалтинг»:**

«Говоря о «цифровом производстве», мы имеем в виду не столько использование компьютеров для решения задач, ассоциируемых с производством; мы подразумеваем под этим понятием новый этап, все четче обозначаемый в современной индустрии.

Давайте посмотрим на абстрактное предприятие, которое может потенциально существовать, быть эффективным, устойчиво развиваться, отвечая современным технологическим реалиям. Что отличает это предприятие от предприятия этой же отрасли, но лет 20-30 лет назад?



- Кардинально изменившийся качественно и количественно поток информации, принимаемый во внимание при принятии решений, условно классифицируемый как внутренний (например, ресурсы) и внешний (например, конкурентная среда, спрос, партнеры, технологии, ограничения законодательного характера);
- Предприятие осуществляет свою деятельность в рамках так называемых «отношений жизненного цикла»: на всех его этапах предприятие выполняет вполне конкретные функции, возможно, в кооперации с другими предприятиями, отделяемые от функций эксплуатации и финансирования и неся за это ответственность высочайшего уровня;
- Предприятие имеет доступ к технологиям различного толка, скорость изменений которых очень высока. Эти технологии имеют различную природу: информационные, производственные, сервисные и т.п.;
- Для сохранения своей устойчивости предприятие должно учитывать быстро меняющийся спрос: крупносерийное производство встречается все реже в ассортименте выпускаемой продукции; производство все больше ориентировано на продукцию, каждый экземпляр которой может иметь индивидуальные характеристики;
- Предприятие готово к быстрой смене партнеров без потери производительности и качества выпускаемой продукции: конструкторские бюро, сервисные компании, поставщики оборудования, программного обеспечения, технологических решений могут меняться очень быстро, но без влияния на результаты деятельности во всех ее аспектах, сохраняя ценность бренда;
- Предприятие социально-ориентировано уже не в количестве финансируемых детских садов и домов отдыха, а в результативности воспроизводства квалифицированных кадров, функционируя в экосистеме, включающей научно-исследовательские и учебные учреждения.

Если попробовать кратко описать облик современного цифрового предприятия в свете тех признаков, что описаны выше, то наиболее правильно перечислить те черты, без которых предприятие не может считаться цифровым:

- Корпоративная информационная система, используемая для управления деятельностью, построена на принципах т.н. «Архитектуры предприятия»;
- Информационная система относится к классу ERP II, с претензией на перспективную ERP, уже сейчас рассматриваемую, пока в нечетких границах, как ERP III;
- Для каждого существенного аспекта деятельности предприятия в информационной системе должны быть соответствующие компоненты, позволяющие решать задачи автоматизации на операционном уровне и поддерживать принятие решений на всех уровнях управления: например, ERP (как центральный компонент), PLM, CRM, SCM, MES, EAM, ECM, а также оконечными устройствами, реализующими аддитивные технологии. Разумеется, формат взаимодействия между компонентами информационной системы должен быть цифровым;
- Это должна быть открытая система в смысле возможности подключения новых компонентов, интеграционный элемент системы должен обеспечивать такую интеграцию с использованием протоколов, считающихся стандартными;
- Система управления должна иметь возможность получать и обрабатывать информацию из внешнего мира, с учетом собственного состояния. Для этого система должна характеризоваться откры-



тостью в смысле взаимодействия с интернетом: любая информация, имеющая отношение к деятельности предприятия, существующая во всемирной паутине, должна быть обработана с целью получения дополнительной ценности – напрямую или опосредованно. В этой связи системы класса e-Business (и e-Commerce как частный случай) уже сейчас рассматриваются как обязательный компонент корпоративной информационной системы;

- Максимально возможная автоматизация на операционном уровне: если машина может заменить человека в производственном контуре и это экономически оправдано, такая автоматизация должна быть реализована;
- Чем выше уровень управления, тем менее структурированной информацией располагает управленческий ресурс для принятия решений. Умение самообучаться в целях уменьшения неструктурированности информации за счет технологий (методов, алгоритмов) самообучаемости – отличительная черта информационной системы цифрового предприятия;
- Базисно корпоративная информационная система должна строиться на сервисно-ориентированной платформе: ее отсутствие не позволит добиваться быстрых изменений, которые должны не отставать от бизнес-потребностей;
- Сегодня требуются большие объемы вычислительных мощностей, чтобы комплекс информационных задач решался быстро, а завтра – затишье. Предприятие завтрашнего дня, считающееся цифровым, практически не будет иметь своего серверного оборудования. Все в облака!

Итак, что имеем? Архитектура предприятия, концепция жизненного цикла, сервисно-ориентированная платформа, аддитивные технологии, облака, интернет, интернет вещей – тот самый IoT, ERP II/ERP III, e-Business, Большие данные, самообучение (Machine Learning).

И еще один признак цифрового предприятия: в совете директоров цифрового предприятия появляется новая фигура: так называемый CDO – Chief Digital Officer. Это та самая роль, которая вместе с персоналом в подчиненной ей службе формирует концепцию, разрабатывает методы, позволяющие извлечь ценность из информации. Теряем деньги на выпуске ненужной продукции, потому что рынку нужно было ее на 20% меньше? Способ борьбы с явлением давно известен: Social CRM! Доказываем правоту, обосновываем подход к решению задачи и вместе с CIO воплощаем в жизнь».



### **Игорь Сергеев, Директор департамента «Цифровое производство» компании «Сименс» в России:**

«Дигитализация в промышленности – это довольно новый тренд развития, и терминология еще не устоялась. В некоторых случаях термины Digital Enterprise (Цифровое предприятие) и Smart Factory (Умная фабрика) используются как синонимы. В компании «Сименс» термином Digital Enterprise обозначается портфель инструментов для реализации Smart Factory, условного предприятия будущего, где преимущества массового производства сочетаются с возможностями индивидуального изготовления для конкретных клиентов. Речь идет об автоматической оптимизации производства с минимальными затратами.

С нашей точки зрения «Цифровое производство» – это новое качество предприятия, подразумевающее интеграцию цифровых технологий по всей цепочке создания продукта, включая разработку продукта, создание технологии производства, подготовку производства, само производство и его сервис. Для каждой фазы производства специфичны свои устройства, свои задачи, взаимодействие с внутренними и внешними поставщиками. Мы исходим из того, что все перспективные предприятия будут модели-ориентированными (Model-Based Enterprise). И, если мы говорим про «Цифровое производство», то у нас возникнет параллельная цепочка создания продукта, но цифровая, состоящая из цифровых двойников (моделей). Нам необходимы инструменты для работы с этими двойниками на каждом производственном этапе для объединения виртуального и реального миров. Например, мы можем с минимальными затратами средств и времени провести виртуальную пуско-наладку производства с помощью программного обеспечения и модуля симуляции, а потом перенести эти результаты в реальный мир, оптимально запустив технологическую линию».

## Под знаменем цифровой революции: настоящее и будущее

**Современные производители работают и развиваются в очень непростое время. С одной стороны, это эпоха невероятного уровня развития технологий и таких же невероятных перспектив, с другой, – период новых вызовов, от способности ответить на которые зависит место компании в новых рыночных условиях. Четвертая промышленная революция – какие возможности и риски она несет с собой?**

Текст: Наталья Коношенко

Первая промышленная революция произошла на рубеже 1760-х годов. Именно тогда, с началом промышленного применения парового двигателя и активного строительства железных дорог, закончилась эпоха малоэффективного ручного труда и началось стремительное развитие машинного производства. Конец XIX века был ознаменован масштабной электрификацией и широким внедрением на производстве конвейеров, положивших начало массовому производству, каким мы его знаем. Третья промышленная революция – компьютерная или цифровая – началась в 1960-х годах и продолжается до нашего времени. Ее пусковым механизмом стало изобретение и широкое применение полупроводников, ЭВМ, а позже – персональных компьютеров и сети Интер-

нет. Какие изменения породили Четвертую промышленную революцию?

Началом Четвертой промышленной революции стал рубеж тысячелетий. Она принесла с собой массовое использование сети Интернет, разработку миниатюрных производственных устройств, обучающихся машин и искусственного интеллекта. Основанные на аппаратном и программном обеспечении цифровые технологии сами по себе не являются новшеством, но объединяясь в глобальные сети, постоянно совершенствуясь, интегрируясь все в новые и новые сферы человеческой жизни, они неуклонно трансформируют глобальную экономику, уходя все дальше от уровня третьей промышленной революции.



Некоторые аналитики считают современный взлет технологий продолжением третьей промышленной революции, но в то время как Индустрия 3.0 была направлена на автоматизацию отдельных процессов, Индустрия 4.0 предусматривает сквозную цифровизацию всех физических активов и их интеграцию в цифровую экосистему вместе с партнерами, участвующими в цепочке создания стоимости. Стремительный рост темпов развития технологий, глубина и масштаб их применения наталкивают на мысль, что новые тенденции лишь укрепятся и приведут к полному изменению существующего технологического уклада.

Термин Индустрия 4.0 был предложен на Ганноверской ярмарке в 2011 году; под ним подразумевают процесс коренного преобразования глобальных цепочек создания ценности, логическим итогом которого станет мир, где виртуальные и физические системы производства гибко взаимодействуют между собой на глобальном уровне, обеспечивая полную адаптацию продуктов и формирование новых операционных моделей.

### В чем заключается фундаментальность нынешних изменений, позволяющая говорить об их уникальности в рамках истории человечества?

Во-первых, темпы развития. В то время как переход от паровых машин к электричеству занял полтора века, цифровые технологии развиваются огромными темпами, речь идет об экспоненциальных темпах развития. Причиной тому является уже существующее взаимопроникновение различных областей знаний, отраслей промышленности, сфер человеческой жизни, а также высокая эффективность разрабатываемых технологий.

Во-вторых, широта и глубина распространения. Разнообразие и уровень развития технологий приводят к беспрецедентным изменениям во всех областях человеческой жизни – промышленности, экономике, медицине, социуме.

В-третьих, системные изменения. Уникальность Четвертой промышленной революции состоит в интеграции большого числа технологий, открытий, направлений. Речь идет не о локальном применении тех или иных технологий, а об их слиянии, объединении в систему, что влечет за собой глубокие структурные изменения, проявляющиеся на глобальном уровне практически по всем странам, компаниям, отраслям и обществу в целом.

### Какие технологии определяют Четвертую промышленную революцию?

Сформировать точный список всех технологий цифрового производства едва ли представляется выполнимым. Возможности современных технологий



### Владимир Путин, Президент Российской Федерации:

«Для выхода на новый уровень развития экономики, социальных отраслей нам нужны собственные передовые разработки и научные решения. Необходимо сосредоточиться на направлениях, где накапливается мощный технологический потенциал будущего, а это цифровые, другие, так называемые сквозные технологии, которые сегодня определяют облик всех сфер жизни. Страны, которые смогут их генерировать, будут иметь долгосрочное преимущество, возможность получать громадную технологическую ренту. Те, кто этого не сделает, окажутся в зависимом, уязвимом положении. Предлагаю запустить масштабную системную программу развития экономики нового технологического поколения, так называемой цифровой экономики. Это вопрос национальной безопасности и технологической независимости России, в полном смысле этого слова – нашего будущего» (из Послания Президента РФ к Федеральному Собранию 1 декабря 2016 года).

кажутся безграничными, и наблюдаются они практически во всех сферах человеческой жизни. Объединяет их эффективное использование цифровых и информационных технологий и опора на вычислительные мощности. Классифицировать технологические драйверы цифровой революции можно по-разному, но Клаус Шваб, основатель и Президент Всемирного экономического форума, на основании результатов исследования, проведенного Всемирным экономическим форумом, и ряда глобальных экспертных советов, выделяет три основных блока (физический, цифровой и биологический), в каждом из которых есть свои мегатренды. Все они взаимосвязаны и активно пользуются возможностями друг друга.

### Физический блок

Существует четыре основных физических проявления преобладающих технологических мегатрендов, которые являются очевидными благодаря своей материальности:

1. Беспилотные транспортные средства. Разработки беспилотного автомобиля у всех на слуху, но практическое применение находят и другие автономные транспортные средства, включая грузовики, дроны, складскую технику, воздушные и морские суда. Их тиражирование происходит за счет активного развития искусственного интеллекта и совершенствования разнообразных датчиков, которые повышают управляемость транспортных средств, совершенствуют их способность распознавать объекты окружающей среды и реагировать на них, меняя маршрут при необходимости. Активное развитие и постепенное удешевление дронов даст возможность их широкого применения, например, для контроля удаленных производственных объектов, проверки линий электропередач и т.д.

2. 3D-печать, или аддитивные технологии – это производство изделия методом послойной печати на базе цифрового макета. Начавшись как технология быстрого создания прототипов, сегодня 3D-печать применяется и для создания готовых деталей. Ее преимуществами являются возможность создания деталей сложных геометрических форм или под индивидуальные требования заказчика (высокая кастомизация), скорость создания макета и производства изделия, эффективное использование материала. Более того, ведется работа по разработке технологии 4D, которая создаст новое поколение самоизменяющихся продуктов, способных реагировать на изменения окружающей среды.

3. Передовая робототехника. Сегодня промышленные роботы находят свое применение практически в любой отрасли промышленности. Их преимущества заключаются в скорости и эффективности работы, снижении риска ошибок, вызванных человеческим фактором, способности работать в тяжелых или опасных для человека условиях. Гибкость и адаптивность роботов постоянно растет. Сегодня они могут не только действовать по заданным программам, но и взаимодействовать с другими роботами и оборудованием, корректировать свои действия, получая информацию от различных датчиков или при помощи облачных технологий. Так что появление полностью безлюдных предприятий в скором времени может стать повсеместным.

Облачные технологии – это технологии хранения и обработки данных на многочисленных распределенных в сети серверах, которые предоставляются Интернет-пользователю как онлайн-сервис.

4. Новые материалы. Еще одним материальным проявлением современных технологий являются по-



### Клаус Шваб, основатель и Президент Всемирного экономического форума:

«Из множества разнообразных и увлекательных задач, стоящих перед современным обществом, наиболее важной и впечатляющей является осознание и формирование новой технологической революции, которая предусматривает как минимум преобразование человечества. Мы стоим у истоков революции, которая фундаментально изменит нашу жизнь, наш труд и наше общение. По масштабу, объему и сложности это явление, которое я считаю четвертой промышленной революцией, не имеет аналогов во всем предыдущем опыте человечества».

являющиеся практически ежегодно новые материалы, обладающие уникальными свойствами – самовосстанавливающиеся и самоочищающиеся «умные» материалы, металлы с памятью возврата к исходной форме и так далее. В целом, материалы становятся более прочными, легкими, адаптивными, пригодными для вторичной переработки. Они не только открывают производителям новые возможности и позволяют создавать продукты с уникальными характеристиками, но и способны изменить сами экономические модели, по которым развивается промышленность.

Например, инновационные решения в области термоактивных пластмасс могут обеспечивать производство материалов многократного применения, которые раньше считались непригодными к последующей переработке, но сегодня используются в самых разных областях, от производства мобильных телефонов и монтажных плат до комплектующих в аэрокосмической отрасли. Изобретение новых классов терморезистивных полимеров, пригодных ко вторичному использованию, под названием полигексогидротриацины (ПГТ) является важным шагом в сторону создания циркулярной экономики (экономики замкнутого цикла), которая является



самовосстанавливающейся по своей природе и работает за счет снятия жесткой причинно-следственной зависимости между ростом (производства) и потребностью в ресурсах.

**Цифровой блок** представлен тем, что получило название «Интернет вещей» (Internet of Things) – практика взаимодействия между физическими объектами (оборудованием, продуктами, зданиями), которая обеспечивается встроенными технологиями и различными платформами. Интернет вещей – самое яркое проявление симбиоза физических объектов и цифровых технологий. Он является главным связующим звеном между физической и цифровой реальностью. Стремительное развитие датчиков, сенсорных систем, мобильной и Интернет-связи и прочих средств подключения объектов к виртуальным сетям меняют способ управления цепочками поставок, предоставив возможность осуществлять мониторинг и оптимизацию активов, а также деятельность предприятия на самом детальном уровне.

Интернет вещей дает огромные преимущества в области удаленного мониторинга процессов. Оснатив контейнер или упаковку датчиком или меткой радиочастотной идентификации (RFID), можно отслеживать его продвижение по цепочке поставок в режиме реального времени. Производителям это даст возможность более гибкого и эффективного управления цепочками поставок (что имеет огромное значение для компаний с длинными и сложными цепочками поставок), а потребители получают новый уровень сервиса – возможность постоянно отслеживать продвижение заказанного пакета или документа.

**Биологический блок.** Этот сегмент современных технологий включает в себя огромный пласт инноваций в биологической сфере, в частности в генетике и биоинженерии, ставший возможным за счет развития вычислительных мощностей, позволивших отказаться от метода проб и ошибок и перейти к расчетам и тестированию конкретных генных вариаций.



### Павел Захаров, Вице-президент по технологическому консалтингу Oracle в странах СНГ:

«Роль информации в современном мире быстро возрастает. Данные становятся самым ценным ресурсом, «нефтью и сталью» завтрашнего дня. Именно поэтому цифровая трансформация приобретает критическое значение для предприятий. Только с помощью инновационных технологий они могут получить новые конкурентные преимущества, найти новые направления развития бизнеса.

Число источников данных, объем информации растут экспоненциально. Приборы, датчики становятся все «умнее», они начинают общаться друг с другом. По оценкам Gartner, к 2020 году количество объектов в Интернете вещей превысит 6,4 миллиарда. Это открывает принципиально новые возможности использования информации и требует новых технологий для обработки данных в реальном времени, оперативного реагирования на различные ситуации.

Разработка таких «интеллектуальных» приложений связана не только с обработкой огромных объемов данных, но и с развитием систем машинного обучения. Быстро развивается разработка сервисов, применяющих «искусственный интеллект» для автоматизации процессов и выполнения действий на основе огромного количества информационных сигналов. Информационные системы учатся использовать результаты анализа данных для изменения бизнес-процессов, прогнозирования потребностей, более точной настройки предложения заказчиком.

Облачная среда оптимально подходит для развертывания самообучающихся систем, обрабатывающих огромные объемы информации. Она позволяет строить гибкие, эффективные, развивающиеся, масштабируемые решения – информационные системы завтрашнего дня. Опросы показывают, что уже сегодня большинство организаций понимают значимость совместного использования облачной модели и самообучающихся систем.

В эпоху 4-й Промышленной Революции данные становятся самым важным активом организаций, и их эффективное использование должно быть приоритетом. Применяя интегрированную облачную стратегию, можно в полной мере реализовать потенциал всех используемых данных. Организации, не способные освоиться в новом информационном мире рискуют оказаться за бортом. А учитывая скорость изменений, это может случиться раньше, чем вы думаете».

### Какими будут основные последствия Четвертой промышленной революции для мировой экономики?

Глобальное исследование развития цифровых технологий и Индустрии 4.0, проведенное компанией Oracle, свидетельствует о том, что четвертая промышленная революция окажет сильнейшее влияние на принципы, по которым функционирует мировая экономика. Она затронет все крупные макропеременные (ВВП, инвестиции, потребление, занятость, торговлю, инфляцию) и окажет кардинальное воздействие на способы ведения, организацию бизнеса и обеспечение его ресурсами.

Клаус Шваб выделяет четыре основных последствия Четвертой промышленной революции для всех отраслей:

#### 1. Изменение ожиданий потребителей.

Цифровые технологии раскрывают новые возможности оценки потребительского поведения, а потребители в свою очередь получают больше возможностей для оценки производителя – качества его товара и услуг, обоснованности цены, скорости доставки. Повсеместная цифровизация повышает прозрачность процессов не только внутри организации, но и для ее клиентов.

«Именно возможность обращаться к различным источникам данных, от личных до промышленных, от связанных со стилем жизни до поведенческих, обеспечивает получение многомерной картины покупательского поведения, что еще недавно казалось научной фантастикой, – поясняет Клаус Шваб. – Сегодня данные и информация в псевдореальном времени обеспечивают критические знания о потребностях и поведении клиента, которые определяют маркетинговые решения и решения о продажах. Эта тенденция распространения цифровых технологий направлена на повышение прозрачности, что подразумевает увеличение объема данных в цепочке поставок и увеличение объема данных, предоставленных клиентам. Предлагая равноправное сравнение качества продуктов, данная система сдвигает полномочия в сторону потребителей. В качестве примера можно привести сайты сравнения цен, качества обслуживания и продуктов. Одним щелчком мыши или движением пальца потребители мгновенно перемещаются от одного бренда, услуги или розничного продавца к следующему. Компании больше не могут уклоняться от ответственности за плохое качество продукта. Репутационный капитал завоевывается с огромным трудом и легко утрачивается. Это обстоятельство только усиливается в мире, который становится все более прозрачным».

**2. Качество продуктов совершенствуется за счет данных, повышающих производительность активов.** Цифровые технологии позволяют повысить не только эффективность

производства продукта, но и эффективность его использования. Они дают производителям возможность усовершенствования продукта под индивидуальные требования клиента и дополнение их новыми характеристиками. Например, компания Tesla демонстрирует, как дистанционное обновление программного обеспечения и возможности подключения могут использоваться для повышения ценности автомобиля после покупки вместо его обесценивания со временем. Производители, закупая оборудование, предпочитают покупать вместе с ним и пакет сервисных услуг, а современные технологии, датчики и контроллеры, позволяют сервисным организациям проводить постоянный мониторинг и активное техническое обслуживание оборудования, что в свою очередь повышает эффективность его использования. И речь идет не только о своевременном выявлении неполадок, но и оценке оптимальной загрузки оборудования для увеличения времени их безотказной работы и срока использования. Учитывая стоимость оборудования и стоимость его простоя или поломки, компании-клиенты будут готовы платить за такие услуги.

Кроме того, благодаря внедрению новых методов сбора и анализа данных у компаний появляется возможность получать информацию об использовании продуктов и дорабатывать их в соответствии с новыми требованиями конечных пользователей.

**3. Операционные модели трансформируются в новые цифровые модели.** Первые два следствия Четвертой промышленной революции приводят к третьему – к необходимости пересмотра привычных операционных моделей. Именно поэтому сегодня такая роль отводится стратегическому планированию: компании вынуждены действовать быстрее и проявлять большую мобильность. Высокая ориентация на клиента приводит к смещению акцента во многих секторах с продажи продуктов на предоставление услуг. К примеру, производитель капсульных кофемашин Nespresso кон-



Обновление программного обеспечения Tesla



центрирует свои усилия на процессах, непосредственно связанных с обслуживанием клиентов, и расширяет права и полномочия сотрудников, которые позволили бы сделать клиента приоритетом.

Новые операционные модели ставят новые требования к корпоративной культуре, к уровню квалификации сотрудников, к моделям повышения их профессиональных компетенций, к практикам привлечения и удержания ценных кадровых ресурсов.

«Мне представляется, что успешные организации будут все дальше уходить от иерархической структуры к моделям, в большей степени определяемым сетевым взаимодействием и сотрудничеством. Мотивация будет носить все более внутренний характер, движущей силой станет стремление сотрудников к совместной деятельности, а также управление, направленное на достижение мастерства, независимости и обретение смысла. Это говорит о том, что предприятия все в большей степени будут организованы на основе распределенных команд, удаленных сотрудников и динамичных по составу коллективов с непрерывным обменом данными и знаниями о вещах или задачах, над которыми ведется работа», – отметил Клаус Шваб.

**4. Новые партнерства формируются по мере осознания компаниями важности новых форм сотрудничества.** В условиях, когда формируются длинные и сложные цепочки создания ценности, когда объемы данных постоянно растут, когда услуги основываются на сборе и обработке информации, возникает потребность в новых формах сотрудничества. Несмотря на ужесточение конкуренции, цифровые технологии и сложные информационные сети будут подталкивать компании к совместным проектам по реализации инноваций.

Одним из таких примеров является недавнее сотрудничество промышленного гиганта Siemens, который ежегодно инвестирует в исследования и разработки около 4 млрд долл. США, с Ayasdi – инновационной компанией, основанной в Стэнфордском университете в 2008 году и занимающейся машинами с функциями самообучения. Это партнерство дает Siemens возможность работать с компанией, способной решать непростую задачу генерации идей на основе работы с большим массивом данных, в то время как Ayasdi могут протестировать их топологический подход к анализу данных на основе реальной информации, расширяя при этом свое присутствие на рынке.

Индустрия 4.0 подразумевает вертикальную и горизонтальную интеграцию в цепочках создания стоимости. Интеграция по вертикали объединяет все данные об операционных процессах, их эффективности, управлении качеством, операционном планировании в режиме реального времени в интегральной сети рамках всей организации, начиная от



**Клаус Шваб, основатель и Президент Всемирного экономического форума:**

«Характер происходящих изменений настолько фундаментален, что мировая история еще не знала подобной эпохи – времени как великих возможностей, так и потенциальных опасностей».

разработки продуктов и закупок и заканчивая производством, логистикой и обслуживанием. Горизонтальная интеграция выходит за рамки внутренних операций и охватывает поставщиков, потребителей и всех ключевых партнеров по цепочке создания стоимости.

Внедрение Интернета в производственный процесс и последовательная вертикальная и горизонтальная интеграция процессов в перспективе приведут к объединению предприятиями своих станков, складских систем и средств производства в киберфизические системы (Cyber Physical Systems, CPS) с возможностью независимо обмениваться данными, инициировать определенные действия и самостоятельно управлять друг другом. Это позволит внести кардинальные улучшения в производственные процессы, проектно-конструкторские работы, использование сырья и материалов, а также в процессы управления цепочками поставок и в регулирование жизненным циклом.

На создающихся «умных фабриках» (от англ. smart factory) действует абсолютно новая логика производства: интеллектуальные продукты предполагают однозначную идентификацию и определение их местонахождения в любое время, обладают «знаниями» об истории их создания и их текущем состоянии, а также об альтернативных путях к достижению цели. «Умная фабрика» может учитывать индивидуальные пожелания заказчиков и производить даже штучный товар с высокой рентабельностью. Бизнес-процессы и процессы оказания инжиниринговых услуг организованы дина-

мически: в процесс производства можно вносить оперативные изменения, что позволяет гибко реагировать на неисправности и простои. Производственный процесс полностью прозрачен и позволяет принимать оптимальные решения. Возникают новые формы создания стоимости и новые виды бизнес-моделей. Это дает шанс новым компаниям и малым предприятиям развиваться и предлагать последующие и смежные услуги.

Кроме того, Четвертая промышленная революция способна помочь разрешить важнейшие задачи промышленности: эффективность использования ресурсов и энергии, производительность труда, производство в условиях демографических изменений, максимально полное использование потенциала персонала, гибкая организация труда.

Однако такое сотрудничество часто оказывается далеко не простой задачей. Оно требует значительных инвестиций с обеих сторон для развития корпоративной стратегии, поиска подходящих партнеров, установления каналов связи, приведения в соответствие процессов, а также гибкого реагирования на изменения условий как внутри, так и за пределами партнерства.

### Как обеспечить цифровую трансформацию экономики?

Глобальная конкуренция в сфере технологий усиливается с каждым днем. Чтобы выстоять и преуспеть в этой борьбе, недостаточно усилий только со стороны производителей. Необходим пакет комплексных решений, в реализации которых должны объединить свои возможности предприятия, поставщики ИТ-решений и государственные структуры.

Достоинством примером такого взаимодействия является немецкий проект «Индустрия 4.0», предложенный в январе 2012 года федеральному правительству Исследовательским Союзом Германии (Forschungsunion), объединяющим представителей науки и экономики. Рекомендации по реализации проекта заключались в реализации восьми важнейших направлений:

**1. Стандартизация и создание эталонной архитектуры.** «Индустрия 4.0» подразумевает создание сетевых структур, объединяющих отдельные предприятия, и интеграцию в масштабах всей сети создания стоимости. Это сотрудничество будет иметь успех только при наличии общих единых стандартов. Для их технического описания и внедрения необходимо создать эталонную архитектуру.

**2. Управление комплексными системами.** Продукция и производственные системы становятся все более сложными. В основе их контроля лежат соответствующие концепции планирования и объяснительные модели. Инженерам необходимы методики и инструменты, которые помогут создать

подобные модели.

**3. Глобальная широкополосная инфраструктура для промышленности.** Основным условием для создания «Индустрии 4.0» является наличие глобальных сетей связи высокого качества, защищенных от отказов и сбоев.

**4. Безопасность.** Факторами, играющими решающую роль для успешной работы интеллектуальных производственных систем, являются безопасность их эксплуатации и защищенность от атак извне. С одной стороны, производственное оборудование и изделия не должны представлять опасности для людей и окружающей среды. С другой стороны, само оборудование и продукция нуждаются в защите от неправомерного использования и несанкционированного доступа – при этом особую важность имеют содержащиеся в них данные и информация.

**5. Организация труда.** На «умных фабриках» роль сотрудников заметно изменится. Рост значимости управления в реальном времени вносит соответствующие изменения в содержание труда, рабочие процессы и условия. Это дает возможность повысить степень личной ответственности и раскрытия личности сотрудников, что может быть реализовано с помощью соответствующей социально-технической концепции организации труда.

**6. Образование и повышение квалификации.** Изменения в задачах и требованиях к компетентности сотрудников делают необходимой разработку соответствующих стратегий оценки квалификации сотрудников и организации труда, стимулирующей их потребность в обучении, а также повышения квалификации без отрыва от работы. Для этих целей следует создавать модели образовательных процессов и «центры передового опыта», а также стимулировать развитие цифровых образовательных технологий.

**7. Нормативно-правовая база.** Создание и развитие новых производственных процессов и деловых объединений с горизонтальной структурой должно выполняться в соответствии с существующими правовыми нормами. В число проблем данной сферы входят защита корпоративных данных, вопросы ответственности, обработка персональных данных и торговые ограничения. Здесь играет роль не только законодательная сфера, но и прежде всего экономика в целом. В качестве инструментов регулирования могут использоваться директивы, типовые договоры и коллективные договоры предприятий, а также механизмы саморегулирования, такие как аудиторские проверки и др.

**8. Эффективность использования ресурсов.** Значительное потребление сырья и высокий расход энергии в промышленном производстве сопряжены не только с повышением уровня затрат, но

с определенными факторами риска для окружающей среды и сферы снабжения. В «Индустрии 4.0» продуктивность и эффективность используемых ресурсов значительно возрастут. На «умных фабриках» необходимо будет найти компромиссное решение между привлечением дополнительных ресурсов и возможностями для экономии.

### Как обеспечить цифровую трансформацию предприятия?

На основании «Всемирного обзора реализации концепции «Индустрия 4.0» в промышленных компаниях за 2016 год» был разработан следующий план достижения успеха при цифровой трансформации:

**1. Разработайте свою стратегию реализации концепции «Индустрия 4.0».** Оцените уровень цифрового развития вашей компании и установите четкие цели на ближайшие пять лет. Расставьте приоритеты таким образом, чтобы принимаемые меры приносили максимальную пользу бизнесу и соответствовали общей корпоративной стратегии. Заручитесь поддержкой руководства компании в применении выбранного подхода.

**2. Разработайте первые пилотные проекты.** Пилотные проекты должны иметь ограниченный охват, но демонстрировать целостную концепцию «Индустрия 4.0». Используйте их для подтверждения действенности концепции и демонстрации бизнес-эффекта. Даже если первые проекты будут небольшими или не всегда удачными, полученная практика позволит расширить применение межфункционального и гибкого подхода к своим клиентам и партнерам. Чтобы компенсировать отсутствие стандартов и инфраструктуры, проектирование должно быть прагматичным. Большой поддержкой может стать сотрудничество с лидерами в области цифровых технологий за пределами компании: вузами, стартапами, отраслевыми предприятиями и т.д. Это поможет активизировать цифровые инновации.

**3. Определите необходимые компетенции и ресурсы.** Успех пилотных проектов зависит от их обеспеченности всеми необходимыми ресурсами – не только материальными, но и компетенциями, временем и желанием продвигать цифровые трансформации. Неспособность найти людей, готовых к преобразованиям и имеющих достаточный уровень знаний, может стать самым большим ограничением. Разработайте стратегии привлечения специалистов, обучения кадров, оптимизации процессов, а также стратегии внедрения новых технологий.

**4. Отточите виртуозное мастерство в аналитике данных.** Прорыв современных технологий обеспечен именно появлением технических возможностей для обработки больших объемов данных. Это должно стать залогом цифровых трансформаций и

### «Всемирный обзор реализации концепции «Индустрия 4.0» в промышленных компаниях за 2016 год»

В прошлом году компания PricewaterhouseCoopers (PwC) провела самое масштабное на сегодняшний день исследование тенденций цифровой революции. В нем приняли участие более двух тысяч респондентов из девяти крупных отраслевых секторов и 26 стран.

**493** млрд долл. США – годовой доход от цифровых решений;

**421** млрд долл. США – годовая выгода от оптимизации затрат и повышения эффективности;

**907** млрд долл. США – годовой объем инвестиций в цифровые технологии.

на вашем предприятии. Подумайте, как наилучшим образом организовать аналитику данных. На начальном этапе это может быть создание межфункциональной группы специалистов. Позднее эту функцию можно будет в полной мере ввести в состав вашей организационной структуры. Используйте данные для совершенствования процесса принятия решений и проектирования интеллектуальных систем, повышения качества продуктов и расширения спектра услуг.

**5. Превратите свою компанию в цифровое предприятие.** Чтобы реализовать весь потенциал современных технологий, требуются преобразования в масштабах всего предприятия. Инициатива должна идти сверху, со стороны первых лиц компании, и демонстрировать долгосрочный характер изменений. Создайте условия для развития цифровой культуры: организуйте обучение сотрудников, развивайте их готовность экспериментировать с новыми технологиями и учиться новым методам работы. Итогом должно стать современное, инновационное, непрерывно обучающееся и развивающееся предприятие.

**6. Активно планируйте экосистемный подход.** Разрабатывайте комплексные решения на базе товаров и услуг для своих клиентов. Налаживайте партнерские отношения или используйте имеющиеся платформы, если не можете самостоятельно разработать комплексное предложение. Возможно, вам будет сложно делиться своими знаниями с другими компаниями, и более предпочтительным вариантом для вас может стать приобретение активов. Но все же попробуйте найти решение этой проблемы (возможно, за счет введения технических стандар-



тов), чтобы вы могли извлекать выгоду из участия в платформах, которые не полностью находятся под вашим контролем. Реальный скачок в производительности возможен тогда, когда вы активно стараетесь понять поведение своего клиента и можете управлять ролью вашей компании в будущей экосистеме партнеров, поставщиков и клиентов.

### Заключение

Таковы тенденции, перспективы и вызовы, с которыми компаниям придется столкнуться в ближайшем будущем и которые проявляются уже сегодня. К чему стоит быть готовыми? Прежде всего, к невероятному ускорению темпов развития и внедрения новых технологий, которое повлечет за собой мощнейшую конкуренцию. Размер компании и ее положение на рынке сегодня не гарантируют, что она сумеет удержаться на вершине завтра. В гонку технологий включаются не только крупные игроки рынка, но и небольшие амбициозные стартапы. Скорость изменений, гибкость, инновационность будут иметь решающее значение в конкурентной борьбе. Победит не тот, кто крупнее или имеет долгую и славную историю развития, а тот, кто быстрее выведет на рынок новый продукт, предположит новую услугу, привлечет и удержит расположение клиентов.

Формирование цифрового предприятия – долгий и сложный эволюционный процесс. Он требует развития технологий, хорошо налаженных процессов сбора и анализа данных, а также обмена ими, прозрачности процессов и полной открытости к тесному сотрудничеству с другими игроками рынка. Старые привычные подходы к организации производства в весьма скором времени станут неприменимыми, и тот, кто сегодня сумеет совершить революцию в собственном сознании и принять новые правила игры, займет достойное место в новой мировой экономике.

*Материал подготовлен на основании данных:*

- 1) Клаус Шваб, Четвертая промышленная революция, *World Economic Forum*, 2016;
- 2) «Индустрия 4.0»: создание цифрового предприятия», *Всемирный обзор реализации концепции «Индустрия 4.0» за 2016 год*, ООО «ПрайсвогтерхаусКуперс Консультирование», 2016;
- 3) Рекомендации по реализации проекта ИНДУСТРИЯ 4.0. Резюме заключительного отчета рабочей группы ИНДУСТРИЯ 4.0, *Forschungsunion*, 2016.
- 4) Официальный сайт компании Tesla <https://www.tesla.com>

# НАДЕЖНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

РОСТ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ  
НА 10-15%

ERP  
—  
MES  
—  
CAM/CAE, PDM  
—  
CAD  
**MDC**



МОНИТОРИНГ  
ОБОРУДОВАНИЯ  
И ПЕРСОНАЛА



УПРАВЛЕНИЕ  
ПРОГРАММАМИ  
ДЛЯ СТАНКОВ С ЧПУ



КОНТРОЛЬ  
ПРОИЗВОДСТВА



КОНТРОЛЬ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ  
ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ



УПРАВЛЕНИЕ  
ПРОСТОЯМИ



[www.intechnology.ru](http://www.intechnology.ru)

## Как система мониторинга оборудования может изменить производство



В контексте технологического аспекта повышения эффективности производства сегодня большие ставки делаются на промышленный интернет вещей, или IIoT (Industrial Internet of Things). Ожидается, что именно IIoT поможет оцифровать всю цепочку изготовления изделий, создать интеллектуальное производство и существенно повысить его эффективность. Промышленные разработки сейчас занимают более 60% отечественного рынка IIoT. Как с помощью этого инновационного инструмента поднять отечественную промышленность на новый уровень эффективности?

Текст: Сергей Чуранов, технический директор ООО ИЦ «Станкосервис»

Фото: Установка блоков мониторинга «Терминал-регистратор ТВВ-10» на станки

### Система мониторинга как первый шаг к IIoT

Индустрия 4.0 и полная информатизация производства – это пока еще далекая перспектива. Сейчас основная цель не в том, чтобы научить машины обходиться без людей, а в том, чтобы помочь людям и машинам взаимодействовать. Эту задачу как раз и берут на себя системы класса MDC/MDA (Machine Data Collection/Machine Data Acquisition), проще го-

воря, системы мониторинга. Они позволяют совершенствовать современное производство без существенных вложений, повышая его эффективность и параллельно решая множество смежных проблем. Это и есть определяющая задача и первый шаг на пути к промышленному интернету вещей.

Принцип работы MDC-систем простой. Для современных станков с ЧПУ разрабатываются программы протоколов мониторинга, обеспечивающие получе-



ние от УЧПУ подробной информации о состояниях станка и происходящих на нем изменениях. На станки более старых моделей устанавливаются терминалы-регистраторы, которые подключаются к системе ЧПУ или электроавтоматике станка. Такие программно-аппаратные «агенты-посредники» собирают информацию о работе станков и производственного персонала (сколько станки работали, сколько простаивали, по каким причинам простаивали, кто из операторов в этот момент работал и др.) и отправляют на сервер. В итоге руководители получают отчеты об эффективности работы производства, а отдельные службы предприятия получают объективный инструмент для принятия управленческих решений, направленных на повышение эффективности производственного процесса.

За рубежом уже существует ряд подобных разработок (Omatic, KEPServerEX). Принцип их работы в том, чтобы объединить все оборудование в локальную сеть и превратить телеметрические данные в полезную информацию. Российский вариант системы мониторинга был разработан в 2012 году компанией ООО ИЦ «Станкосервис» и получил название «Диспетчер».

### Объективный контроль производства и повышение прибыли предприятия

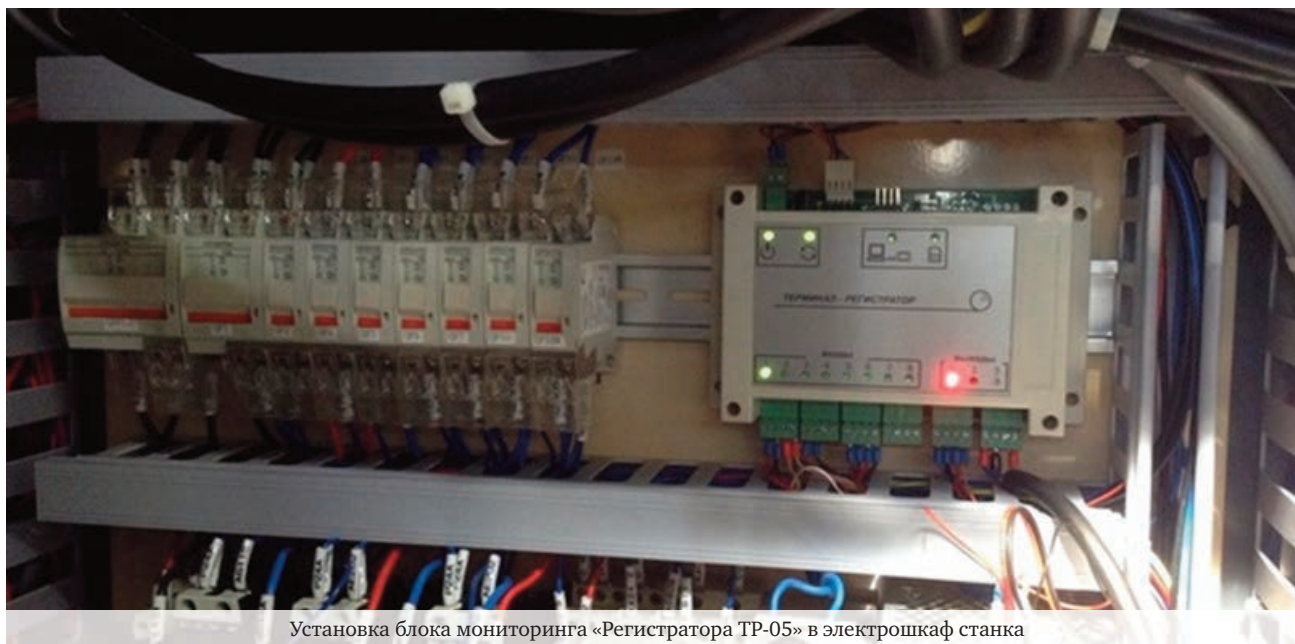
Первая задача, которая возникает в действующем производстве, – это создание условий для максимально эффективного использования оборудования. Система мониторинга «Диспетчер» позволяет оценить реальную загрузку оборудования, которая в свою очередь указывает на узкие места технологических цепочек, перегрузку оборудования. Это дает возможность объективно формулировать направления технического развития. Классификация простоев оборудования помогает оценить реальные

### ТОЛЬКО БЛАГОДАря ПОВЫШЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НА 15% НА УЧАСТКЕ ИЗ 10 СТАНКОВ МОЖНО СЭКОНОМИТЬ 10-20 МЛН РУБЛЕЙ В ГОД

потери рабочего времени, производственных ресурсов и определить ответственные службы и ответственных работников за указанные потери.

Понимая, что объективных методов оценки, кроме заключения цеховых технологов сейчас нет, а анализ загрузки оборудования и эффективность использования они делают по остаточному принципу, «Диспетчер» – это инструмент объективного контроля, особенно когда дело касается производственных подразделений, которые территориально разнесены. Ведь не секрет, что в условиях слабого контроля возникает ситуация, когда идет часть неучтенной продукции либо наоборот не полностью используется отдельное оборудование, которое могло бы дать дополнительную прибыль. Только благодаря повышению коэффициента использования оборудования на 15% на участке из 10 станков, можно сэкономить 10-20 млн рублей в год. Кроме этого стабилизируется трудовая дисциплина, сокращаются потери энергетических ресурсов, оптимизируется работа сервисных служб, появляется возможность отказаться от работы в выходные или третью смену.

**Контроль производства.** Дополненная функциями и данными в разрезе конкретных технологических операций, система мониторинга позволяет более глубоко контролировать производство. За счет точного контроля основных временных интервалов выполняемого техпроцесса применительно к



Установка блока мониторинга «Регистратора TP-05» в электрошкаф станка

каждой технологической операции, а также подсчета изготовленных и бракованных деталей, можно дополнительно увеличить производительность работы станков и сэкономить финансовые средства предприятия.

Задачи, которые решаются на этой ступени использования системы мониторинга: оптимизация технологических процессов изготовления продукции, формирование обоснованных технологических норм, сокращение выпуска бракованной продукции, целенаправленное выделение финансовых средств на приобретение нового инструмента и приспособлений и контроль эффективности их использования.

На этом же уровне выполняется расчет показателя ОЕЕ, который является комплексным показателем и учитывает потери времени из-за простоев оборудования, потери в скорости и потери в качестве.

Как правило, решение вышеперечисленных задач позволяет повысить эффективность еще на 8-12%.

**Управление простоями.** Следующая ступень оптимизации потерь – это управление простоями оборудования. По сути, это решение двух задач: во-

первых, оперативной и оптимальной диспетчеризации сервисных служб и, во-вторых, рациональной организации и контроля исполнения плановых работ по ТОиР. Эти задачи реализованы в соответствующих модулях системы.

Любой зафиксированный необоснованный простой автоматически появляется в системе, классифицируется оператором и активирует вызов ответственной за данный тип простоев службы. Все в системе фиксируется в отчетах разного уровня, позволяющих быстро оценить проделанную работу, если необходимо провести разбор конкретной ситуации.

На этом этапе внедрения «Диспетчер» позволяет решать следующие задачи:

1. Сокращение продолжительности внеплановых простоев оборудования за счет правильно организованной диспетчеризации оборудования.
2. Предотвращение внеплановых простоев и увеличение срока службы оборудования за счет современных методов планирования ТОиР и контроля за выполнением работ.



«Диспетчер» может получать данные напрямую с большинства современных УЧПУ

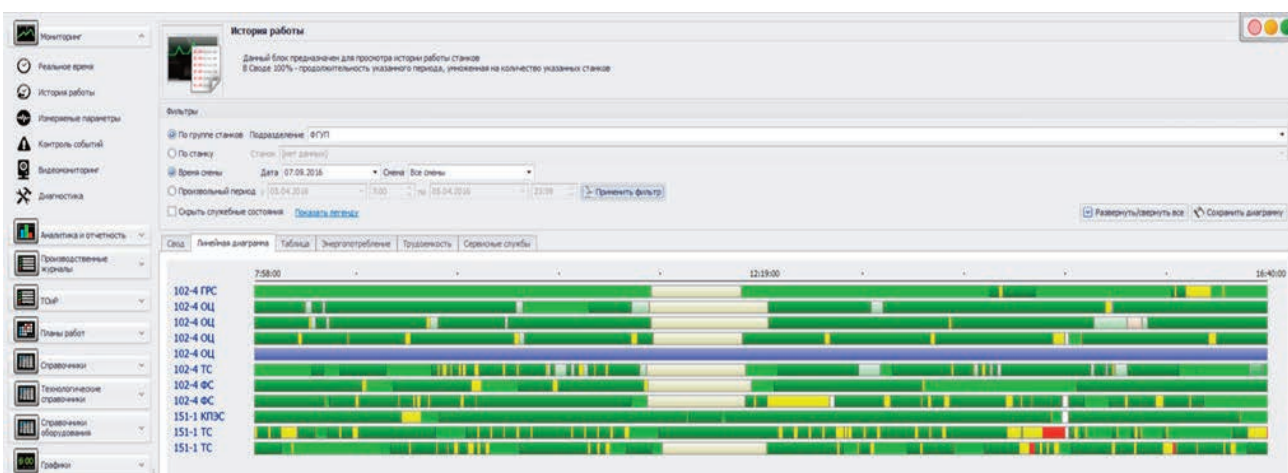


Диаграмма истории состояний работы станков



Клиент АИС Диспетчер (Версия: 2.0.6033.1912 от 08.07.2016) [Admin]

### Динамическая аналитика

Раздел предназначен для быстрого анализа работы станочного оборудования и персонала предприятия и его подразделений. Ключевые показатели эффективности - коэффициенты загрузки оборудования, коэффициенты готовности и характеристики простоев по различным причинам отображаются в разрезе различных периодов времени, подразделений, отдельных станков и конкретных операторов-станочников. Наряду с коэффициентами и значениями суммарных затрат времени (в табличном виде) отображаются графические диаграммы с абсолютными и процентными значениями, а также графики изменения коэффициентов по периодам времени.

**Фильтры**

Уровень аналитики: **Контроль времени работы и простоев оборудования** Масштаб: **По сменам** (По дням, По месяцам, По кварталам, По годам)

Период аналитики: **График работы** Смена: **Смена 1, Смена 2, Смена 3** Период с: **01.11.2016** по **08.11.2016** Применить фильтр

Назад Часы Проценты Данные: По станкам По работникам Обновить

Итог Календарный отчет Состояния и причины простоя

Станок	Итого: с 01.11.2016 по 08.11.2016...			Причины простоя				
	Кз	Кгот	Кзп	Т фонд	Т произ	Т прост	Тпрос.пр	Тпрос.пр
<b>Vcenter ин.389</b>	<b>44%</b>	<b>94%</b>	<b>49%</b>	<b>150,0</b>	<b>65,4</b>	<b>86,0</b>	<b>8,7</b>	
Кондратьев В.В.	69%	96%	72%	47,8	32,8	15,1	1,7	
Зятыков А.А.	75%	69%	107%	16,3	12,2	5,2	5,1	
Голубков Ю.В.	84%	93%	91%	23,9	20,1	3,8	1,7	
Без регистрации работника	0%	99%	1%	62,0	0,3	61,8	0,2	
<b>Vcenter ин.454</b>	<b>43%</b>	<b>91%</b>	<b>52%</b>	<b>150,0</b>	<b>64,9</b>	<b>89,5</b>	<b>12,4</b>	
Кондратьев В.В.	70%	93%	77%	47,8	33,6	15,7	3,2	
Зятыков А.А.	80%	72%	108%	16,3	13,0	4,5	4,5	
Голубков Ю.В.	75%	80%	95%	23,9	18,0	7,5	4,6	
Без регистрации работника	0%	100%	1%	62,0	0,3	61,8	0,1	
<b>CHEVALIER ин.439</b>	<b>31%</b>	<b>84%</b>	<b>46%</b>	<b>150,0</b>	<b>46,2</b>	<b>112,2</b>	<b>22,9</b>	
Худобкин С.Л.	49%	79%	70%	55,1	26,9	30,1	11,6	
Михайлов Д.В.	58%	65%	92%	32,7	19,1	20,2	11,1	
Без регистрации работника	0%	99%	1%	62,2	0,2	62,0	0,1	
<b>CHEVALIER ин.22</b>	<b>37%</b>	<b>88%</b>	<b>48%</b>	<b>150,0</b>	<b>55,9</b>	<b>98,5</b>	<b>16,8</b>	
Худобкин С.Л.	61%	80%	81%	55,1	33,8	21,9	10,6	
Михайлов Д.В.	66%	80%	85%	32,7	21,7	14,8	6,2	
Без регистрации работника	1%	99%	1%	62,2	0,3	61,9	0,0	
<b>HARDINGE ин.161</b>	<b>41%</b>	<b>91%</b>	<b>50%</b>	<b>150,0</b>	<b>61,4</b>	<b>95,4</b>	<b>13,0</b>	
Тихомиров С.Ю.	71%	78%	93%	40,9	29,2	18,2	8,9	
Васильев А.Л.	68%	92%	76%	47,1	31,8	15,5	4,0	
Без регистрации работника	1%	100%	1%	62,0	0,5	61,7	0,2	
<b>CHEVALIER ин.399</b>	<b>39%</b>	<b>78%</b>	<b>60%</b>	<b>150,0</b>	<b>58,3</b>	<b>116,2</b>	<b>32,3</b>	
Тихомиров С.Ю.	69%	42%	127%	40,9	28,2	31,7	23,7	

[Свернуть все](#) [Развернуть все](#)

#### Состояния: с 01.11.2016 по 08.11.2016, [График работы] для [Vcenter ин.389]

- Организационный простой: 51%, 77,14
- Т произ: 43%, 65,44
- Производственный простой: 6%, 8,74
- Нерегламентированный простой: 0%, 0,14
- Технический простой: 0%, 0ч

#### с 01.11.2016 по 08.11.2016, [График работы] для [Промтехэкспо \ Цех ЧПУ]

Аналитика эффективности работы участка с погружением до станка и оператора



3. Формирование отчетов, справок и вспомогательных документов за счет наличия в системе справочников, журналов и удобной системы отчетности.

Подобная оптимизация позволяет на 10-15% сократить необоснованные простои, тем самым заметно влияя на прибыль предприятия.

**Контроль эффективности энергопотребления.** Наибольшие затраты энергоресурсов на предприятиях, где в основном эксплуатируется технологическое оборудование, приходятся на электроэнергию. Система мониторинга, благодаря возможности контроля состояний станков, умеет контролировать потери электроэнергии с точностью до оборудования и работника, а также определять причины этих потерь. Это позволяет планировать расход электроэнергии непосредственно для плана выпуска продукции, реально контролировать энергоэффективность оборудования, сравнивая планируемые удельные затраты электроэнергии с фактическими. Эффективное управление энергопотреблением позволяет снизить расходы производства еще на 5-7%.

Таким образом, практика применения системы мониторинга показывает, что обеспечиваемые этой системой информация и функционал могут использоваться для решения самых разных вопросов управления производством. С помощью динамической аналитики системы мониторинга руководитель предприятия или конкретного производственного подразделения может быстро оценить основные показатели эффективности как в целом, так и углубляясь на уровень цеха, участка, станка и конкретного оператора.

Прослеживая изменение ключевых показателей эффективности во времени, руководитель получает возможность оценки тенденций, проведения углубленного анализа и своевременного принятия мер по улучшению ситуации. И наоборот, столкнувшись с неблагоприятной ситуацией, например, жалобами цехов на плохое обеспечение инструментами, руководитель производства может исследовать влияние соответствующей причины простоя на различные подразделения, конкретные станки, определить, по

каким видам деталей и технологических операций проблема с инструментами носит ярко выраженный характер и с какого момента времени данная проблема стала проявляться.

### Опыт предприятий

Сегодня система мониторинга «Диспетчер» используется более чем на 50 крупных российских предприятиях, включая Холдинг «Вертолеты России», ФГУП «ВНИИА им.Н.Л. Духова», ОАО РКЦ «Прогресс», РФЯЦ-ВНИИТФ Консорциума «Цифровое предприятие» и др. После внедрения данной технологии руководители ИТ-отделов и топ-менеджеры предприятий отмечают значительное улучшение эффективности производства: повышается коэффициент загрузки оборудования, станки меньше простаивают, меняется психология рабочих – люди начинают работать не на свой карман, а на благо компании. В результате экономятся серьезные ресурсы. По словам Рината Сайдуллина, начальника лаборатории ФЯО ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина», после внедрения системы сразу возникает вопрос: как мы жили без этого раньше?

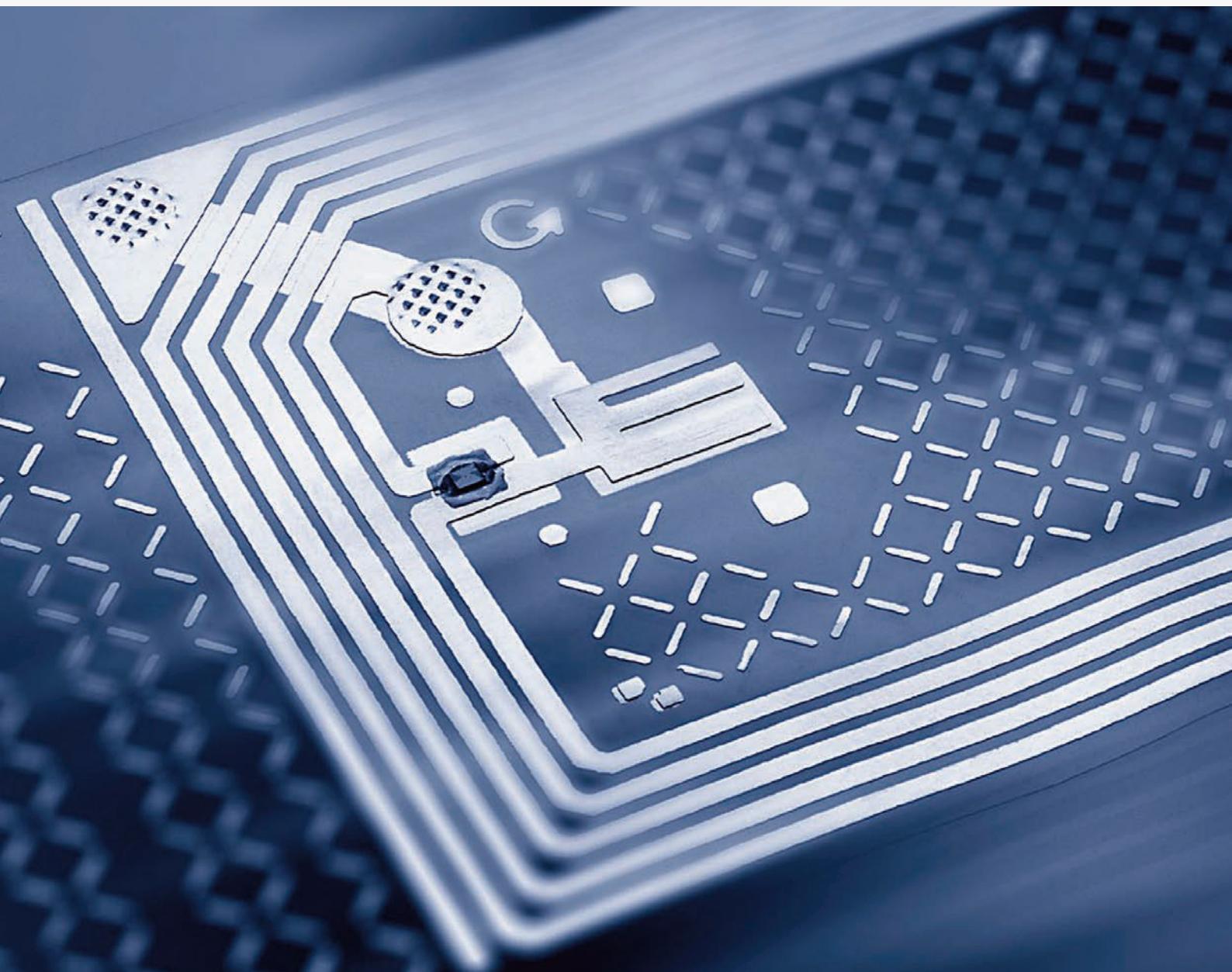
Мониторинг работы персонала и оборудования – это всего лишь инструмент для получения информации, однако при грамотном использовании этой информации можно более уверенно принимать обоснованные управленческие решения, позволяющие, в конечном итоге, вывести предприятие на новый уровень эффективности. Главное – сделать первый шаг и открыть глаза на проблемы.

**БОЛЕЕ ПОДРОБНО ОЗНАКОМИТЬСЯ С СИСТЕМОЙ МОНИТОРИНГА «ДИСПЕТЧЕР» ИЛИ СДЕЛАТЬ ЗАЯВКУ НА ПИЛОТНЫЙ ПРОЕКТ МОЖНО НА САЙТЕ [WWW.INTECHNOLOGY.RU](http://WWW.INTECHNOLOGY.RU)**



**ДИСПЕТЧЕР**  
МОНИТОРИНГ ОБОРУДОВАНИЯ

## RFID-технологии на службе производителей



Технологии автоматической идентификации применяются на производстве, складах, в дистрибуционных центрах уже многие годы. Штриховое кодирование, смарт-карты, технологии машинного зрения помогают быстро и просто установить тип изделия и получить необходимую информацию о его характеристиках. Важное место в этом списке занимают и технологии радиочастотной идентификации. И хотя первые аналоги современных RFID-меток существовали еще в 30-е годы, широкое распространение в промышленности они получили сравнительно недавно. Чем объясняются преимущества RFID-технологий?

Текст: Наталья Коношенко  
Фото: RFID-чип, Siemens AG

Под RFID-технологиями, или технологиями радиочастотной идентификации (Radio Frequency Identification), понимают метод автоматической идентификации объектов путем считывания данных с транспондеров (RFID-меток) посредством радиосигналов. Информацию с метки снимает считывающее устройство (ридер).

RFID-метка представляет собой интегральную схему для хранения и обработки информации, модулирования и демодулирования радиочастотного сигнала, снабженную антенной для приема и передачи сигнала. Именно антенна определяет размеры метки (как правило, от размера почтовой марки до открытки). От размера и типа антенны зависит расстояние, с которого ридеры способны считать сигнал метки.

Радиочастотные метки подразделяют на активные и пассивные. Пассивные не имеют встроенного источника энергии – функционирование чипа осуществляется благодаря электрическому току, индуцированному в антенне электромагнитным сигналом от считывателя. Они меньше и легче активных меток и имеют практически неограниченный срок службы.

Активные RFID-метки обладают собственным источником питания, не зависят от энергии ридера и потому могут нести большой объем информации, иметь дополнительные сенсоры (например, температуры), считываться на большом расстоянии и в агрессивной для радиочастотного сигнала среде.

Так для сравнения: низкочастотная (НЧ) пассивная RFID-метка, как правило, имеет расстояние чтения, равное нескольким сантиметрам. Для пассивной высокочастотной (ВЧ) метки это расстояние составляет около 1 метра. Расстояние чтения ультравысокочастотной (УВЧ) пассивной метки, как правило, не превышает 7 метров. УВЧ-активная метка (например, 433 МГц) может читаться на расстоянии 100 метров, а активная метка в гигагерцовом диапазоне может иметь расстояние чтения свыше 100 метров.

Впрочем, активные RFID-метки имеют и свои недостатки, а именно – большие размеры, высокая стоимость и ограниченное время работы батарей.

По типу используемой памяти RFID-метки делятся на:

- Только для чтения (Read Only) – информация записывается только один раз, сразу при изготовлении. Перезапись невозможна, что обеспечивает высокую защиту от подделки. Такие метки используются исключительно для идентификации изделий.
- Для однократной записи (Write Once, Read Many) – отличие от метки первого типа заключается в том, что кроме уникального идентификатора такие метки содержат блок

### Что такое RFID?

RFID (англ. Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация) – способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в транспондерах, или RFID-метках.

однократно записываемой памяти. Внесение информации может осуществляться пользователем. Информация доступна для многократного прочтения.

- Для чтения и записи (Read and Write) – такие метки содержат идентификатор и блок памяти для многократного чтения/записи информации.

Ридеры, или считывающие устройства, могут быть стационарными и переносными. Стационарные крепятся на стенах, дверях, складской технике (штабелерах, погрузчиках), рядом с конвейером на пути следования изделий, фиксируя тем самым перемещение объектов в реальном времени и автоматически загружая данные в систему. Их преимущество по сравнению с переносными считывателями заключается в большей мощности и зоне чтения, а также в способности обрабатывать данные с нескольких десятков меток. Мобильные считыватели обладают сравнительно меньшей дальностью действия и зачастую не имеют постоянной связи с программой контроля и учета. Считанные данные записываются на внутреннюю память ридеров и впоследствии могут быть загружены в компьютер.

Почему же RFID-технологии обретают сегодня такую популярность и в чем их преимущества по сравнению со штрих-кодированием?

По сравнению с другими методами идентификации:

- RFID-метки могут перезаписываться и дополняться много раз, тогда как данные на штрих-коде не могут быть изменены – они записываются сразу при печати.
- Считывающему устройству не требуется прямая видимость RFID-метки, чтобы считать ее данные; часто не играет роли взаимная ориентация или скорость перемещения маркированного изделия. Для чтения данных метке достаточно хотя бы ненадолго попасть в зону регистрации. Метки могут читаться через упаковку, что делает возможным их скрытое размещение.
- Больше расстояние чтения.
- Большой объем хранения данных.
- Поддержка чтения нескольких меток. Промышленные считывающие устройства могут одновременно считывать множество



(более тысячи) RFID-меток в секунду.

- Повышенная устойчивость к воздействию окружающей среды. В то время как штрих-код легко повреждается, RFID-метки часто обладают повышенной прочностью, что особенно важно в случаях многократного использования маркированного предмета (например, при идентификации контейнеров или другой тары).

- RFID-метка может использоваться для выполнения других задач, помимо функции носителя данных. Штрих-код же не программируем и является лишь средством хранения данных.

- Высокая степень безопасности. Уникальное неизменяемое число-идентификатор, присваиваемое метке при производстве, гарантирует высокую степень защиты меток от подделки. Также данные на метке могут быть зашифрованы. Радиочастотная метка обладает возможностью закрыть паролем операции записи и считывания данных, а также зашифровать их передачу. В одной метке можно одновременно хранить открытые и закрытые данные.

Что дает производителю применение технологий радиочастотной идентификации?

- сокращение затрат на ввод данных и исключение ошибок, связанных с ручным вводом информации;

- высокая оперативность получения и передачи информации;

- высокая степень автоматизации управления производством, складами, транспортом, доступом людей в помещения;

- полностью автоматическая регистрация с последующей компьютерной обработкой результатов (например, система может зафиксировать поступление материалов на склад и передать сигнал ответственному сотруднику);

- повышение контроля качества в производственных, складских и транспортных операциях;

- сокращение учетного документооборота и трудозатрат.

Стоит отметить, что радиочастотная идентификация не лишена недостатков, таких как чувствительность к помехам в виде электромагнитных полей, сложность самостоятельного изготовления, более высокая стоимость системы. Впрочем, эти недостатки не пугают производителей, о чем свидетельствует постоянное расширение сфер применения RFID-технологий. Находят они свое применение и на российских предприятиях.



### Совершенствование оперативного управления производством при помощи RFID в ОАО «ПРОМИС»

Первые шаги в области автоматизации и цифровизации производства на полиграфическом предприятии ОАО «ПРОМИС» были сделаны еще в 2007 году, когда руководством компании было принято решение о совершенствовании оперативного управления производством благодаря безбумажной технологии. На смену письменной или устной выдаче заданий участкам (рабочим центрам) мастерами было внедрено детальное планирование производства на сутки, диспетчеризация производства и управление производственными процессами (В терминах стандартов MES это: ODS – Operations/Detail Scheduling, DPU – Dispatching Production Units и PM – Process Management). Было доработано программное обеспечение 1С АСУ УПП. Суточный план строился на основе потока заявок – заказов на изготовление продукции. При этом учитывалось наличие материалов и комплектующих, а также временные нормы выработки, составленные на основе предыдущего опыта работ. Суточный план включал последовательность выполнения заказов и детально описывал очередность технологических операций для каждого рабочего центра. Сотрудники ПЦ читали эти задания непосредственно из программы 1С, то есть каждый ПЦ был оснащен ноутбуком. В конце смены каждый рабочий центр отчитывался о выполненных работах, заполняя электронные формы, где указывалось, какими сотрудниками, на каком рабочем центре, в течение какого периода времени какая технологическая операция была выполнена.

В результате внедрения этой безбумажной технологии было достигнуто существенное повышение оперативности управления, так как была устранена необходимость собирать записки от рабочих центров и вводить данные в АСУ УПП вручную. Теперь составление суточного плана осуществлялось почти сразу после окончания смены. Полученные данные использовались для оперативного управления производством, для планирования последующих работ, в АСУ УПП для нормирования труда, начисления зарплаты и т.п.

Однако в 2009-2010 году работа компании выявила недостатки этой схемы оперативного управления:

- затраты времени на ручной ввод данных с клавиатуры в ПК, поиск нужной информации в базе данных составляли 0,25-0,5 часа за смену;

- отсроченное время формирования отчета (в конце смены) затрудняло корректировку

планов для следующих смен;

- искажение реальной картины времени выполнения работ: сотрудники «подгоняли» показатели под существующие нормы;
- автоматический расчет плана, оптимального в данный момент времени, был невозможен до окончания смены;
- сложность автоматизации текущего контроля за действиями сотрудников, руководители контролировали работу путем посещения рабочих центров;
- отсутствие непрерывного контроля состояния рабочего центра затрудняло выработку, принятие и доведение управленческих решений, а также оперативность реагирования на простои и другие нештатные ситуации.

Именно выявленные проблемы и необходимость более рационального использования машинного времени и совершенствования оперативного управления производством в целом ввиду роста темпов производства привели компанию к применению технологий радиочастотной идентификации. Силами департамента информационных технологий была разработана и внедрена «Автоматизированная система оперативного управления производством на основе технологии RFID» (АСОУП). Ее ключевое

преимущество заключалось в автоматизации ввода и возможности получения данных от рабочих центров в реальном времени.

В первую очередь были автоматизированы доведение планов работ и другой управленческой информации до сотрудников и ввод данных о ходе работ в АСОУП и АСУ УПП.

Для автоматического ввода данных о выполняемых и выполненных технологических операциях были сконструированы блоки контроля функционирования ПЦ (БКФ), работающие на основе технологии RFID. Этими блоками был оснащен каждый рабочий центр.

Были разработаны и изготовлены карточки, или транспондеры, RFID. В системе используются карточки, идентифицирующие сотрудников и карточки технологических операций. Для идентификации заказов используются метки RFID, наклеиваемые на технологические карты к заказам. Идентификация рабочего центра осуществляется по имени компьютера, установленного на этом ПЦ.

Принцип действия заключается в следующем: перед началом выполнения технологической операции сотрудник кладет на блок технологическую карту, карты сотрудников, карту технологической операции. Каждая карта оснащена меткой RFID. Блок, работающий под управлением программы,



Карточки, или транспондеры, RFID, ОАО «ПРОМИС»

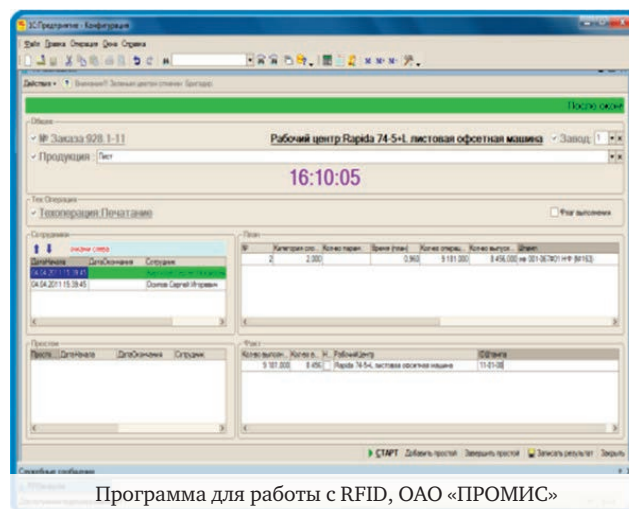
считывает метки RFID, содержащиеся в картах. События, заключающиеся в чтении каждой карты, фиксируются программой. Время события и является временем начала работы по технологической операции. Программа также фиксирует события удаления карт с блока. Времена этих событий являются временами прекращения работы по технологической операции.

Таким образом, все временные параметры выполнения технологической операции вводятся в ПК автоматически. Оператор обязан только положить и убрать соответствующие карты. Так был обеспечен быстрый ввод информации без использования клавиатуры компьютера с минимальными затратами времени, и стало возможным отслеживать моменты начала и окончания выполнения работ в реальном времени. Формирование отчета о работе стало осуществляться последовательно с минимальными затратами времени. Руководство компании всех уровней стало получать информацию о состоянии рабочих центров в реальном времени.

Результат применения RFID-технологий:

- Затраты времени на ввод отчета сокращаются до минимума.
- Формирование отчета осуществляется последовательно, в реальном времени.
- Повышена достоверность данных о временах выполнения работ.
- Возможность коррекции планов сразу по окончании технологических операций, учет в планах только что выполненных работ.
- Минимизируются непроизводительные простои машин.
- Улучшение нормирования труда сотрудников.
- Обеспечение автоматического расчета оптимального использования средств – основа для планирования работ мастерами.
- Обеспечена возможность автоматизации контроля должностными лицами за состоянием как всего производства, так и отдельного РЦ по сети Интернет.
- Обеспечение непрерывного контроля в реальном времени улучшает оперативность и качество управления, позволяет быстро реагировать на простои и др. ситуации, что ведет к повышению качественных показателей производства.
- Сотрудники на телевизорах видят, как они сегодня работают, укладываются в план или нет, что является мощным стимулом повышения производительности и качества их работы.

Экономический эффект, только за счет сокращения прямых потерь рабочего времени РЦ составил от 1041 до 2604 тыс. руб. в месяц. Срок окупаемости



АСОУП составил около месяца. Обеспечение непрерывного контроля в реальном времени повысило оперативность и качество управления, позволило быстро реагировать на простои и другие внештатные ситуации, что в результате ведет к повышению качественных показателей производства.



### RFID-технологии в Объединенной авиастроительной корпорации

В 2016 году освоение технологии RFID началось на предприятиях Объединенной авиастроительной корпорации в сотрудничестве с Государственным научно-исследовательским институтом авиационных систем (ГосНИИАС). Главным аргументом в пользу новой технологии стала возможность существенно сократить стоимость эксплуатации гражданских и военных самолетов.

Технология была разработана инженерами института совместно с коллегами из самолето- и вертолетостроительных компаний. Разработка программно-аппаратного комплекса автоматической идентификации началась более пяти лет назад в рамках совместного проекта института и ОАК по созданию технологии обслуживания самолетов Ту-214. Перед командой стояла задача создать технологию применения методов и средств радиочастотной идентификации (RFID, Radio Frequency Identification, далее – РЧИ) в процессах технического обслуживания и ремонта эксплуатируемых и перспективных воздушных судов в течение всего их жизненного цикла.

Решение казалось достаточно простым – нанести на различные детали самолета специально запрограммированные стикеры-чипы. Эти стикеры могли бы хранить информацию о многочисленных параметрах детали – удостоверять ее подлинность, «сигнализировать» о приближающейся замене и остатке ресурса. Современные устройства-ридеры позво-



ляют считывать информацию по радиоканалу на расстоянии от полуметра до трех. Удаленный доступ избавляет от необходимости производить многочисленные операции по сборке-разборке отдельных частей самолета или его агрегатов. На применение пассивных радиочастотных меток в типовой конструкции самолета типа Ту-214 было получено одобрение Авиационного регистра Международного авиационного комитета.

Сегодня технология включает сразу несколько блоков. На предприятиях используется около тридцати разных по размеру чипов как иностранного, так и российского производства. Метки могут хранить информацию объемом от восьми килобайт и больше, выдерживать перепад температур от плюс до минус 50 градусов. Они же обеспечивают защиту хранящейся на них информации от несанкционированного доступа. Специальный сканер на расстоянии метра считывает данные с радиочастотных меток, установленных на разных агрегатах в цехах (расстояние до детали может быть и больше). Данные передаются и обрабатываются при помощи специальных программ.



Инвентаризация оборудования на стенде с помощью технологии RFID, ОАК  
(Фото: Марина Лысцева)

Технология применяется не только на авиатрестельных предприятиях, но и, к примеру, в охранной системе ГосНИИАС. Датчиками оснащены автомобили сотрудников предприятия; автоматика сама регистрирует въезжающие на территорию предприятия автомобили и поднимает шлагбаум.

Кроме того, использование технологий радиочастотной идентификации помогает авиакомпаниям ощутить экономию при обслуживании воздушного судна как в краткосрочной перспективе, так и в долгосрочной. Самый простой пример – инвентаризация салонного оборудования. В салоне гражданского самолета – сотни кресел, кислородных масок, баллонов или спасательных жилетов с разным сроком замены или сервиса. Процедура проверки всего этого оборудования и систем вручную требует вывода воздушного судна из эксплуатации на многие часы, ведь, например, кислородные маски скрывают панели, монтаж которых также требует значительного времени. «Использование новой технологии приносит экономию времени в 500-700%», – отмечает Юрий Буряк, начальник подразделения ГосНИИАС.

Гораздо более важный аспект – метки для более ответственных узлов и агрегатов при техобслуживании и ремонте. Электронно-читаемые носители информации, размещаемые на компоненте воздушного судна, содержат основные данные для однозначной идентификации компонента, располагают возможностями для записи и хранения данных, формируемых в процессе его эксплуатации.

За несколько лет работы ученые создали технологию нанесения информации на метки, считывания и ее компьютерной обработки. Также были проведены испытания на летающей лаборатории, подведена нормативная база, позволяющая использовать метки в типовой конструкции самолета. Поскольку у радиометки нет элемента питания, юридически она считается просто стикером и может наноситься на детали.

Так применение РЧИ-технологии в процессах технического обслуживания и ремонта позволяет сократить время на идентификацию комплектующих изделий в два раза, а на его полную документальную проверку – в десять раз. Бумажный оборот сократился на треть, при этом к нулю свелись ошибки при замене отказавших комплектующих, уменьшилась потребность в ручном труде.

С 2012 по 2014 годы ГосНИИАС совместно с корпорацией «Иркут» провели работы по экспериментальному апробированию ключевых компонентов программно-аппаратного комплекса идентификации изделий и документов по множественным информационным признакам в рамках создания интегрированной логистической поддержки в разработке и сопровождении авиационного комплекса.



Считывание информации с радиочастотной метки ручным ридером, ОАК (Фото: Марина Лысцева)

В 2016 году началось использование РЧИ-технологии и в компании «Вертолеты России». Обсуждаются планы по началу выпуска чипов в подмосковном Зеленограде на заводе «Микрон».

Вслед за авиацией, радиометки начинают активно использоваться и в других сферах деятельности. ГосНИИАС и Министерство обороны Российской Федерации начали тестировать технологию для инвентаризации складских запасов вооружений. Стрелковое оружие может храниться нераспакованным в ящиках десятилетиями. Специально написанные программы и автоматика позволяют за считанные минуты провести инвентаризацию склада. Раньше на эти операции могли уходить недели. Причем программу невозможно обмануть – нарушение меток сразу же фиксирует автоматика.

Пришедшие в качестве альтернативы штриховому кодированию RFID-технологии открывают новые возможности оптимизации процессов на предприятиях – в производстве, транспортировке, управлении запасами. Они позволяют устранять пробелы в информационном обеспечении, повышать прозрачность процессов, осуществлять надежный контроль за выполнением решений, направленных на оптимизацию процессов, снижать риск ошибок при получении и обработке информации об изделиях, что в свою очередь влияет на себестоимость производства. Использование RFID максимально упрощает рутинные функции – например, прием товара, контроль качества, складское хранение, контроль состояния товара, сбыт, снижая такую статью расходов как

издержки учета: упрощается процесс проведения инвентаризации, увеличивается его скорость. Пока многих производителей отпугивает более высокая стоимость RFID-технологий, но по мере развития систем стоимость постепенно снижается, и преимущества, которые несет с собой радиочастотная идентификация, полностью компенсируют все затраты на их внедрение.

Как и любая другая технология, RFID постоянно развивается. Идет работа по уменьшению размеров меток, повышению их чувствительности, снижению стоимости. Стандартизация их производства в конечном счете приведет к дальнейшему падению цен на метки при их широкомасштабном внедрении. К примеру, некремниевые метки могут изготавливаться из полимерных полупроводников. В промышленных условиях полимерные метки будут изготавливаться методом прокатной печати (технология напоминает печать журналов и газет), в результате чего они будут дешевле, чем метки на основе ИС. В конечном счете это может закончиться тем, что для большинства сфер применения метки станут печататься так же просто, как и штрих-коды, и они станут такими же дешевыми.

*Материал подготовлен на основании данных: 1) Медкнижка самолета: применение радиометок (RFID) в процессах ТОиР, «Горизонты», № 4/2016; 2) Николай Маслов, Совершенствование оперативного управления производством на примере ОАО «ПРОМИС», Деловой портал «Управление производством», ноябрь 2013; 3) Ж.М. Молчан, RFID технология. Опыт и перспективы использования, 2012.*



## Аддитивные технологии: возможности и перспективы 3D-печати



Традиционное массовое производство основано на технологии «вырезания» изделия из цельного куска материала – отсечение лишнего, обработка, шлифовка, и как следствие, – затянутый технологический процесс, отходы производства, неизбежные потери материала. Так выглядел производственный процесс до недавнего времени. Сегодня инструментарий производителей пополнился новой перспективной технологией – 3D-печатью. Какие возможности она открывает предприятиям?

Фото: Внедрение новых технологий позволяет значительно ускорить работу над перспективными моделями вагонов, НПК «Объединенная Вагонная Компания»



Метод аддитивных технологий подразумевает создание изделия путем добавления материала слой за слоем по трехмерной компьютерной модели с минимальными трудозатратами на подготовку производства и последующую обработку. В этом его принципиальное отличие от привычного метода производства. Цифровая модель позволяет оценить функциональность изделия, выявить слабые места конструкции, внести корректировки. После запуска печати система работает автономно, вмешательство оператора не требуется.

Изначально этот метод был также известен как «быстрое прототипирование», поскольку в этом и заключалась его первоначальная задача – создание сверхточных макетов в короткие сроки, включая полностью функциональные прототипы. Но благодаря развитию технологии сегодня с ее помощью можно создавать и более сложные детали.

Технология 3D-печати была разработана еще в 1986 году американским инженером Чарльзом Халлом, основателем компании 3D Systems, представившим первый в мире стереолитографический 3D-принтер (метод SLA-печати). Технология была апробирована в оборонной промышленности, однако широкого распространения на тот момент не получила. Примерно в то же время основатель компании Stratasys Скотт Крамп выпускает аппарат послойного наплавления (FDM-печать). Именно эти технологии дали начало современным аддитивным технологиям. На старте они развивались параллельно, но с середины 2000-х выделилось два основных направления развития 3D-печати.

Первое – более простое, компактное (настольное), доступное в цене оборудование, основанное на простых технологиях (FDM, DLP) и предназначенное для быстрого создания концептуальных прототипов даже в домашних или офисных условиях. FDM-принтинг подразумевает «печать» трехмерных объектов за счет наплавления последовательных слоев полимерного материала.

Второе направление – более дорогие промышленные установки, направленные на решение задач по изготовлению конечных изделий средними и большими тиражами, по созданию деталей сложной геометрии. Так, SLA-принтинг позволяет «выращивать» трехмерный объект в емкости с фотополимерным материалом, слой за слоем отверждаемым под действием ультрафиолетового лазерного излучения. «Заказчиками данного оборудования являются предприятия авиационной, космической, автомобильной, машиностроительной, медицинской и других отраслей промышленности, использующие промышленные 3D-принтеры в собственных производственных процессах. Развитие данного сегмента оборудования направлено в сторону увеличения размеров, скорости и качества изготов-

**ТЕХНОЛОГИЯ 3D-ПЕЧАТИ БЫЛА РАЗРАБОТАНА В 1986 ГОДУ АМЕРИКАНСКИМ ИНЖЕНЕРОМ ЧАРЛЬЗОМ ХАЛЛОМ, ОСНОВАТЕЛЕМ КОМПАНИИ 3D SYSTEMS. ТЕХНОЛОГИЯ БЫЛА АПРОБИРОВАНА В ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ОДНАКО ШИРОКОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ НА ТОТ МОМЕНТ НЕ ПОЛУЧИЛА.**

ления деталей, смещая производственную парадигму с традиционных технологий на аддитивные и определяя контуры приближающейся Четвертой промышленной революции», – отмечает Александр Зубков, директор по проектам направления «Аддитивные технологии 3D-печати и 3D-сканирование» Группы компаний «Диполь».

Сегодня появились новые методы «печати» изделий, например, технология многоструйного моделирования MJM, позволяющая получать изделия с высокой степенью детализации, или технологии SLS, SLM, позволяющие произвести детали, в том числе из металлических порошковых композиций, путем спекания или сплавления при тепловом воздействии луча лазера. Более простые установки для печати макетов и прототипов обычно используют полимерный материал. Оборудование более высокого класса позволяет создавать крупногабаритные детали, применяя самые разные материалы – титановые, алюминиевые и никелевые сплавы, конструкционную и нержавеющую сталь, сплав кобальт-хром, жаропрочные сплавы, полиамидные пластики широкого спектра свойств, высокотемпературные пластики, жаропрочную керамику, фотополимерные пластики. Отдельно стоит упомянуть и такое революционное в области медтехнологий направление, как биопринтинг – печать живых органов для трансплантации.

Основные задачи, решаемые сегодня с помощью технологий 3D-печати в производстве, можно условно разделить на три группы:

- быстрое создание прототипов, ускоряющее процесс разработки изделий;
- создание конечных функциональных изделий сложной геометрии, легковесных конструкций, функционально интегрированных деталей;
- создание оснастки для литьевых процессов – пресс-форм для литья пластиков, мастер-моделей для литья металлов по выплавляемым и выжигаемым моделям, форм для литья металлов в песчано-глинистых формах.



3D-принтер гарантирует высокое качество печати – толщина каждого из слоев составляет от 0,05 до 0,15 мм

Чем же объясняется рост популярности аддитивных технологий? Преимущества использования аддитивных технологий в производстве:

- возможность изготовления изделий сложной геометрии (например, с внутренними полостями);
- возможность изготовления легковесных конструкций;
- возможность изготовления бионических конструкций;
- выпуск изделий под конкретные требования заказчика;
- проведение функциональной интеграции изделий;
- более рациональное использование материалов, сведение отходов практически к нулю;
- сокращение времени разработки изделий за счет быстрого прототипирования;
- снижение риска ошибки при взаимодействии человека и машины;
- возможность выпускать изделия, не нуждающиеся в финишной обработке;
- снижение производственных издержек.

Неудивительно, что 3D-печать обретает все большую популярность. Доступность аддитивных технологий дает возможность наладить производство необходимых деталей на собственных площадках,

исключив посредников, поставщиков, риски доставки и сократив себестоимость производства. Например, как отметил глава АО «Наука и инновации» Алексей Дуб, «бывают случаи, когда изделие весом 900 г изготавливается из исходной заготовки весом 28 кг. Понятно, что с учетом цены материала стоимость подобных машиностроительных работ очень высока. Но можно это сделать фактически без потерь материала и сразу выращивать это изделие».

Аддитивные технологии находят активное применение в энергомашиностроении, приборостроении, авиационной промышленности, космической индустрии, там, где высока потребность в изделиях сложной геометрии. Например, корпорация Boeing благодаря 3D-печати изготавливает более 22 тыс. деталей 300 наименований для гражданских и военных самолетов. General Electric заявила о намерении создать при помощи 3D-печати до 200 тыс. топливных пистолетов для своего авиационного бизнеса. Airbus к 2018 году планирует печатать до 30 т деталей ежемесячно. Компания отмечает значительный прогресс в характеристиках произведенных таким способом деталей по сравнению с традиционным. Оказалось, что кронштейн, который был рассчитан на 2,3 т нагрузки, в действительности может выдерживать нагрузку до 14 т при снижении его веса вдвое. Кроме того, компания печатает детали из алюминиевого листа и топливные коннекторы. В са-

молетах Airbus насчитывается 60 тыс. частей, напечатанных на 3D-принтерах. Технологии аддитивного производства также используют и другие компании авиакосмической индустрии, такие как GE Aviation, Bell Helicopter, BAE Systems, Bombardier, Boeing, Embraer, Honeywell Aerospace, General Dynamics, Northrop Grumman, Lockheed Martin, Raytheon, Pratt & Whitney, Rolls-Royce, SpaceX.

В России с аддитивными технологиями познакомилось уже немало предприятий. Серьезные исследовательские проекты реализует Всероссийский НИИ авиационных материалов (в том числе по созданию расходных средств для трехмерной печати). Большой интерес высказывают предприятия металлургии, авиационной, космической промышленности и военно-промышленного комплекса, в их числе – НПО «Энергомаш», Тихвинский вагоностроительный завод, Уралвагонзавод, Воронежсельмаш, Тушинский машиностроительный завод и другие. В основном, они применяют 3D-печать для создания прототипов деталей, а не конечных изделий.

«Аддитивные технологии открыли возможность изготовления деталей любой сложности и геометрии без технологических ограничений. Геометрию детали можно менять еще на стадии проектирования и испытания», – подчеркнул начальник отдела разработки перспективных технологий ремонта «Авиадвигателя» Александр Ермолаев.



3D-принтер на Тихвинском вагоностроительном заводе

На **Тихвинском вагоностроительном заводе (НПК ОВК)** был реализован первый в отрасли проект применения аддитивных технологий в производстве. Здесь с помощью 3D-принтера выпускаются элементы литейной модельной оснастки, служащей для получения при формовке отпечатка в песчаной огнеупорной смеси под последующую заливку металла. Оборудование гарантирует высокое качество печати – толщина каждого из слоев составляет от 0,05 до 0,15 мм в зависимости от настроек. Вес произведенного принтером изделия может достигать 150 кг, что достаточно много, учитывая использование в работе полимерного сырья. Применение новой технологии позволило сократить время выпуска крупных (длиной до 3 м) элементов оснастки сложной конфигурации всего до одной недели с последующим незамедлительным началом производства опытных отливок. Кроме того, данное оборудование имеет хорошие показатели энергоэффективности и гарантирует экономный расход материала.

Подготовка файлов для печати осуществляется на компьютерах со стандартным программным обеспечением, в работу принимаются файлы формата STL. Это широко используемый сегодня формат хранения трехмерных объектов для стереолитографических 3D-принтеров. Инвестиции в проект составили порядка 60 млн рублей.

Александр Зданевич, ИТ-директор НПК «Объединенная Вагонная Компания»: «Технологии аддитивной печати прогрессируют, и, вероятнее всего, уже в ближайшем будущем они изменят лицо целого ряда индустрий. Главным образом это касается предприятий, на которых выпускаются штучные товары под конкретный заказ. С массовым производством дело обстоит сложнее, хотя 3D-принтеры уже сейчас находят применение в данной области.

Существует множество технологий объемного синтеза. Одной из перспективных для промышленного внедрения является лазерная стереолитография (SLA). Процесс можно разделить на два этапа. На первом формируется слой построения в виде равномерно распределенного по поверхности рабочей платформы жидкого фотополимера. Затем происходит выборочное отверждение участков данного слоя в соответствии с текущим сечением построенной на компьютере 3D-модели.

Применительно к железнодорожному машиностроению данную технологию можно использовать на этапе подготовки литейного производства, в частности, при производстве комплекта литейной оснастки. Один и тот же комплект оснастки, уникальный под каждую отливку, используется на протяжении тысяч циклов производства соответствующих литейных форм.

От соблюденной в процессе изготовления ком-



плекта оснастки точности всех предусмотренных конструкторами параметров напрямую зависит качество конечного изделия. Традиционный способ изготовления комплекта оснастки путем механической обработки материалов (металла, пластика, иногда и дерева) весьма трудоемок и длителен (подчас занимает до нескольких месяцев), при этом чувствителен к ошибкам.

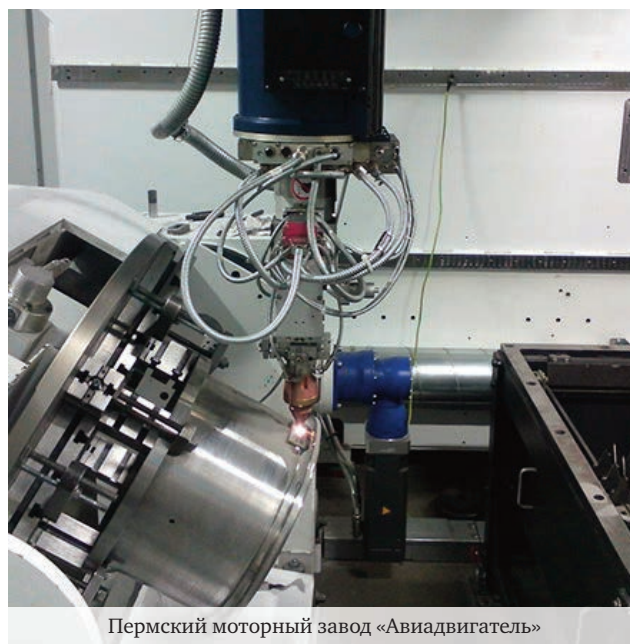
Технологии 3D-печати позволяют максимально точно воспроизводить требуемую геометрию элементов оснастки, получаемых как напрямую печатью, так и заливкой в изготовленные на принтере мастер-модели, и при этом ощутимо экономить время».

На **пермском моторном заводе «Авиадвигатель»** технологию селективного лазерного спекания (SLS) впервые применили еще в 2010 году для изготовления литых деталей по выжигаемым моделям. В 2011 году на предприятии появилось оборудование для ремонта деталей методом лазерной наплавки (LMD), в 2013-м – началось освоение выращивания металлических деталей по технологии селективного лазерного плавления (SLM). Оборудование «Авиадвигатель» приобретал в рамках программы техпервооружения предприятий Объединенной двигателестроительной компании, которое проводилось в преддверии начала проекта по созданию перспективного двигателя ПД-14 самолета МС-21. Также при помощи аддитивных технологий завод выполняет работы по доводке деталей для двигателей наземного применения – газовых турбин и электростанций.

«Сейчас конструкторы разрабатывают детали, геометрию которых традиционными методами – точением или литьем – выполнить крайне сложно или вообще технически невозможно, – поделился начальник отдела разработки перспективных технологий ремонта «Авиадвигателя» Александр Ермолаев, – а на «выращивание» одной детали, к примеру, завихрителя, кронштейна, гребенки, уходит от 6 до 40 часов».

Завод использует титановые, никелевые, стальные, кобальт-хромовые порошки: для лазерного плавления требуется диаметр 10-63 мкм, для наплавки – 40-80 мкм, – в год примерно по 200 кг каждого наименования.

**КБ «Луч»** представило свой опыт применения возможностей 3D-печати в рамках первой конференции по аддитивным технологиям, продемонстрировав беспилотный летательный аппарат. Он был спроектирован на компьютере, причем оптимальную конструкцию предложила специальная программа. Затем все узлы и детали летательного аппарата были напечатаны при помощи 3D-принтера – эта работа заняла 30 часов. Сотрудникам КБ осталось только собрать аппарат. На всю работу, от



Пермский моторный завод «Авиадвигатель»

замысла до изготовления беспилотника, ушло всего два месяца, в то время как традиционно это занимает несколько лет.

«Данные технологии уже не являются чем-то фантастическим. Их применение может быть особенно актуально для удаленных и труднодоступных производств, которыми являются наши газоперерабатывающие заводы, – их целесообразно будет оснастить новым оборудованием, как только 3D-печать станет более-менее доступна на рынке. Это позволит на месте осуществлять быстрый выпуск деталей для внепланового ремонта вместо содержания аварийно-технического запаса, – поделился собственным видением Олег Новожилов, директор по корпоративному обучению и управлению знаниями **компании СИБУР**. – У данной темы есть много нюансов, касающихся в том числе и сертификации продукции, но все проблемные моменты могут быть решены».

Активно осваивает цифровые технологии производства пензенское **научно-производственное предприятие «Рубин»**. Инженеры-конструкторы предприятия создают объемные чертежи с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР или CAD), а затем изготавливают прототипы с помощью 3D-принтеров.

«Не каждое изделие можно получить механически. Эта технология позволяет получать очень сложные профили с такими полостями, что инструмент просто не может обеспечить», – пояснил заместитель начальника конструкторского отделения АО «НПП «Рубин» Алексей Логинов.

Пополнили 3D-принтером свой арсенал технических средств и разработчики **ЗАО «Промтрактор-Вагон»**. Впервые технология начала применяться для печати деталей тележки «33». «Эти копии в

уменьшенном масштабе очень пригодились для проработки алгоритмов сборки и проверки на собираемость инновационной вагонной тележки, – рассказал главный конструктор Андрей Яковлев. – Кроме тележки «ЗЗ» в ОГК предприятия при помощи 3D-принтера изготовили узлы и детали вилочного погрузчика, выпускаемого в ОАО «САРЭКС».

Ранее на создание натурального прототипа из специального пластилина, например из 50 деталей, конструкторам пришлось бы потратить недели, а то и месяцы. Потребовались бы кропотливые замеры, а затем подгонка деталей модели.

«3D-принтер «выпекает» деталь конструкции в среднем за 20-40 минут (в зависимости от сложности детали), – подчеркнул Андрей Яковлев. – Причем они могут быть самых разных цветов. Таким образом, есть возможность отпечатать полноценную конструкторскую модель, у которой каждая деталь выполнена разными оттенками. 3D-печать позволяет доработать узлы и компоненты изделий до начала серийного производства, устранить мелкие недочеты, которые неизбежны при проектировании новой продукции».

В «отпечатанные» модели можно встроить и другие узлы и агрегаты. Трехмерная печать полностью окупается за счет высокой скорости изготовления прототипов, а также за счет «доработки на столе» прямо в ОГК, которая экономит уйму времени и денег, нежели изготовление натуральных образцов в «железе» на производстве.

Значительную работу по продвижению аддитивных технологий проводит **Госкорпорация «Росатом»**. Руководство уверено, что скоро в госкорпорации будут присутствовать все компо-

ненты «цифрового производства» – от разработки материалов, оборудования, технологий до производства изделий. В отрасли реализуется программа по аддитивным технологиям, она состоит из подразделов: технология, сырье, оборудование, стандартизация. Разработкой технологий производства металлических порошков для 3D-печати в Росатоме занимаются три института: «Гиредмет», ВНИИХТ, ВНИИНМ. Одновременно ведется работа по созданию опытного образца 3D-принтера для трехмерной печати металлических и композитных изделий. Росатом планирует представить образец уже к концу 2017 года.

«К началу 2018 года мы должны весь цикл по аддитивным технологиям внутри Росатома замкнуть. Нам нужен еще год, чтобы запустить свой собственный пилотный образец установки, и примерно столько же – для того, чтобы договориться со всеми сторонами, которые обеспечивают используемую нормативную составляющую», – рассказал Алексей Дуб.

В структуре Росатома аддитивные технологии развиваются в топливной компании «ТВЭЛ», которая активно сотрудничает с созданным при УрФУ региональным инжиниринговым центром, работая над созданием российского 3D-принтера. Для Уральского электрохимического комбината и его предприятий порошковая металлургия не новинка. Например, на заводе электрохимических преобразователей порошки применялись при производстве фильтров для газовой диффузии урана при разделении изотопов, также для припоев и поверхностного напыления.

Одним из первопроходцев в области лазерных



Томский политех

принтеров можно назвать **научно-образовательный центр «Современные производственные технологии» Томского политехнического университета**. Он укомплектован принтером электронно-лучевого сплавления (электронно-лучевым), лазерным принтером, принтерами, печатающими армированными композитами, а также ультразвуковым томографом, осуществляющим здесь же, «у станка», неразрушающий контроль готовых изделий. Специалисты центра изготавливают АМ-установки, разрабатывают программное обеспечение к ним и намерены продвинуться дальше «лаборатории».

В центре аддитивных технологий ТПУ настроен весь производственный цикл – от идеи до реализации готового изделия. Можно произвести и протестировать детали для обшивки космических кораблей, импланты для черепно-лицевой хирургии, изделия сложной формы для авиационной промышленности и многое другое, а также создать новые цифровые установки, например, для печати инструментов на МКС.

«С помощью наших уникальных технологий мы можем создавать импортозамещающую продукцию, которая в разы дешевле импортных аналогов, при этом по качеству не хуже», – уверен директор центра Василий Федоров.

У развития аддитивных технологий есть и сдерживающие факторы. Во-первых, высокая стоимость технологии (оборудования и материала), впрочем в процессе развития технологий цена постепенно снижается.

Во-вторых, нехватка квалифицированных, знающих технологию кадров.

В-третьих, недостаточная освоенность, отсутствие метрологического обеспечения вызывает опасения при производстве деталей высокой важности. АМ-процессы (Additive Manufacturing) пока не интегрированы в технологию изготовления изделий. «Понятно, что любой ответственный конструктор не поставит в ответственное изделие деталь, не зная при этом, сколько она прослужит», – прокомментировал Алексей Дуб.

Важной задачей является необходимость разработки системы сертификации и стандартизации аддитивных изделий, технологических процессов, порошков и композиций. Для решения этих вопросов при Росстандарте был сформирован технический комитет, который ведет работу по созданию нормативной документации в сфере аддитивных технологий.

«3D-принтинг начинает распространяться в мире, и Россия не должна отставать в этой области. Применение данных технологий позволяет удешевить изделие, ускорить его проектирование и производство», – высказал свое мнение об аддитивных технологиях глава Минпромторга Денис Мантуров.

## Заключение

Популярность аддитивных технологий неуклонно растет. Хотя суммарный объем мирового рынка относительно невелик (порядка 6 млрд долларов), ежегодные темпы роста не могут не впечатлять – в среднем 20-30%. Впрочем единогласия в оценке роли аддитивных технологий в промышленности все еще нет: одни говорят, что внедрение методов 3D-печати приведет к закату промышленности в традиционном смысле, другие – что трехмерные принтеры станут лишь одним из элементов производственных схем. Но несмотря на все существующие разногласия, большие перспективы аддитивных технологий в промышленности невозможно отрицать. Непосредственное выращивание изделий со сложной геометрией и из специфических материалов оказывается весьма выгодным с экономической точки зрения. Оно позволяет экономить материал, время, снижает риск ошибок. 3D-принтеры перестали быть «дорогой игрушкой», сегодня они занимают полноправное место среди ключевых технологий Индустрии 4.0.

*Материал подготовлен на основании данных:*

1) Мария Яковлева, *Трехмерный прыжок: 3D-принтеры как один из ключевых инструментов «Индустрии 4.0»*, «Время ОВК», сентябрь 2016;

2) Сергей Проць, *Аддитивная технология: описание, определение, особенности применения и отзывы. Аддитивные технологии в промышленности*, fb.ru, февраль 2016;

3) НИПП «Рубин» *совершенствует производство с помощью цифровых технологий*, ariat.ru, февраль 2016;

4) Леонид Максимов, *3D-принтер на службе у вагоностроителей*, Корпоративная газета Концерна «Тракторные заводы» №12(90) декабрь 2016;

5) *Аддитивные технологии 3D-печати и 3D-сканирование*, «Диполь», каталог 2016;

6) Светлана Романова, Екатерина Трипотень, *Аддитивные технологии в России: Поехали!* «Атомный эксперт», № 6/2015;

7) *Официальный сайт Госкорпорации «Росатом»* <http://www.rosatom.ru>;

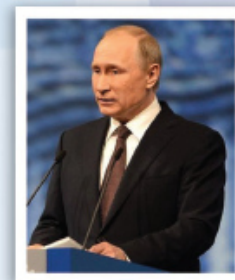
8) *Официальный сайт СИБУР* <https://www.sibur.ru>.



# Производительность труда: Лидеры промышленности России – 2016

## Итоговый обзор

Определены лидеры производительности страны, регионов и ключевых отраслей



К 2018 году необходимо  
поднять производительность  
труда в 1,5 раза

Владимир Путин,  
Президент Российской Федерации

# 5000+

изучено предприятий

55%+ ВВП РОССИИ  
выручка участников

## Лидеры отраслей

- \* ТОП-100: ВПК
- \* ТОП-100: Машиностроение
- \* ТОП-30: Нефтегазовая
- \* ТОП-70: Радиоэлектронная
- \* ТОП-50: Приборостроение
- \* ТОП-100: Химическая
- \* ТОП-100: Пищевая
- \* ТОП-50: Энергетика
- \* ТОП-80: Металлургия
- \* и другие номинации



Автоматизация  
бизнес-процессов – залог  
роста производительности

Геннадий Гацко,  
председатель совета директоров  
корпорации «Галактика»

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР:



ОТРАСЛЕВОЙ ПАРТНЕР:



ОРГАНИЗАТОР:



Скачать выпуск бесплатно:

<http://www.up-pro.ru/specprojects/lidery/>

# ЧЕТВЕРТАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕВОЛЮЦИЯ В РОССИИ

**К**огда речь заходит о Четвертой промышленной революции, цифровом производстве, Индустрии 4.0, большинство обращается к опыту известных западных компаний, демонстрирующих высокий уровень цифровизации и роботизации своих производств. Но немногие замечают, как первые ростки современных технологий пробиваются и на российской почве.

Предприятия самых разных отраслей (металлургической, судостроительной, машиностроительной, автомобилестроительной, нефтедобывающей, пищевой, легкой промышленности) развивают аддитивные технологии, внедряют сложные автоматизированные системы планирования и управления производством, заменяют труд рабочих промышленными роботами.

Так, Атоммаш внедряет автоматизированную систему управления конструкторско-технологической подготовкой. «Газпром нефть» повышает эффективность работы своих добывающих активов благодаря программе «Цифровое месторождение». «Российские космические системы» ведут работы по интеграции информационных и бизнес-процессов в единый эффективный комплекс. В рамках специального выпуска «Цифровое производство: сегодня и завтра российской промышленности» мы аккумулируем опыт ведущих российских предприятий, который будет более близок и понятен тем, кто только начинает собственный путь к цифровизации производства.

## Экспертное мнение. Цифровое производство в России – новые приоритеты



Интерес к цифровым технологиям набирает обороты среди предприятий самых разных отраслей. В этом нет ничего удивительного: любой производитель, стремящийся укрепить свое положение на рынке, хочет быть в курсе последних тенденций и обратить их себе на пользу. Насколько готова к преобразованиям российская промышленность? На какие примеры стоит ориентироваться сегодня? Своими наблюдениями делятся ведущие поставщики программного обеспечения, производители роботов и роботизированных комплексов, эксперты в области консалтинга и информационных технологий, специалисты по модернизации систем управления, а также руководители предприятий, работающих над «цифровизацией» своих производств.



## Насколько, на ваш взгляд, глубока цифровизация российской промышленности? Какие направления или решения можно считать приоритетными?

### **Алексей Ананьин, президент группы «Борлас»:**

«Разница в объеме потребления информационных технологий между промышленным производством и лидерами в этой области – банками, телекомами, нефтегазовым бизнесом, конечно, понемногу сокращается последние годы, но недостаточно быстро для того, чтобы можно было сделать качественный рывок в производственных возможностях нашей страны. Отечественные предприятия все еще существенно отстают в производительности труда, в сроках вывода на рынок новых продуктов. При этом применение технологий цифрового производства критически важно для предприятий, выпускающих сложную высокотехнологичную продукцию: в космической отрасли, в авиационной, энергомашиностроении, атомной промышленности, в отдельных областях судостроения, машиностроения и станкостроения.

Стоит отметить, что серьезным тормозом долгое время являлось недофинансирование и одновременно закрытость наших рынков. До сих пор есть отрасли, где не боятся конкуренции. Поэтому далеко не все предпринимают реальные усилия для внедрения элементов цифрового производства».



### **Дмитрий Пилипенко, заместитель генерального директора SAP СНГ:**

«На наш взгляд, одним из приоритетных направлений является индустриальный интернет вещей. Сегодня IIoT способен обеспечить бесперебойную обработку данных с огромного количества датчиков в режиме реального времени. Например, эта технология может поддерживать взаимодействие между деталью, которая идет по производственной линии, и обрабатывающим ее устройством. При этом на промышленных предприятиях интернет вещей может быть использован и вне основного производства. Например, для дистанционного мониторинга здоровья сотрудников, занятых на опасном и вредном производстве, с помощью носимых устройств».

### **Игорь Сергеев, Директор департамента «Цифровое производство» компании «Сименс» в России:**

«Некоторым российским предприятиям нужно начинать не с дигитализации, а с автоматизации производства. Для ведущих российских предприятий реальностью являются M2M-связи (межмашинные связи), скоростной сбор, хранение и анализ данных для прогнозирования и принятия решений. В ближайшем будущем приоритетным направлением может стать подключение M2M-архитектуры к промышленному интернету вещей. Благодаря облачному подходу происходит снижение стоимости сетей, хранения данных и их вычислительного анализа, что позволяет предприятиям собирать и анализировать гораздо большие объемы данных, чем когда-либо».





### **Сергей Чуранов, технический директор ООО ИЦ «Станкосервис», разработчик mdc-системы мониторинга работы оборудования АИС «Диспетчер»:**

«Цифровое производство» или Индустрия 4.0 – это комплексное понятие, которому присущи три основных признака:

1. Компьютеризация рабочих мест и производственного оборудования.
2. Использование современного программного обеспечения по подготовке производства (CAD/CAM/CAE/PDM), управления производством (ERP, MES) и управление ресурсами (EAM, ТОиР)
3. Создание на промышленном предприятии единого информационного пространства, с помощью которого все автоматизированные системы управления предприятием, а также промышленное оборудование, производственный персонал могут оперативно и своевременно обмениваться информацией.

Первым шагом может и должно быть объединение всего вышеперечисленного в единую инфраструктуру. Для этого ключевым условием является использование системы MDC (Machine Data Collection – Сбор машинных данных), которая позволяет собирать данные о работе всех производственных объектов (оборудование, рабочие места основных рабочих, сервисные службы и т. д.) в целях управления производством. По сути, это фундамент для перехода в Индустрию 4.0».

### **Алексей Талаев, руководитель департамента прогнозной аналитики и оптимизационного планирования ИТ-компании Navicon:**

«Уровень технологической оснащенности российского производства постепенно растет. Этап, когда требовались только учетные системы, пройден. Теперь на повестке дня более инновационные и передовые технологии. Крупные предприятия инвестируют в беспилотную технику (агроходинги), в решения в области роботизации производственных линий и Интернета вещей. На этом фоне растет потребность в комплексных решениях, позволяющих выйти за рамки таких узких задач и в целом посмотреть на предприятие, выделить его потребности, проблемные зоны.

Наибольший интерес мы замечаем к комплексным решениям для прогнозирования поведения покупателей (производство такого объема продукции, который точно купят) и надежности работы собственного оборудования.

Популярность набирают также решения для целевого планирования производства, учитывающие множество факторов и критериев: физические ограничения мощностей, конкурентную и макроэкономическую среды предприятия.

И, наконец, востребованы решения для контроля работы основных средств производства. Такие системы выявляют участки с отклонениями с точки зрения как надежности оборудования, так и технологий производства, и предотвращают удорожание продукции за счет, например, предупреждения незапланированных ремонтов или снижения количества брака, который надо пускать в повторный цикл переработки.

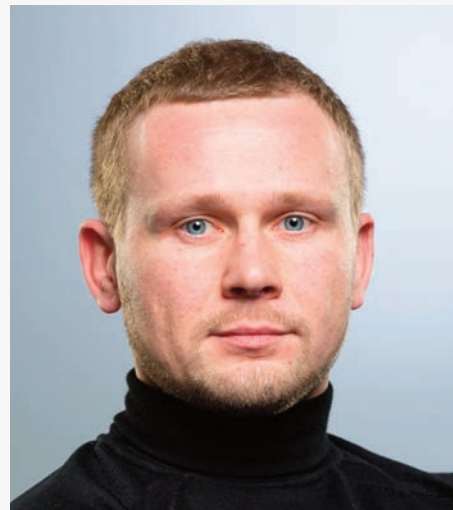
Что касается областей, в которых российские производители немного отстают от зарубежных коллег, – это, прежде всего, передовые технологии, такие как AR/VR и 3D-моделирование. Например, компания Ford использовала методы компьютерного моделирования на производстве еще в конце 1990-х, а в 2012 году представила проект «виртуальной фабрики» для симулирования работы сборочных линий. У нас подобные технологии доступны только нескольким крупным и инновационным игрокам рынка, например, корпорации «Росатом».



### **Александр Баталов, руководитель департамента по работе с производственным сектором компании «Системный софт»:**

«Оценить степень цифровизации российской промышленности пока очень сложно. Ее можно оценивать только по отдельным отраслям, а действительно глубоких отраслевых исследований слишком мало, чтобы строить выводы. Можно предположить, что в российской промышленности она в среднем пока ниже, чем в США и Европе: просто потому, что у нас меньше транснациональных корпораций, которые могут позволить себе внедрение сложных систем аналитики и оптимизации. Кроме того, мне довольно часто приходится посещать российские производственные компании, и могу сказать, что многие из них – особенно режимные предприятия с многолетней историей – неохотно принимают внешние изменения и инновации.»

Для российской промышленности сейчас наиболее актуальны четыре направления инновационного развития: реструктуризация существующей инфраструктуры; использование в производстве PDM (управления данными об изделии) и PLM (управления жизненным циклом продукции); внедрение аналитических систем для принятия более оптимальных решений в реальном времени и – может быть, самое важное – адаптация сотрудников к нововведениям».



### **Владимир Кутергин, председатель совета директоров холдинга «Белфингрупп» и компании BFG Group, доктор технических наук, профессор:**

«Глубина цифровизации – понятие относительное. Зайдите на современное российское предприятие. Сегодня рабочий-станочник – это по сути дела инженер-программист, управляющий цифровым обрабатывающим центром. В управленческих структурах компьютер на каждом столе. Предположим, что уровень цифровизации российских предприятий – 100%, но в сравнении с предприятиями-лидерами мирового рынка наши 100% и их 100% – не одно и то же. Известный пример – страны-лидеры имеют по 300-400 промышленных роботов на 10 000 человек. В России – только 2 робота. Это, безусловно, коррелирует с тем, что мы уступаем и в качестве, и в себестоимости продукции. К сожалению, мы серьезно отстаем на рынке станкостроения, только-только начинаем осваивать аддитивные технологии. И дело не только в технологиях материальной обработки. Самое большое отставание, и, очевидно, самый большой резерв – в организации производства.»

Невозможно выделить что-то одно и назвать это самым приоритетным направлением или решением для цифровизации российской промышленности. У нас есть целая государственная программа «Развитие промышленности и обеспечение ее конкурентоспособности», и основные приоритеты там названы: цифровые технологии проектирования и производства, робототехника, разработка инженерного программного обеспечения, применение аддитивных технологий, интеллектуальные системы управления производством и т.п.

Цифровые фабрики, цифровое проектирование и т.п. – это инструменты, которые должны помогать создавать конкурентоспособные продукты и производственные системы. Мы подошли к тому этапу, когда потерянное время – это проигранные рынки, проигранная конкуренция, потерянные денежные потоки. Мы считаем, ключевой приоритет – это способность быстро изменяться. Чтобы эффективно, целенаправленно изменяться – необходимо научиться строить виртуальные модели продуктов и производственных систем. Виртуальное проектирование дает ответы на основные управленческие вопросы: какие возможности и ограничения существуют по ресурсам, компетенциям, процессам, продуктам; какие возможности необходимо усилить, а какие ограничения устранить; на чем нужно фо-



кусироваться и что может принести наибольший эффект; что нужно изменить, на что изменить и что получится в результате; как должно быть организовано взаимодействие компетенций, распределенных ресурсов, сетевых структур. Это понимание привело нас к необходимости создания информационных технологий управления изменениями. Нами разработана конструктивная методология и технология управления изменениями производственных систем, сочетающая в себе подходы активного, гибкого производства (Agile Manufacturing), быстореагирующего производства (QRM – Quick Response Manufacturing), теории ограничений, системного анализа, реализованная в линейке услуг и продуктов компании BFG Soft, которая уже доказала высокую эффективность и перспективность на практике. Например, только посредством синтеза эталонных структур взаимодействия основных и вспомогательных процессов, можно в разы повышать производительность труда и доходы предприятия. В настоящее время мы продолжаем наши исследования и разработки в направлении управления распределенными производственными структурами».



### **Максим Сонных, руководитель отдела промышленной автоматизации ООО «Бош Рексрот»:**

«Концепция организации цифрового производства вызывает высокий интерес у российских промышленных предприятий, однако реальные примеры внедрения все еще редки, а существующие носят преимущественно локальный характер, что обусловлено недостаточной системностью внедряемых решений и недостаточным пониманием практической реализации комплексных подходов в цифровом производстве. Автоматизация производственных участков и бизнес-процессов в российских компаниях, как правило, не имеют общих связей, а значит, не представляется возможным организовать информационные связи на всех уровнях производственного процесса, начиная от проектирования и подготовки производства, заканчивая логистическим сопровождением производимого изделия и менеджментом сбыта. Этот разрыв между промышленной автоматизацией и ИТ-автоматизацией ограничивает построение непрерывной информационной среды, охватывающей все уровни производственных и логистических процессов предприятия, необходимой для организации цифрового производства. Ликвидация этого разрыва является приоритетным направлением для цифровизации российской промышленности».

«Концепция организации цифрового производства вызывает высокий интерес у российских промышленных предприятий, однако реальные примеры внедрения все еще редки, а существующие носят преимущественно локальный характер, что обусловлено недостаточной системностью внедряемых решений и недостаточным пониманием практической реализации комплексных подходов в цифровом производстве. Автоматизация производственных участков и бизнес-процессов в российских компаниях, как правило, не имеют общих связей, а значит, не представляется возможным организовать информационные связи на всех уровнях производственного процесса, начиная от проектирования и подготовки производства, заканчивая логистическим сопровождением производимого изделия и менеджментом сбыта. Этот разрыв между промышленной автоматизацией и ИТ-автоматизацией ограничивает построение непрерывной информационной среды, охватывающей все уровни производственных и логистических процессов предприятия, необходимой для организации цифрового производства. Ликвидация этого разрыва является приоритетным направлением для цифровизации российской промышленности».

### **Игорь Волков, заместитель генерального директора ООО «Би Питрон СП»:**

«Цифровизация российской промышленности невысока в сравнении с западно-европейскими и северо-американскими компаниями. Освоены лишь некоторые цифровые технологии – 3D-моделирование деталей/изделий, на базовом уровне освоены технологии виртуального моделирования и инженерного анализа, разработка управляющих программ с ЧПУ и некоторые другие. На большинстве предприятий остаются неосвоенными фундаментальные технологии, без которых невозможен переход к цифровым/умным предприятиям – это управление цифровым макетом изделия в широком понимании и коллективная разработка, а также междисциплинарное моделирование на разных уровнях абстракции (от концептуального проекта до детальной модели). Отечественные промышленные гиганты не способны перестроить свою организационную структуру и изменить многолетние традиции, а малого бизнеса, в смысле инжиниринга и производственных услуг в цепочке поставок, в России все еще нет. Именно малые компании в Европе и США становятся двигателями прогресса в области новых производственных технологий. Они формируют спрос на новые технологии, генерируют новые идеи, дают возможность молодым специалистам применить на практике новые методы ведения бизнеса».





### **Виктор Беспалов, вице-президент, генеральный директор Siemens PLM Software в России и СНГ:**

«Поднимая вопрос цифровизации российской промышленности, не имеет смысла говорить о какой-то усредненной оценке. Совершенно очевидно, есть лидеры, достаточно далеко на сегодняшний день продвинувшиеся, по крайней мере, в понимании необходимости цифровизации и уже начавшие менять свою стратегию в соответствии с технологиями цифровизации. Есть середняки, которые смотрят на лидеров и понимают, что тоже нужно уже что-то делать. И есть отстающие, уверенные в том, что у них все хорошо и менять ничего не нужно. В числе лидеров – компании, которые видят отдачу от использования технологии цифрового производства. Они ведут разработку и производство высокотехнологичной продукции, выпускают крупносерийную и среднесерийную продукцию, где ошибка, обнаруженная на поздних этапах подготовки производства или непосредственно на самом производстве, стоит колоссальных денег. А самое главное, эти российские компании конкурируют на мировом рынке, где их

конкуренты ведут активные поиски в области дигитализации, связанные с возможными изменениями действующих бизнес-моделей компаний.

Наиболее яркий пример представляют предприятия авиационной или автомобильной промышленности, где цена ошибки влечет срыв сроков реализации новой авиационной программы или отзыв большого количества машин. Поэтому цифровизация для таких предприятий имеет большое значение – компании стремятся от моделировать как можно большее количество ситуаций, как на уровне разработки продукта, так и на уровне процессов по изготовлению этого продукта в цифре. И в России мы видим, что именно такие компании уделяют внимание цифровым технологиям. Если взглянуть еще чуть дальше в будущее, то активное использование прорывных технологий может привести к массовому использованию беспилотных автомобилей и поставке самолетов по подписке.

Если говорить о приоритетных направлениях или решениях, то я бы сказал, здесь не существует какого-то единого подхода или единого сценария, который бы всем одинаково подходил. Во-первых, проектов класса Greenfield, где можно с нуля запустить все технологии цифровизации в самом современном их виде, на сегодняшний день практически нет. Ни в России, ни в мировой промышленности. Каждая компания к задаче цифровизации производства подходит со своими имеющимися наработанными решениями и со своими стартовыми позициями. И это первое, что нужно учитывать. Второе, все обладают разными инвестиционными возможностями. Нужно смотреть на то, что в перспективе даст наибольшую отдачу и будет работать на конкурентоспособность компании. Это сугубо индивидуальная задача, и единого рецепта здесь нет, несмотря на имеющиеся реальные достижения и примеры, референсы, которые можно показывать и на которые можно ориентироваться с точки зрения получаемой отдачи от этих технологий».

### **Сергей Монин, менеджер по продаже решений управления сервисов группы компаний Softline:**

«Степень цифровизации, по оптимистической оценке, вряд ли выше 10-15% среди всех предприятий российской экономики. Эту долю составляют самые продвинутые предприятия, которые в плане технологий управления производством движутся быстрее всех и в буквальном смысле ищут новые идеи по дальнейшей цифровизации производственных процессов. Нас они обычно встречают фразой: «С точки зрения «Индустрии 4.0» у нас есть все. Мы вас пригласили, чтобы вы нам подали новые идеи для дальнейшей цифровизации».

Что касается приоритетных решений, то здесь ответ всегда один – это деньги. Заказчик должен видеть, сколько принесет или сколько сэкономит конкретное решение. Разумеется, для каждой отрасли и для каждого предприятия конкретные приоритетные решения свои».





### **Алексей Зенкевич, руководитель подразделения «Промышленная автоматизация» Honeywell в России, Беларуси и Армении:**

«В настоящее время главными «двигателями» Четвертой промышленной революции являются Германия и США. Около 15% немецких предприятий уже используют элементы «Индустрии 4.0» в своем производстве, и первые заводы на основе киберфизических систем могут заработать там уже через 2-3 года. Конечно, в нашей стране, в силу ряда причин, темпы разработок технологий «Индустрии 4.0» отстают от Запада, и степень цифровизации промышленности пока что находится не на столь высоком уровне, однако в последнее время понимание важности этих технологий начинает расти и в данном направлении принимаются конкретные шаги.

Недавно, например, президент России Владимир Путин поручил разработать и утвердить до 1 июня текущего года программу

«Цифровая экономика», в которой должны быть предусмотрены меры по созданию правовых, технических, организационных и финансовых условий для развития цифровой экономики в нашей стране и ее интеграции в пространство цифровой экономики ЕАЭС. Приоритетными направлениями в рамках данной программы являются, прежде всего, энергетика, играющая особую роль в современной российской экономике, а также здравоохранение, образование, наука, ЖКХ, сельское хозяйство, транспорт и электроэнергетика – именно они обеспечат развитие важных технологий вроде smart grid, телемедицины, онлайн-обучения, беспилотных автомобилей, систем «умный дом» и др.».

### **Константин Фролов, заместитель генерального директора ГК «КОРУС Консалтинг»:**

«На сегодняшний день цифровизация российской промышленности неглубока. Но прогресс очевиден. Достаточно почитать обзоры запуска новых производств, сравнить с картиной, которая была два-три года назад, вопросы снимутся.

Что касается приоритетных направлений, на наш взгляд, выделять их некорректно. К задаче диджитализации нужно подходить комплексно, иначе получим неустойчивую систему управления, неспособную поддерживать бизнес информационно. Начинать нужно с фундамента – с архитектуры решения. Другое дело – дорожная карта информатизации/автоматизации. Каждый этап дорожной карты способен повысить качество решения бизнес-задач, но подходы к формированию дорожной карты будут отличаться в зависимости от отрасли, от конкретного предприятия: в одном случае онлайн мониторинг оборудования нужен «еще вчера», а остальное подождет до завтра. В другом «еще позавчера» нужна была PLM-система, иначе не запустить 3D-принтеры, для которых нужна PDM-система, а остальное, перечисленное в дорожной карте, может быть реализовано чуть позже».



### **Александр Лопухов, заместитель генерального директора по региональному развитию КРОК:**

«В России есть ряд инновационных производственных предприятий, делающих первые шаги на пути к цифровизации. По крайней мере, мы видим возрастающий спрос на системы управления производственными процессами (системы класса MES), а это естественным образом ведет к созданию современных средств автоматизации. Так, становятся все более востребованными решения для создания систем непрерывного мониторинга и диаг-



ностики состояния промышленного оборудования (конвейеров, компрессоров, генераторов и т.п.) в режиме реального времени.

Психологическая готовность к переходу в облака компаний, в том числе промышленного сектора, также способствует росту проникновения IoT. Толчком стала нестабильная экономическая ситуация, которая заставила многих сокращать капитальные затраты и переводить их в операционные за счет аренды вычислительных мощностей. Кроме того, изменения в законе о персональных данных подтолкнули многих западных производителей перенести персональные данные своих клиентов на территорию России».



### **Сергей Кузьмин, президент «Энвижн Груп»:**

«Сейчас цифровизация российской промышленности находится на стадии подъема, когда многие проекты по преобразованию находятся еще в разработке, требуя серьезных инвестиций и доработок. Отмечу также, что сам процесс трансформации протекает весьма неоднородно, глубина проникновения очень сильно зависит от отрасли.

Помимо производства, цифровая трансформация коснется транспорта, здравоохранения, ЖКХ, розничной торговли, городской инфраструктуры, включая сегмент «умных» зданий. По мнению исследователей, именно эти отрасли будут генерировать основной поток запросов к поставщикам и интеграторам в среднесрочной перспективе.

«Наибольшие инвестиции в 2016 году делались в следующих отраслях: производство (178 млрд долл.), транспорт (78 млрд долл.) и коммунальное хозяйство (69 млрд долл.).

Ключевые технологические тренды: IoT/M2M и BI/Big Data, облачные и конвергентные сервисы, интегрированные коммуникации и решения по безопасности».

*«В 2019 50% компаний коммунальных услуг потратят более 5% капвложений на IoT для оптимизации распределенных энергетических ресурсов, полевые услуги и операции на активы». (Источник: IDC Energy Insights по региону EMEA, 2016)*

## Можете ли вы привести пример наиболее удачных на ваш взгляд проектов цифрового производства в России или за рубежом?



### **Сергей Чуранов, технический директор ООО ИЦ «Станкосервис», разработчик mdc-системы мониторинга работы оборудования АИС «Диспетчер»:**

«Предприятия экономически развитых стран последние 25 лет, когда российские предприятия, мягко говоря, остановились в развитии, развивались именно в направлении «цифрового производства». Яркие примеры – это завод Philips по производству бритв в Голландии, который работает в темном помещении, где находятся 128 роботов. Завод Harley-Davidson сократил среднее время производства мотоциклов под заказ с 28 дней до 16 часов. Надо перенимать их опыт, но только применительно к российским реалиям. И не считать, например, что мы перешли на «бережливое производство» аккуратно развесив отвертки и пассатижи.

Из российских предприятий, развивающих «цифровое производство» я бы выделил, например, ПАО «ПКО Теплообменник» (Нижний Новгород), ВГУП ВНИИА им. Духова (Москва)».

### **Алексей Ананьин, президент группы «Борлас»:**

«В отношении использования и развития цифровых технологий проект создания Sukhoi SuperJet был во многом прорывным. Тут и проектирование на основе лучших инженерных программных средств, и широкая кооперация с поставщиками по всему миру, и планирование жизненного цикла самолета. По сути, это один из самых крупных и сложных инжиниринговых проектов постсоветского времени. Сейчас все эти наработки используются при создании среднемагистрального МС-21, и этот проект с точки зрения технологического наполнения находится на вполне высоком международном уровне. Также можно отметить, что в атомной отрасли при создании и проектировании станций и оборудования структуры «Росатома» уже активно используют те или иные элементы цифрового производства».



### **Сергей Кузьмин, президент «Энвижн Груп»:**

«На наш взгляд, наиболее прогрессивной можно считать отечественную нефтеперерабатывающую индустрию. Консервативность производственных процессов мотивирует искать иные пути увеличения маржинальности бизнеса за счет внедрения современных автоматизированных систем.

Сложившаяся санкционная ситуация в нашей стране дала мощный стимул развитию информационных технологий для агропромышленного комплекса. Крупнейшие игроки на этом рынке, например, активно используют технологии беспилотного видеонаблюдения и системы удаленного мониторинга, собирают и анализируют данные.

Зарубежный автопром вне конкуренции. Нам есть, куда стремиться».



### **Виктор Беспалов, вице-президент, генеральный директор Siemens PLM Software в России и СНГ:**

«Если говорить о наиболее удачных и успешных проектах в области цифрового производства за рубежом, то прежде всего, это, конечно, сам Сименс, который одновременно выступает в качестве разработчика технологий цифрового производства и является активным пользователем этих же технологий. И наиболее яркий пример – завод электроники Сименс в Амберге, где выпускаются промышленные контроллеры. Ассортимент выпускаемой продукции насчитывает более 1000 наименований, объем производства – примерно 12 миллионов промышленных контроллеров в год. Качество выпускаемой продукции достигает 99,999%. Производство максимально автоматизировано, более 75% работ выполняется станками и компьютерами; система управления производством тесно интегрирована с конструкторской подсистемой; системы проектирования передают конструкторские изменения непосредственно в технологические процессы на этап изготовления. Ежедневно на заводе создается свыше 50 млн записей производственно-технологической информации, что позволяет проследить весь жизненный цикл каждого выпускаемого изделия.»

Фактически изделия сами управляют процессами собственного изготовления. Нанесенные на модели коды сообщают оборудованию о технологическом маршруте и требованиях каждой выполняемой операции. Здесь мы видим в реализованный подход цифрового двойника. В результате такого подхода максимальное время от заказа до отгрузки готовой продукции сократилось до 24 часов, повысился уровень удовлетворенности клиентов, увеличилось количество заказов, а также сократилась стоимость.

Если говорить о России, то подобных примеров на сегодняшний день в России, к сожалению, нет. Но их и во всем мире пока еще очень немного. И тем не менее, ведущие российские высокотехнологические компании понимают важность процессов дигитализации, и ряд из них уже начали разработку соответствующей стратегии, приступают к ее реализации. Очевидно, что в первом числе окажутся такие компании, как КАМАЗ, ОАК, ОДК, Вертолеты России. Поскольку эти компании выпускают серийную высокотехнологичную продукцию и конкурируют на мировом рынке, они должны обеспечить параметры выпускаемых изделий соответствующие мировым, при этом в заданные сроки, с заданным качеством, конкурентной ценой».

### **Максим Сонных, руководитель отдела промышленной автоматизации ООО «Бош Рексрот»:**

«Группа компаний BOSCH активно реализует проекты в области Индустрии 4.0 на собственных производственных площадках. Ряд таких пилотных проектов уже введены в эксплуатацию. Одним из успешных проектов является новая линия сборки гидравлических клапанов в г. Хомбурге. В рамках данной линии производится идентификация продукта с помощью RFID, согласованная с планом выпуска, продукт информирует адаптируемую линию об этапах сборки. Сменные автономные сборочные места преобразуют виртуальный производственный план в конфигурацию реальной сборочной линии с автоматическими настройками сборочных станций. В рамках линии организован обмен данными в реальном времени с MES/ERP. Внедрение новой линии позволило увеличить вариативность производимых изделий с 10 модификаций до 25, минимизировать время настройки и наладки и сократить объем склада. На российских заводах группы BOSCH, компания также реализует подходы Индустрии 4.0».





### **Дмитрий Пилипенко, заместитель генерального директора SAP СНГ:**

«По темпам освоения инновационных технологий, наша металлургия, в первую очередь, черная – среди мировых лидеров. Например, «Северсталь» активно использует мобильные устройства, чтобы обеспечить прозрачность работ по обслуживанию и ремонту оборудования, а также автоматизировать процессы планирования и расстановки персонала. Горная промышленность пока отстает от мировых грандов Rio Tinto или BHP Billiton. Однако отечественные горные компании сегодня прилагают серьезные усилия, чтобы преодолеть разрыв».



### **Владимир Кутергин, председатель совета директоров холдинга «Белфингрупп» и компании BFG Group, доктор технических наук, профессор:**

«Примеров успешных проектов цифрового производства в мире немало. Достаточно обратить внимание на лидеров автопрома, авиапрома, электронной техники, атомной промышленности и т.д. Из наиболее показательных примеров я бы отметил похожее на игру слов название производства компании FANUC: «роботы производят роботы». Российская промышленность понемногу сокращает имеющееся отставание. Есть вполне достойные и конкурентоспособные примеры, например, «Фабрика будущего» Санкт-Петербургского политехнического университета и ее проект «Кортеж».

### **Александр Баталов, руководитель департамента по работе с производственным сектором компании «Системный софт»:**

«Хорошие примеры цифровизации уже можно найти в любой компании из Топ-30 крупных российских и международных промышленных предприятий, работающих в нашей стране. Каждый из них уникален с точки зрения применения методов цифровизации, но «средняя температура по больнице» во всех крупных компаниях более-менее одинаковая, и находится на достаточно зрелом уровне».



### **Сергей Монин, менеджер по продаже решений управления сервисов группы компаний Softline:**

«Внедряя IoT на производстве, компании стремятся конвертировать выгоду от технологий «Индустрии 4.0» в понятные бизнес-показатели. Например, производитель станков, японская корпорация FANUC, снизила простой оборудования и тем самым получила на \$40 млн больше выручки за год. При производстве инструментов Stanley и Black & Decker после внедрения IoT количество дефектов и ошибок маркировки снизилось на 16%. А сингапурский производитель электроники Flextronics снизил расход энергии на своих заводах на 20%».



### **Алексей Зенкевич, руководитель подразделения «Промышленная автоматизация» Honeywell в России, Беларуси и Армении:**

«В России на сегодняшний день цифровые решения внедряются, в первую очередь, в нефтегазовой отрасли (как в upstream-, так и в downstream-сегменте), а также в горнодобывающей и металлургической промышленности. Речь здесь идет, прежде всего, о системах усовершенствованного управления технологическими процессами на промышленных предприятиях, обеспечивающих большую стабильность показателей качества, увеличение производственных показателей и снижение энергозатрат. Подобные системы хорошо зарекомендовали себя на нефтеперерабатывающих заводах Башкортостана, где с 2013 года проводились пилотные проекты по их внедрению, в результате чего было решено до 2022 года оснастить этими системами и другие объекты нефтеперерабатывающего комплекса региона.

Также среди примеров развития цифровизации производства в этой сфере можно упомянуть установку на одном из предприятий в Краснодарском крае системы автоматизации производственных процессов, которая повысила эффективность и продуктивность работы оператора установки по переработке нефти, а также поставку для нефтеперерабатывающего завода в Тюмени современной интеллектуальной системы управления. Данная платформа создала на предприятии практически целостный человеко-машинный интерфейс для управления новой установкой завода и позволила операторам своевременно получать информацию о производственном процессе и принимать необходимые решения с целью устранения возникших проблем.

По нашим наблюдениям, ряд руководителей предприятий нефтегазового и нефтехимического комплекса, несмотря на все преимущества данных инновационных решений, демонстрируют к ним сдержанный интерес, что обусловлено в первую очередь предполагаемой высокой стоимостью. Однако уже сегодня мы видим замечательные примеры, показывающие экономическую эффективность данных технологий, в частности, на предприятиях Башкирии, где внедрение систем автоматизации, заменивших операторов-технологов, окупилось в первый же год. Кроме того, важно понимать, что цифровое производство представляет собой, по сути, модульную структуру, которая может вводиться в эксплуатацию по частям, предоставляя достаточно времени для оценки эффективности систем на каждом этапе. Именно поэтому в Honeywell мы говорим об IIoT скорее как об эволюции производства, а не революции на нем».

### **Александр Лопухов, заместитель генерального директора по региональному развитию КРОК:**

«Есть говорить про мировые кейсы, один из ярких примеров – завод Chrysler в Толедо, на котором каждый день выпускается более 700 автомобильных кузовов. При этом задействованы 259 немецких роботов KUKA, которые «общаются» с 60 000 других устройств и станков. И весь этот обмен данными и их хранение организовано в облачной среде. В результате, существенно повышается производительность и гибкость такого завода, не говоря уже о повышении эффективности управления процессами.

В России проекты такого уровня и масштаба с явным применением концепции M2M (Machine-to-Machine) пока не на слуху. На Форуме IT-ЛИДЕР я слышал про проекты по мониторингу состояния оборудования и сокращению незапланированных простоев. Так, в одном крупнейшем металлургическом комбинате устанавливаемые на оборудовании сенсоры и датчики дают информацию реальной потребности в ремонте или профилактике, и только это снижает затраты на техническое обслуживание до 25% и еще и продлевает срок службы оборудования на несколько лет».





**Алексей Талаев, руководитель департамента прогнозной аналитики и оптимизационного планирования ИТ-компании Navicon:**

«В России одна из самых прогрессивных отраслей с точки зрения комплексной модернизации промышленности – металлургическое производство. Ряд высокотехнологичных предприятий планирует реализацию проектов на базе технологий математического моделирования, машинного обучения и Big Data для оптимизации производств. И примеры реальной экономии за счет оптимизации складской логистики, перемещения угольных шахт уже есть на рынке.

Среди зарубежных примеров – немецкая агропромышленная компания Suedzucker, поставляющая более чем 2000 различных продуктов на 11 европейских рынках, оптимизировала логистические процессы на базе IBM ILOG software. Топ-менеджмент компании прогнозирует сокращение затрат на сети поставок на 10%».

**Константин Фролов, заместитель генерального директора ГК «КОРУС Консалтинг»:**

«Среди наиболее удачных проектов цифрового производства за рубежом – Harley Davidson, Boeing. У нас поскромнее, но, например, кое-чем может похвастать ОАК. Элементы «цифровой фабрики» уже есть у предприятия ГСС, выпускающего Sukhoi Superjet. По ряду признаков ряд предприятий ВПК реализовал определенные решения, характерные для «цифровой фабрики», но эта информация в основном закрыта. Есть движение в этом направлении в РЖД – там реализован проект, который может быть с натяжкой классифицирован как проект Интернета вещей. Однако, мягко говоря, стремиться есть к чему и этого «чему» – очень много».



**Антон Титов, директор группы компаний «Обувь России»:**

«Сейчас достаточно высокий уровень автоматизации производства наблюдается у мировых лидеров в производстве спортивной обуви, таких как Nike, Adidas, Rebook, New Balance и других».

**Игорь Волков, заместитель генерального директора ООО «Би Питрон СП»:**

«Удачных примеров цифрового производства в России я не знаю. Нет достоверной информации о применяемых технологиях и в зарубежных компаниях. Можно лишь судить об уровне применяемых технологий по той высокотехнологичной продукции, которая становится конкурентоспособной на мировом рынке. Например, автомобили Tesla Илона Маска».





### **Игорь Сергеев, Директор департамента «Цифровое производство» компании «Сименс» в России:**

«Классическим примером «цифрового производства» является предприятие «Сименс» в Амберге (Германия), которое производит контроллеры SIMATIC, которые, к слову сказать, являются самыми распространенными ПЛК на планете. В Амберге обрабатываются заказы со всего мира, и человеку просто не под силу управлять ритмичным производством и ежедневными отгрузками в условиях, когда номенклатура предприятия составляет более 1000 различных модулей линейки SIMATIC. Но эта задача успешно решается с помощью средств дигитализации. Более 80% операций выполняются без участия человека, тысячи RFID-меток сообщают автоматизированным системам маршрут технологического процесса и требования к выполнению каждой операции, MES-система осуществляет 50 млн. записей о состоянии производства в день. Как результат – индекс качества продукции, выпускаемой в огромных масштабах, равен 99,99885%!

Примером «цифрового производства» в России может быть проект выпуска самолета Sukhoi Superjet 100, реализованный в ЗАО «Гражданские самолеты Сухого». Проект начинался с нуля в 2000 году, а в 2008 году самолет уже совершил свой первый полет. Создание и дальнейший выпуск Superjet 100 полностью базировались на цифровых моделях, открывших возможности широкой кооперации с поставщиками различных комплектующих, параллельного проектирования, модернизации производственных процессов с переходом к «цифровому производству».

Также хорошим примером являются проекты систем диспетчерского контроля и управления (СДКУ) для нескольких российских государственных корпораций, в которых была использована SCADA-система с открытой архитектурой, позволяющей доводить степень локализации конечного программного продукта до 60%.

Одним из трендов дигитализации является кастомизация (адаптация под индивидуальные требования), позволяющая учесть практически любые требования заказчиков в проектах любого масштаба: от локального узла учета до глобальных диспетчерских центров. Речь идет о таких функциях как: работа под управлением различных операционных систем с различным оборудованием и системами синхронизации времени (с несколькими метками времени); тренды, отчеты и любые формы по индивидуальным требованиям заказчика; алармы, зависящие от пользователя, 3D-визуализация и т.д.

Следует также отметить новый центр ОАО «РЖД» по обработке и анализу данных, созданный на базе моторвагонного депо «Подмосковная», где осуществляется диагностика и сервисное обслуживание электропоездов. Здесь проходят ревизии «Ласточки», производимые компанией «Уральские локомотивы» в рамках контракта с «РЖД» на поставку 1200 вагонов. Расположение депо в центре Московского железнодорожного узла обеспечивает оперативный выезд подвижного состава на все направления, в том числе на МЦК. Механизм больших данных (Big Data) дает возможность прогнозировать состояние узлов поезда, увеличивать степень готовности подвижного состава, переходить к «сервису по состоянию».



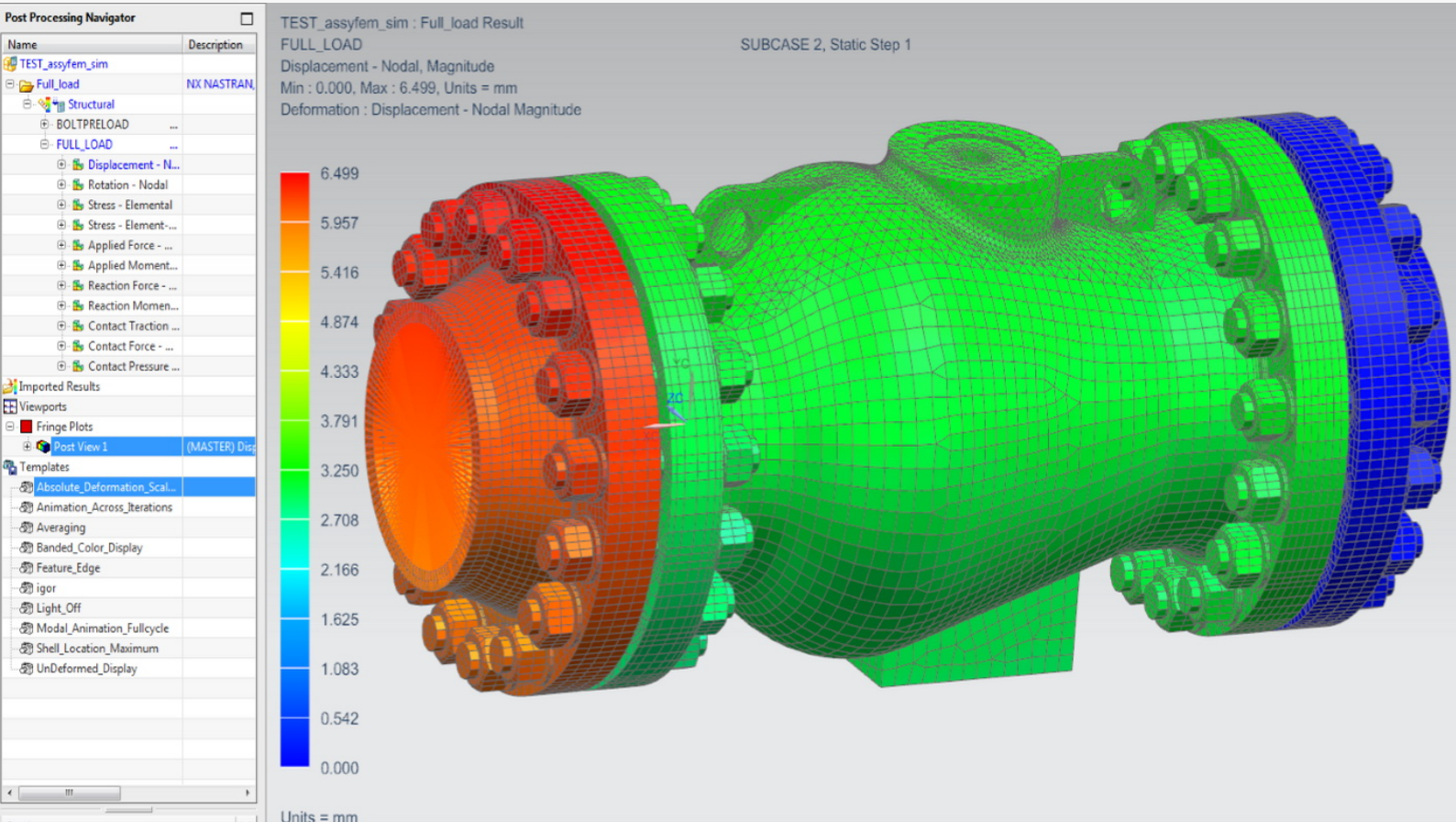


## Инструменты реализации идей

- Цифровое проектирование
- Инженерный анализ и оптимизация
- Автоматизация технологической подготовки производства
- Планирование и управление производством
- Промышленный Интернет вещей
- Управление обслуживанием и ремонтами



# Цифровое проектирование. Создание автоматизированной системы управления конструкторско-технологической подготовкой «Атоммаш»



На волгодонском предприятии «Атоммаш» (входит в структуру компании «АЭМ-технологии») успешно реализован проект модернизации системы конструкторско-технологической подготовки производства. В результате был существенно расширен функционал используемой PDM-системы Teamcenter, обеспечена ее интеграция с системами CRM и электронного документооборота. Партнером «Атоммаша» в этом проекте стала Группа «Борлас».

Фото: Расчет клапана обратного давления

Предприятие атомного энергетического машиностроения «Атоммаш», расположенное в городе Волгодонск Ростовской области, является одной из двух производственных площадок АО «Инжиниринговая компания «АЭМ-технологии» (Санкт-Петербург). Последняя, в свою очередь, входит в структуру АО «Атомэнергомаш» – машиностроительного дивизиона

Госкорпорации «Росатом». «Атоммаш» был введен в эксплуатацию в 1978 году. Сегодня предприятие производит крупное оборудование для добывающих и нефтегазоперерабатывающих компаний. В 2012-2014 годах здесь активно проходит процесс модернизации, в том числе и в области информационных систем.



### Предпосылки проекта

В 2012 году «Атоммаш» вошел в состав «Атомэнергомаша» – Машиностроительного дивизиона государственной корпорации «Росатом» в качестве производственного филиала АО «АЭМ-технологии». На предприятии началась модернизация как производственной базы, так и ИТ-инфраструктуры, которая обзавелась современными программными средствами. В частности, инженеры «Атоммаша» освоили трехмерное моделирование: начали разрабатывать изделия в 3D-формате в системе автоматизированного проектирования NX под управлением PDM-системы Teamcenter производства Siemens PLM Software. Программа Siemens Teamcenter используется также для управления проектами.

В 2013 году стало ясно, что комплексное PLM-решение на базе Teamcenter нуждается в доработке. В первую очередь это было связано с ограничениями в существующей системе конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП). Конструкторы, технологи и отдел закупок работали в разных программах (в том числе самописных), что приводило к необходимости заводить один и тот же материал в нескольких различных справочниках, к большой зависимости от человеческого фактора (соответствие наименований в разных справочниках отслеживалось вручную) и связанным с этим ошибкам. Сложности возникали при планировании закупок и прогнозировании сроков окончания КТПП.

### **ОДНОЙ ИЗ КЛЮЧЕВЫХ ПРЕДПОСЫЛОК ПРОЕКТА НА ПРЕДПРИЯТИИ «АТОММАШ» ЯВЛЯЛАСЬ НЕОБХОДИМОСТЬ ОБЕСПЕЧИТЬ СОВМЕСТНУЮ РАБОТУ КОНСТРУКТОРОВ И ТЕХНОЛОГОВ В ЕДИНОЙ СРЕДЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КАЧЕСТВЕННЫХ И ДОСТУПНЫХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О СОСТАВЕ ИЗДЕЛИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ИХ ПРОИЗВОДСТВА**

Кроме того, необходимость модернизации была продиктована возросшим объемом заказов на продукцию «Атоммаша» и, соответственно, вопросом качественного и своевременного выполнения контрактных обязательств. В данной ситуации на первый план выходит стандартизация бизнес-процессов, возможность их аналитики для повышения управляемости компании.

Еще в 2012 году в компании была принята концепция развития ИТ-технологий, а также политика развития единого информационного пространства

предприятия. Основу ИТ-инфраструктуры должны были составить уже использовавшиеся там программные продукты. На этой базе планировалось создать решение, которое бы позволяло моделировать производственную программу с учетом имеющихся мощностей и персонала, исходя из параметров изделий.

«Одной из ключевых предпосылок проекта на предприятии «Атоммаш» являлась необходимость обеспечить совместную работу конструкторов и технологов в единой среде для подготовки качественных и доступных исходных данных о составе изделий и технологических процессах их производства», – отмечает Олег Апанасик, директор по ИТ «АЭМ-технологии». В результате проекта компании удалось в большой степени автоматизировать первую ступень системы планирования и добиться существенного повышения детализации технологического процесса.

### Цели проекта

Согласно проекту, расширение функционала ПО Teamcenter должно было учесть специфику предприятия, повысить унификацию и доступность справочников, создать понятное рабочее пространство для технолога и механизмы интеграции Teamcenter с SAP (координация данных о составе изделия и проведение извещений на изменение).

Исходя из этого, целями проекта по автоматизации системы управления КТПП на «Атоммаше» были заявлены:

- обеспечение полноты данных для целей производственного планирования и учета;
- прозрачность и прогнозируемость бизнес-процессов на любом этапе подготовки производства;
- унификация и стандартизация бизнес-процессов подготовки производства;
- создание единого информационного пространства для работы конструкторов и технологов.

Основными задачами проекта стали:

- подготовка качественных исходных данных для системы планирования;
- обеспечение единой среды разработки для конструкторов и технологов;
- реализация единой системы ведения НСИ на всех площадках ЗАО «АЭМ-технологии»;
- обеспечение доступа ко всем данным подготовки производства в электронном виде на любом этапе жизненного цикла изделия непосредственно на рабочих местах, без необходимости обращения к бумажной документации;
- повышение прозрачности проведения КТПП и прогнозируемости сроков.

«Отличительной особенностью данного проекта являлась глубокая кастомизация отдельных компонентов Teamcenter: пользовательского интерфейса, алгоритмов формирования отчетов по составу изделия, управления справочниками и классификаторами, интеграционных компонентов. Так, например, для «АЭМ-технологий» было разработано специализированное эргономичное рабочее место технолога, которое позволило на несколько порядков сократить длительность процесса перевода пользователей в новую систему. Фактически, это было сделано в течение суток: вечером выключили старую систему, а на следующее утро уже приступили к работе в новой. Таких уникальных доработок Teamcenter в этом проекте было немало. На каждом из одиннадцати этапов проекта требовалось что-то уникальное и особенное, чтобы лучше подстроить систему под требования и бизнес-процессы предприятия, органично и бесшовно вписать ее в существующую информационную среду», – комментирует Александр Рыбаков, директор департамента производственного консалтинга группы «Борлас».

### Ход проекта

Партнером компании «Атоммаш» в реализации данного проекта стала выигравшая объявленный заказчиком конкурс [консалтинговая группа «Борлас»](#). Этот выбор обусловлен также и тем, что «Борлас» – один из ключевых партнеров Siemens PLM Software в России. Teamcenter в качестве основного решения для автоматизации КТПП было выбрано не сразу: руководство завода рассматривало в качестве альтернативы PDM-решения других производителей. Однако окончательный выбор был сделан в пользу доработки и расширения функционала системы Teamcenter. ИТ-отдел заказчика устраивала степень его гибкости и возможность использовать данные систем планирования и учета хода производства в автоматическом режиме.

Реализация проекта заняла 11 месяцев (вместе с вводом решения в промышленную эксплуатацию – около 1,5 лет) и прошла несколько стадий. Существенную часть этого времени специалисты «Борласа» работали с тестовой инсталляцией Teamcenter, затем все наработки были опробованы в тестовой среде ИТ-подразделения «Атоммаша». Окончательная версия решения была переведена в действующую PDM-систему. Сообщается, что при этом партнеры активно использовали систему видеоконференций для удаленной совместной работы.

Обучение сотрудников предприятия – конструкторов и технологов – работе с обновленной системой ИТ-подразделение «Атоммаша» проводило самостоятельно, в несколько этапов. Для этого был создан специальный учебный класс, оборудованный мощными рабочими станциями.

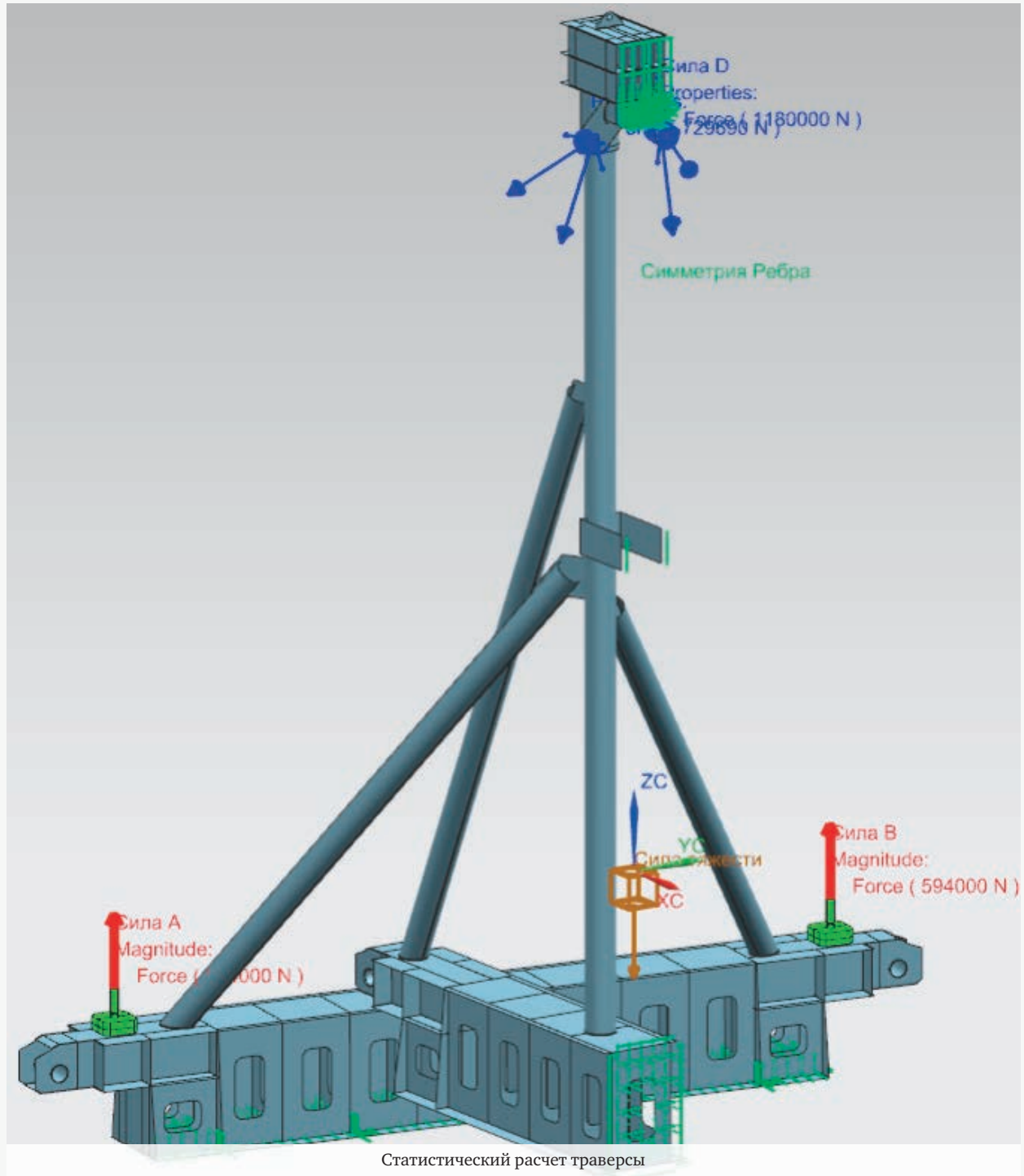
## К НАСТОЯЩЕМУ ВРЕМЕНИ ВСЕ ЦЕЛИ, ПОСТАВЛЕННЫЕ ПЕРЕД ИСПОЛНИТЕЛЯМИ ДАННОГО ПРОЕКТА, ДОСТИГНУТЫ

По сообщению директора по ИТ завода «Атоммаш» Олега Апанасика, среди более десятка реализованных в ходе проекта обновлений в системе Teamcenter можно выделить такие как внедрение рабочих мест технолога, инженера НСИ и места для управления электронным архивом КД и ТД, внедрение механизмов трудового нормирования (расчет времени операций по заданным параметрам выполнения операции, атрибутам целевого изделия и заготовки) и интеграции с SAP и системой электронного документооборота Search (с возможностью согласования документов и подписания их электронной подписью). Появились отчетный модуль высокой производительности, справочник-классификатор материалов и изделий, неунифицированные справочники предприятия (оборудование, инструмент, оснастка, профессии), модуль управления проектами для планирования разработки КД и ТД. Отдельно был разработан веб-интерфейс на базе MS SharePoint 2010 для просмотра архива конструкторской, технологической и нормативно-справочной документации с разграничением прав доступа.

### Результаты

К настоящему времени все цели, поставленные перед исполнителями данного проекта, достигнуты. Практически сразу после ввода нового решения в эксплуатацию время разработки ТПП сократилось на 20%, оптимизирована подача документации на изделие в нескольких производственных системах, отлажена система проверок технологической документации на непротиворечивость, существенно повышена детализация технологического процесса. Много изменений произведено в области интеграции функционала Teamcenter с ERP-системой SAP. Все это привело к улучшению главного показателя, обозначенного в целях проекта, – управляемости компанией.

Таким образом, сегодня все ТПП на изделия разрабатываются специалистами «Атоммаша» в программе Teamcenter. При этом сотрудники могут предлагать свои идеи по улучшению работы системы и внедрению в ней новых возможностей для сокращения сроков КТПП и повышения качества разрабатываемых изделий. Важным итогом проекта для управляющего персонала стала возможность прогнозирования и долгосрочного планирования технологических процессов.





## Газпром нефть: Итоги внедрения первого этапа программы «Цифровое месторождение»



Одним из значимых конкурентных преимуществ компании, не производящей уникальный продукт, становится внутренняя эффективность. Речь идет как о технологической эффективности производства, так и об оптимальности бизнес-процессов. На добычных активах «Газпром нефти» внедряется программа «Цифровое месторождение», главная задача которой – не просто насытить производство автоматизированными решениями, но найти оптимальные точки их приложения, применять передовые технологии там, где они отвечают на ключевые вызовы бизнеса.

Текст: Андрей Борзов

Инфографика: Дарья Гашек

Благодарим за предоставление материала [журнал «Сибирская нефть»](#)



Принятая в «Газпром нефти» технологическая стратегия блока разведки и добычи объединяет все проекты, направленные на повышение эффективности процесса добычи, разработки новых запасов, инфраструктурных решений. В рамках техстратегии в компании внедряются прогрессивные IT-решения. Но, как показывает практика, недостаточно просто приобрести инновационное решение или даже разработать его внутри компании – важно также правильно внедрить его и отследить дальнейшее использование. На реализацию соответствующих мероприятий и направлена программа «Цифровое месторождение».

### Без шаблонов

Основная особенность программы «Цифровое месторождение» – внедрение IT-решений одновременно с детальным изучением и последующим улучшением самих бизнес-процессов, которые предполагается оцифровать. Иначе о какой эффективности может идти речь, когда есть прекрасный рабочий инструмент, но нет понимания, где и как его применять? Для этого в рамках программы применяются инструменты LEAN 6 SIGMA: для правильного определения проблем в процессах и их истинных причин, для определения направлений оптимизации и для разработки плана внедрения.

Кроме того, «Цифровое месторождение» располагает инструментом, который позволяет сделать улучшения постоянными, – нельзя просто оптимизировать и уйти. За счет применения циклов непрерывных улучшений (циклов Деминга) процесс улучшения работы актива автоматизируется: процессы проходят оптимизацию, успешные результаты фиксируются, берутся за основу, и начинается новый цикл улучшений. Таким образом, удается не останавливаться на достигнутом и продолжать совершенствование актива.

И, наконец, самое главное – программа «Цифровое месторождение» направлена на удовлетворение конкретных потребностей активов. Нет единого шаблона, на основе которого внедряются улучшения. На каждом добывающем предприятии есть свои приоритеты и специфика, которая учитывается при старте программы, – это самый ответственный шаг, который закладывает основу будущего внедрения.



**Вадим Яковлев, первый заместитель генерального директора «Газпром нефть»:** «Газпром нефть» последовательно движется к достижению стратегической цели – добыче 100 млн т в год. Не менее важно для нас стать

### Цифровое месторождение

Программа «Цифровое месторождение» объединяет в себе теоретические и практические подходы, позволяющие повысить эффективность работы добывающих активов «Газпром нефти». В основе программы лежит автоматизация технологических процессов за счет внедрения передовых IT-решений, а также реорганизация сопутствующих бизнес-процессов. Помимо этого, характерная особенность программы – внедрение непрерывного процесса улучшений с помощью лучших мировых практик. Такой подход позволяет постоянно находить слабые места любого процесса и оптимизировать применяемые IT-решения в соответствии с изменяющимися внешними условиями.

Пилотное внедрение программы «Цифровое месторождение» на активах «Газпром нефти» началось в 2014 году, в качестве стартовой площадки проекта были выбраны активы «Газпромнефть-Хантоса». В 2016 году еще на трех предприятиях «Газпром нефти» прошел первый этап «Цифрового месторождения», нацеленный на определение перечня потенциальных улучшений и сопутствующего им экономического эффекта.

лидером по эффективности. Эта задача особенно актуальна в условиях сложной внешней конъюнктуры. «Цифровое месторождение» – это проект, который отражает наш фокус на непрерывное повышение операционной и организационной эффективности. Цель проекта – безжалостно избавиться от всех видов потерь, сделать работу буквально каждого сотрудника максимально осмысленной и продуктивной. Это должно стать основой нашей производственной философии, частью нашей культуры».

Внедрением «Цифрового месторождения» занимается отдельная команда специалистов, обладающих компетенциями управления программами, объединяющая экспертов как из корпоративного центра, так и на местах. В начале 2016 года на ряде добывающих предприятий «Газпром нефти» был запущен первый этап «Цифрового месторождения» – «Определение организационного и технологического потенциала актива».

Определение технологического потенциала состоит из нескольких шагов, основанных на методах «Бережливого производства». Работа начинается с выявления бизнес-процессов, где актив потенциально может сделать рывок вперед. Для каждого месторождения они разные, поэтому это

самый важный шаг для определения направления, в котором следует двигаться дальше. Выбранные процессы берутся за основу для дальнейшего анализа, разборки на составные части и выявления зон для улучшений. В результате актив получает список областей для дальнейшего совершенствования и причин, которые в данный момент препятствуют эффективной работе. Этот список подкрепляется конкретными расчетами средств, которые предприятие сможет сэкономить, усовершенствовав свои процессы.

«Сам по себе этап определения для нас оказался очень интересным опытом. Мы выявили потенциал, над которым нам предстоит работать. Мы увидели наши процессы под другим углом, наработали опыт взаимодействия между командами. Люди получили важные компетенции в диагностике проблем и оценке рисков», – оценил работу на активе генеральный директор «Газпромнефть-Муравленко» Валерий Чикин.

### Ключевые процессы

Что касается конкретных результатов, то все они соответствовали особенностям каждого актива. Так, добывающие предприятия в Ноябрьске и Муравленко – старейшие в компании. На них приходится значимая доля всего объема добычи, а потому повышение эффективности здесь в первую очередь направлено на процессы, непосредственно связанные с добычей: поддержание пластового давления, подъем жидкости в скважине, управление капитальным строительством скважин. Совокупный потенциал улучшений только по этим трем процессам для двух предприятий может составить более 1,5 млрд рублей. Ноябрьск и Муравленко успешно синхронизировались в вопросе выбора процессов: в итоге процесс подъема жидкости предприятия будут совершенствовать совместно, поддержанием пластового давления займутся специалисты из «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаза», а капитальным строительством – «Газпромнефть-Муравленко». Затем активы обмениваются опытом, что существенно увеличит эффективность внедрения улучшений.

«Мы выявили множество факторов, оказывающих влияние на темпы развития предприятия, – отметил генеральный директор «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаза» Павел Крюков. – С помощью инструментария, предложенного командой, мы смогли понять, каковы их причины. И, что самое важное, найти оптимальный способ решения проблем за счет совместной работы с активами, сталкивающимися с аналогичными трудностями».

Проблемы, выявленные в «Газпромнефть-Ямале», разрабатывающем Новопортовское месторождение, обусловлены в первую очередь расположением

этого месторождения – оно находится за Полярным кругом, вдалеке от транспортной трубопроводной инфраструктуры.

После ввода в строй в мае 2016 года арктического наливного терминала «Ворота Арктики» и появления возможности полномасштабной отгрузки нефти с Нового Порты по Северному морскому пути месторождение заработало в полную силу. В то же время сложная логистика как отгрузки нефти, так и доставки персонала и различных грузов на этот удаленный актив компании остается ключевым процессом, требующим постоянного совершенствования.

### Шесть сигм

(англ. six sigma) — концепция управления производством, разработанная в корпорации Motorola в 1986 году. Суть концепции сводится к необходимости улучшения качества каждого из процессов, минимизации дефектов и статистических отклонений в операционной деятельности. Концепция использует методы управления качеством, в том числе статистические методы, требует использования измеримых целей и результатов, а также предполагает создание специальных рабочих групп на предприятии, осуществляющих проекты по устранению проблем и совершенствованию процессов.

### Бережливое производство

(от англ. lean production, lean manufacturing — «стройное производство») — концепция управления производственным предприятием, основанная на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь. Бережливое производство предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя. Возникла как интерпретация идей производственной системы компании Toyota американскими исследователями ее феномена.

### Циклы Деминга

(Уильям Деминг — американский ученый, статистик и консультант по менеджменту) — циклически повторяющийся процесс принятия решения, используемый в управлении качеством. Включает в себя несколько этапов — планирование, действие, проверку и корректировку.



ПОДХОД «ЦИФРОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ»



Пилотное IT-решение в рамках первого этапа внедрения «Цифрового месторождения» было разработано для моделирования графика отгрузки нефти морскими танкерами. Эта, на первый взгляд, тривиальная для среднестатистического морского порта задача значительно усложняется при отгрузке нефти в Обской губе Карского моря. Основными внешними факторами, влияющими на выполнение плана отгрузки, здесь становятся постоянно меняющиеся погодные условия, мешающие танкеру встать на загрузку, и сложные ледовые условия (толщина льда достигает 2,5 метров).

Обычно график отгрузки строится специалистом вручную, на это уходит несколько дней. Созданная пилотная программа тратит на построение графика несколько минут. При этом тестирование программы показало, что при ее использовании исключается риск ошибок в расчетах, а эффективность отгрузок оказывается выше. В частности, по предварительной оценке, среднее время швартовой операции по загрузке танкера может быть сокращено на 1 час, благодаря чему предприятие сможет загрузить один дополнительный танкер в год. Ориентировочно внедрение программы позволит компании сэкономить порядка 665 млн рублей. На данном этапе специалистами прорабатывается вопрос дальнейшей автоматизации сквозного процесса транспортировки нефти от скважины до потребителя.

«Выявленные потенциальные улучшения в логистических процессах разработки Новопортовского месторождения показали необходимость внедрения особого класса систем поддержки принятия решений – систем управления в реальном времени, – отметил генеральный директор «Газпромнефть-Ямала» Алексей Овечкин. – В отличие от классической системы, где есть план действий и его исполнение, управление в реальном времени – это обработка всех событий в момент их возникновения. Таким образом, не происходит расхождения между планом и реальностью, когда во время исполнения случаются события, не учтенные в плане и влияющие на результат».

Продолжается внедрение «Цифрового месторождения» и в «Газпромнефть-Хантосе», который в свое время стал стартовой площадкой для запуска программы. Именно здесь была отработана ее концепция и выработаны подходы, которые сейчас используются на остальных активах. Пилотным проектом здесь стала автоматизация процессов, сопровождающих ремонт скважин, – в результате только на начало 2016 года экономия за счет снижения простоев скважин составила 73 млн рублей. Успешно завершив пилот, актив продолжает работать в рамках «Цифрового месторождения». Сейчас идет синхронизация программы с проектом «ЛИНИЯ» (оптимизация бизнес-процессов с помощью инструментов

### РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПЕРВОГО ЭТАПА ВНЕДРЕНИЯ ПРОГРАММЫ «ЦИФРОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ» ПОКАЗАЛИ, ЧТО ЧАСТЬ РЕШЕНИЙ МОЖНО УЖЕ ТИРАЖИРОВАТЬ НА ДРУГИЕ АКТИВЫ

LEAN) в области планирования организационных изменений.

«Цифровое месторождение» для нас никогда не было просто IT-проектом по автоматизации, – подвел итоги работы на активах компании начальник управления информационных технологий, автоматизации и телекоммуникаций блока разведки и добычи «Газпром нефти» Максим Шадура. – В компании мы прошли длинный и сложный путь к достижению общего понимания программы с точки зрения реинжиниринга бизнес-процессов и важности организационных составляющих в ней. Только после окончания пилота в «Газпромнефть-Хантосе» мы выработали полноценную интегрированную методологию. Мы сделали большой шаг в анализе и структурировании процессов, но нам предстоит не меньший шаг в их совершенствовании и внедрении со встроенными подходами непрерывных улучшений».

**Константин Кравченко, начальник департамента информационных технологий, автоматизации и телекоммуникаций «Газпром нефти»:** «Цифровое месторождение» – составная часть ИТАТ-стратегии «Газ-



пром нефти» в области цифровой трансформации бизнеса. Это новое направление и для нас, и для всей нефтяной отрасли, как с точки зрения масштабов и особенностей решаемых задач, так и с точки зрения подходов к их решению. Безусловно, такие проекты помогают нам определить точки роста и по-новому взглянуть на роль IT в развитии нашей компании, а также найти пути для более тесного взаимодействия IT и бизнеса. Хочу подчеркнуть, что программа «Цифровое месторождение» нацелена на достижение практических результатов, а опыт, полученный при ее реализации, будет полезен для остальных направлений деятельности компании».

Результаты реализации первого этапа внедрения программы «Цифровое месторождения» показали, что часть решений можно уже тиражировать на другие активы. Следующим этапом станет формирование циклов непрерывных улучшений, подбор IT и организационных решений и формирование портфеля проектов, который будет включать все решения по ключевым областям улучшений на активах.

## Цифровая трансформация «Российских космических систем»



Уже на протяжении 70 лет «Российские космические системы» разрабатывают, производят, испытывают, поставляют и эксплуатируют интеллектуальные системы космического назначения, бортовую и наземную аппаратуру. Задавая тенденции в области высоких технологий, компания модернизирует и собственное производство, интегрируя в него инновационные технологии цифрового предприятия.

Фото: АО «Российские космические системы»

АО «Российские космические системы» (РКС, входит в Объединенную ракетно-космическую корпорацию) является одним из лидеров мирового космического приборостроения и специализируется на производстве микроэлектроники, аппаратуры, систем и комплексов космического назначения. Как и на любом высокотехнологичном производстве, современные информационные технологии в РКС применялись уже многие годы, но в 2015 году компания перешла к новому этапу своего развития – к формированию «цифрового предприятия».

Ключевые преобразования осуществляются в рамках проводимой реформы ракетно-космической отрасли 2016-2018 гг. Цифровая трансформация интегрирует информационные и бизнес-процессы

«Российских космических систем» в единый эффективный комплекс за счет пересмотра базовых управленческих алгоритмов и оптимизации производственных процессов. Так, в 2016 году была реорганизована работа центра обработки данных РКС, его новые возможности значительно повышают эффективность обработки и хранения информации в интересах холдинга и других предприятия ракетно-космической отрасли России. Ведется работа по совершенствованию системы управления, модернизации производств, введению новых технических регламентов, внедрению новейших средств автоматизации, которые, как ожидает руководство компании, позволят РКС стать одним из лидирующих цифровых предприятий России.



К развитию цифровых технологий компанию подтолкнула необходимость повышать свою конкурентоспособность в более жестких экономических условиях.

«Кризис есть главная причина для инвестирования в цифровую трансформацию, – утверждает Владимир Денежкин, директор по информационным технологиям компании «Российские космические системы». – В тучные годы нет никаких стимулов, чтобы изменить себя, – все и так работает. А когда начинается кризис, сразу задумываешься, как бы оптимизировать свои затраты и ускорить производственный процесс, как получить результаты с минимальными усилиями и в короткий срок. И вот тут оказываются востребованными те принципы, на которых строится концепция цифрового предприятия. Именно на их основе можно существенно снизить издержки, ускорить процессы создания продуктов и услуг, обеспечить их быстрый вывод в производство и доставку заказчику. Кризис, пожалуй, основной стимул для цифровой трансформации на любом предприятии».

Технологии цифрового производства подразумевают создание в электронном виде описания всего жизненного цикла изделий: от идеи, проектирования, прототипирования, выпуска модели и ее испытаний, до запуска в серию, продажи заказчику, эксплуатации и утилизации. Уже сегодня этот подход внедрен в нескольких проектах РКС, а впоследствии отрабатываемые ИТ-решения на основе новейших отечественных разработок и передовых мировых практик будут применяться на всех предприятиях интегрированной структуры РКС. Ожидается, что интеграция ИТ и бизнес-процессов в единый комплекс завершится в 2018 году.



Владимир Денежкин, директор по информационным технологиям компании «Российские космические системы»

### **КРИЗИС ЕСТЬ ГЛАВНАЯ ПРИЧИНА ДЛЯ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ЦИФРОВУЮ ТРАНСФОРМАЦИЮ. В ТУЧНЫЕ ГОДЫ НЕТ НИКАКИХ СТИМУЛОВ, ЧТОБЫ ИЗМЕНИТЬ СЕБЯ, – ВСЕ И ТАК РАБОТАЕТ.**

Передовые цифровые технологии сократят время на разработку, снизят затраты и обеспечат выпуск новейшей аппаратуры космического назначения при высокой производственной и экономической эффективности. Но в решении этой задачи есть и свои трудности, и первая из них – сложность организационной структуры РКС, объединяющей ряд дочерних зависимых предприятий. В таких условиях большое значение приобретают вопросы интеграции производственных процессов и поддерживающих их ИТ-активов. Некоторые производственные цепочки насквозь пронизывают РКС со всеми ее дочерними обществами, но, как отмечают в компании, еще не все из них выстроены должным образом.

Совершенствование существующих бизнес-процессов является первым шагом к эффективной «цифровизации» производства, без чего любые новые технологии не смогут использоваться в полном объеме. Это напрямую связано с вопросом окупаемости инвестиций, который всегда стоит для предприятий достаточно остро, особенно в условиях кризисов. Цифровая трансформация производств, как и любой процесс модернизации, требует серьезных вложений, и если предприятие не готово к переходу, если не обеспечен необходимый уровень организации процессов, инвестиции могут оказаться напрасными.

«Разумеется, можно создать финансовые модели для оценки рисков инвестирования в цифровую трансформацию. Эти модели могут иметь разную степень релевантности. Используя их, можно так или иначе просчитать затраты и сроки окупаемости внедрения ИТ-решений, необходимых для цифровой трансформации. Но вообще-то ключевой задачей сегодня является не оценка рисков, а собственно переход предприятия на принципы цифровизации за счет пересмотра базовых управленческих алгоритмов, оптимизации производственных процессов и формирования новых технологических регламентов. И главный риск состоит не в том, что те или иные средства (созданные на базе информационных технологий) будут внедряться недостаточно обдуманно, а в том, что эти средства, пусть даже закупленные обоснованно, будут работать неэффективно – окажутся бесполезными. Чтобы этого не произошло, предприятиям необходимо прежде всего



оптимизировать свои бизнес-процессы, точно определить, что именно, для чего и как будет трансформироваться, понять, какие части ИТ-инфраструктуры – приложения, базы данных и т.д. – потребуются адаптировать к новым условиям», – убежден Владимир Денежкин.

Ключевым заказчиком «Российских космических систем» являются головные предприятия «Роскосмоса». Процесс разработки и производства приборов, аппаратуры, систем и комплексов для космической техники достаточно сложен и длителен. В соответствии с нормативной документацией, принятой в отрасли, каждое новое изделие начинается с аванпроекта. Затем осуществляются проектирование, разработка конструкторской документации, ее согласование с технологами, создание опытных образцов, их испытания. На каждом из этих этапов специалисты оценивают промежуточные результаты и вносят необходимые коррективы. Результатом становится то, что раньше называлось «комплексом конструкторской документации», а сейчас называется «цифровым макетом изделия» – основа для реализации конечного продукта «в железе». Затем цифровой макет направляется на завод, где из необходимых комплектующих собирается готовый продукт. На финальной стадии продукция проходит тестирование и передается потребителю.

Современные информационные системы помогают усовершенствовать этот процесс, сократить

сроки, повысить эффективность работ, а также лучше контролировать жизненный цикл изделий. Специфика отрасли – ее высокая сложность и важность – требует от компании собирать и хранить полный набор данных о каждом изделии – от стадии разработки нового продукта инженерами вплоть до его ликвидации в конце жизненного цикла.

«Для нас очень важно видеть, что и как происходит с продуктом нашего предприятия от зарождения идеи его производства до завершения жизненного цикла, когда он будет утилизирован или сгорит с отработавшим спутником в атмосфере. И все информационные системы, которые мы внедряем в ходе цифровой трансформации, должны помочь нам установить корреляцию между всеми событиями, связанными с жизненным циклом наших изделий», – поясняет Владимир Денежкин.

Однако при обработке таких больших объемов информации всегда существует риск искажения или несвоевременного поступления информации, и это вызывает наибольшие опасения у производителей, особенно в критически важных отраслях. Как отмечают в компании, в отрасли космического приборостроения еще не сложились механизмы, позволяющие утилизировать весь массив данных, которые генерируются в ходе производства и эксплуатации космической техники, поэтому такие ситуации могут происходить на предприятиях с высокой степенью автоматизации бизнес-процессов и недостаточными средствами анализа данных. Это

мешает установлению полноценной корреляции между каким-то событием и исходными данными. Однако работа над решением этой задачи ведется.

«Существует масса методик, которые тем или иным образом позволяют выявить связи между реальными параметрами изделий и математической моделью, по-своему определяющей эти параметры. Мы уже практикуем подобные методики и планируем расширить практику их применения», – говорит директор по информационным технологиям компании.

Актуальна и проблема обмена данными с партнерами по отрасли. Компании обмениваются цифровыми макетами изделий, необходимыми на этапе проектирования и производства продукции, однако главная сложность в этом процессе кроется в отсутствии единой корпоративной системы управления жизненным циклом изделия (Product Lifecycle Management, PLM), в рамках которой можно было бы развернуть любое изделие на десятки или сотни тысяч его компонентов, детально рассмотреть каждый из них. Сейчас взаимодействие происходит по схеме «точка-точка», то есть предприятия каждый раз договариваются, в каком виде передавать друг другу информацию. Регламентация средств информационной поддержки жизненного цикла изделий позволит значительно упростить взаимодействие.

### **ТРЕТЬИМ КИТОМ УСПЕШНОЙ «ЦИФРОВИЗАЦИИ» ПРОИЗВОДСТВА, НАРЯДУ С РЕОРГАНИЗАЦИЕЙ ПРОЦЕССОВ И ОРГАНИЗАЦИЕЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И ОБМЕНА ИНФОРМАЦИИ, ЯВЛЯЕТСЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ**

Третьим китом успешной «цифровизации» производства, наряду с реорганизацией процессов и организацией системы обработки и обмена информацией, является совершенствование корпоративной культуры. Современные технологии вносят свои коррективы не только в то, как разрабатывается и производится продукт, – меняются модели взаимодействия между различными участниками процесса, выстраиваются новые связи, создаются новые регламенты. Создание «цифрового предприятия» сложный и долгосрочный процесс, не ограничивающийся исключительно ИТ-отделом, а затрагивающий каждого сотрудника. Так, в РКС идеологом преобразований выступает генеральный директор компании, управляющий процессом перехода к новой прогрессивной модели функционирования предприятия. Одновременно под контролем

соответствующих служб ведется работа по оптимизации и реорганизации бизнес-процессов, а ИТ-отдел интегрирует собственные наработки и лучший мировой опыт.

«РКС находится в самом начале этого пути, и нам потребуется многое изменить, прежде чем мы придем к этой прогрессивной модели. На нашу службу, ответственную за информационные технологии, возложены иные задачи – мы воплощаем в жизнь то, что кто-то другой разработал для нас в качестве методики, – поясняет Владимир Денежкин. – Иногда в ходе этой работы мы наблюдаем конфликт интересов тех или иных структур предприятия. Мы стараемся нивелировать подобные шероховатости, предлагая решение, оптимальное для всех участников производственного процесса. На эту работу накладывает отпечаток специфика нашей деятельности. С одной стороны, мы используем ИТ в собственных тематических разработках – изготавливаем для конечного потребителя сложные приборы на основе самой современной микроэлектроники, которые по сути тоже являются ИТ-продукцией. Вместе с тем мы используем ИТ для того, чтобы повысить эффективность управления головным предприятием и производственными циклами наших дочерних обществ. В чем-то две эти задачи совпадают, а в чем-то иногда противоречат друг другу. И наша служба видит своей главной целью гармонизацию этих двух миров – ИТ-инфраструктуры для управления ресурсами предприятия и ИТ-активов, необходимых для разработки и внедрения конечной продукции РКС».

Создание цифрового производства, трансформация процессов и взаимосвязей в рамках сложной структуры организации – многоуровневый процесс, в котором важна совместная работа не только отделов, предприятий в рамках групп компаний и холдингов, но и эффективное сотрудничество всех игроков рынка. Этот процесс стартует с модернизации производств, реорганизации процессов, изменения систем управления и через трансформацию всей корпоративной культуры приводит к созданию предприятия нового типа – более гибкого, более эффективного, более современного. И при всей своей сложности это тот путь, без которого лидерство компании на современном рынке невозможно.

*Материал подготовлен на основании данных:*

- 1) РКС переходит на цифровое управление всеми производственными циклами, январь 2016, [roscomtos.ru](http://roscomtos.ru);
- 2) Алексей Есауленко, Цифровизация космических систем – «Поехали!», февраль 2016, [cio.ru](http://cio.ru);
- 3) Официальный сайт АО «Российские космические системы» [russianspacesystems.ru](http://russianspacesystems.ru).



## Четвертая промышленная революция в России: главные достижения



Цифровые технологии все глубже проникают в российскую действительность. В «Аптекарском огороде» Ботанического сада МГУ за растениями ухаживает робот-садовник; в Челябинске презентовали робота-водолаза, способного заменить человека при работе на 300-метровой глубине. Разрабатываются госпрограммы по развитию, освоению и внедрению инновационных решений, укрепляется двустороннее сотрудничество в сфере цифровых технологий с другими государствами, компании все активнее применяют на собственных производствах достижения четвертой промышленной революции. Какие результаты в области цифровизации производства могут презентовать российские предприятия на сегодняшний день?

Последние годы тема цифровых технологий не сходит с повестки дня Правительства России. Еще в сентябре 2014 года на заседании Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России была озвучена задача развития новых производственных технологий. По итогам заседания был сформулирован целый ряд поручений по стимулированию и расширению научных исследований и опытно-конструкторских разработок, ускорению технологического развития, внедрению перспективных технологий в производство. В декабре того же года была начата разработка государственной программы мер по поддержке развития в стране перспективных отраслей – Национальной технологической инициативы (НТИ). Сегодня она ставит своей целью создание условий для глобального технологического лидерства России к 2035 году. В 2017 году на поддержку проектов, выполняемых в рамках НТИ будет направлено почти 8,5 млрд руб.; с учетом переноса части средств прошлого года сумма составит 12,5 млрд руб.

Алексей Боровков, Соруководитель рабочей группы НТИ по передовым производственным технологиям, проректор по перспективным проектам Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого: «Предполагается, что, благодаря НТИ Россия должна стать одним из технологических лидеров на рынках будущего. Горизонт, определенный для этого Президентом, составляет примерно 20 лет – 2035 год. К этому времени экономика значительно изменится: во-первых, она станет цифровой, во-вторых, постепенно будут размываться границы между теми отраслями, которые есть сейчас, в-третьих, возникнут новые рынки. Все это будет связано, в основном, со всепроникающим влиянием информационно-коммуникационных технологий, мультидисциплинарных и кросс-отраслевых компьютерных технологий, созданием и применением новых материалов, например, композитов и многофункциональных метаматериалов, а также с общей «цифровизацией» всех процессов жизнедеятельности – от проектирования до систем управления, мониторинга состояния технических объектов. То есть, речь идет не только об объединении мира материального с цифровым миром, что понятно, но и в ближайшем будущем – с биологическим миром. В результате постоянно будут возникать все более сложные научно-технологические задачи – новые вызовы. Но между современным состоянием развития технологий и компетенций и этими вызовами есть некий разрыв. Соответственно, нужно понять, в чем он состоит, и сформулировать программу мероприятий, направленных на то, чтобы этот разрыв ликвидировать в чрезвычайно краткие сроки. Иными словами, цель НТИ – чтобы через 20 лет Россия заняла достойное место



### Дмитрий Rogozin, заместитель Председателя Правительства Российской Федерации:

«Россия имеет все шансы «идти вперед, никого не догоняя». Причем не просто идти, а совершить мощнейший опережающий рывок. Изучив опыт конкурентов, в том числе негативный, не повторяя их ошибок, вполне возможно выйти в лидеры там, где мы до последнего времени не обладали заметными достижениями. Одной из таких сфер деятельности является цифровое производство».

на мировых рынках, чтобы здесь создавались, развивались и эффективно применялись передовые технологии, шла своевременная подготовка специалистов с компетенциями мирового уровня и, конечно, имелась бы определенным образом налаженная образовательная система».

К 1 июня 2017 года согласно поручению главы государства Владимира Путина Правительству РФ и Администрации будет разработана и утверждена программа «Цифровая экономика». В ней будут предусмотрены меры по созданию правовых, технических, организационных и финансовых условий для развития цифровой экономики в России и ее интеграции в пространство цифровой экономики государств-членов Евразийского экономического союза.

«Формирование цифровой экономики – это комплексная задача по переходу на новый технологический уровень за счет внедрения информационно-телекоммуникационных технологий на всех этапах цепочки создания добавленной стоимости. Основная задача этого процесса очевидна – повышение качества жизни граждан, конкурентоспособности и эффективности экономики, развитие ее экспортного потенциала», – говорит эксперт Открытого правительства Антон Петраков.

Россия, по его словам, обладает значительным интеллектуальным и кадровым потенциалом, российские компании успешно конкурируют с крупными

транснациональными игроками. Это ключевые предпосылки для развития цифровой экономики.

Насколько глубоко цифровые технологии проникли в российскую промышленность?

### Проект «Стопроцентная цифра» Объединенной судостроительной корпорации

К прогрессивным судостроительным технологиям движется Объединенная судостроительная корпорация. Как рассказал вице-президент ОСК по техническому развитию Дмитрий Колодяжный, первый, наиболее масштабный блок проектов, которые будут реализовываться в рамках технической политики ОСК, – это «Стопроцентная цифра».

«Он подразумевает глобальный переход от использования чертежа как основного документа в производстве к математической модели на всех этапах жизненного цикла изделия. Эта парадигма, в свою очередь, подразумевает реализацию в ОСК целого ряда проектов, – поясняет Дмитрий Колодяжный. – Во-первых, предстоит внедрить корпоративную информационную систему нормативно-справочной информации, или, проще говоря, различных справочников, интегрированных во все основные программные продукты, используемые в корпорации. Кроме того, планируется создать единое информационное пространство, позволяющее конструкторским бюро и верфям работать с едиными математическими моделями и массивами данных. Это целый комплекс работ, начиная непосредственно с построения инфраструктуры и

заканчивая стандартами взаимодействия конструкторских бюро и верфей. Необходимо организовать единую диспетчерскую ОСК, позволяющую отслеживать ход строительства кораблей и судов, видеть отставания и их причины. Это даст возможность своевременно принимать управленческие решения.

В рамках проекта «Управление знаниями» будет создана база знаний ОСК и организованы коммуникации между сотрудниками корпорации по принципу специализации, принадлежности к тому или иному проекту или участию в различных экспертных сообществах. Планируется создание банка идей, расширенного контекстного поиска по базе, а также организация единого окна для внешних инновационных предложений. Проект подразумевает широкую интеграцию с другими системами ОСК, такими как система учета результатов интеллектуальной деятельности, корпоративными порталами обществ, системами электронного документооборота и т.д.

Это только основные блоки, входящие в программу «Стопроцентная цифра». На самом деле проектов значительно больше и все они нацелены на то, чтобы ОСК работала как единый современный механизм, в основе которого лежат цифровые технологии. Программа реализуется в тесной связке с IT-службой и продуктовыми дирекциями ОСК».

### Беспилотники в российском строительстве

Из необычной игрушки беспилотники уже давно перешли в категорию ценного инструмента для конт-



Проект «Лазерные и гибридные сварочные технологии» призван двукратно повысить производительность сварочных операций, ОСК



роля хода работ в промышленном и гражданском строительстве. Беспилотные летательные аппараты позволяют совершать регулярные облеты площадок, снимая гигабайты фото и видео. Данные аэро съемки преобразуются в трехмерную модель с точной привязкой к координатам местности. Доступ к собранным данным организован через облачный сервис, что позволяет следить за ходом работ из любой точки мира.

Преимущество дронов в том, что в отличие от стационарных камер они практически не имеют ограничений по месту эксплуатации и условиям съемки. Они уже нашли свое применение при сканировании сотен проектов строительства. Один из них – Амурский ГПЗ Газпрома. Инструментарий 4.0 здесь был внедрен по инициативе центра по управлению проектированием, поставками и строительством НИПИГАЗ, входящего в СИБУР. Применяемый на стройплощадке беспилотник может работать в диапазоне температур от  $-40$  до  $+40$  °С на скорости от 65 до 120 км/ч в течение трех часов. Программное обеспечение вычисляет объем насыпанного и извлеченного грунта, площадь и периметр объектов, количество задействованной техники, сравнивая реальную информацию с проектной документацией. Это позволяет точнее контролировать все расходы. Следующим шагом станет интеграция работы беспилотников с дополненной реальностью, что позволит строителям, находящимся на площадке, соотносить происходящее с 3D-моделью объекта, включив голограмму в своем шлеме.

## Технологии Big Data в компании СИБУР

Применение Big Data на производстве тесно коррелирует с внедрением «бережливых» производственных технологий, убежден Руководитель направления «Шесть Сигм» СИБУРа Максим Соловьев. В их числе методика «Шесть Сигм», одна из наиболее распространенных в мире методик оптимизации операционной деятельности и борьбы с дефектами. Суть ее – в математическом моделировании процессов на основании данных предыдущих периодов. Метод позволяет выявлять условия, при которых удастся достигнуть наилучших результатов, чтобы затем на их основе построить оптимальную модель управления. «Главное, что дают проекты «Шесть Сигм», – это прогнозируемый результат процесса», – говорит Максим Соловьев.

СИБУР сейчас занимается внедрением программного продукта, наделенного возможностями близкими к возможностям искусственного интеллекта. Он подключается к потоку данных производственного процесса в рамках заданных границ и становится самообучаемым инструментом, нацеленным на выработку рекомендаций по оптимальному ведению технологического цикла. На практике работа с программой выглядит так: в операторской установлены мониторы, на которых отображаются реальные значения управляемых показателей различных процессов и тот их уровень, что необходим для получения оптимального результата. Финальное решение принимает человек, но программа помогает ему выбрать лучший из вариантов.



Беспилотники в строительстве

Впрочем, некоторыми технологическими процессами уже сегодня управляет машина. На ряде площадок компании внедрены системы класса Advanced process control (APC), функционал которых не ограничен рекомендациями. На основании предустановленной модели «идеального технологического процесса» система учитывает любые отклонения и не только говорит об этом оператору, но и вносит коррективы в работу оборудования, то есть генерирует управляющий сигнал самостоятельно.

«В зависимости от текущих потребностей производства можно задать системе приоритеты. Например, вести процесс с максимальными показателями энергоэффективности либо максимизировать количество выпускаемой продукции. Системы класса APC сегодня управляют лишь некоторыми производственными узлами на наших предприятиях, мы применяем их там, где видим в этом потребность», – отмечает руководитель направления Улучшенного управления производственным процессом Игорь Кимяев.

«Ранее борьба на нашем рынке основывалась на экономии за счет масштаба производства и вывода непрофильных задач на аутсорсинг, но сейчас данный ресурс уже во многом исчерпан. Зато появились возможности широкого применения современных цифровых технологий. Так, Big Data сейчас становится одним из самых действенных инструментов повышения эффективности нефтехимических предприятий, что заставляет СИБУР продолжать его внедрение в свою практику», – говорит Алексей Агапкин, директор Центра «Производство» СИБУРа.

### Проект «Снайпер» Магнитогорского металлургического комбината

Работы по проекту «Снайпер» начались на Магнитогорском металлургическом комбинате в 2015 году. Проект основан на технологии работы с большими данными (Big Data) и направлен на улучшение управленческого процесса и оптимизацию производства стали с помощью обработки больших массивов информации. Решение позволяет оптимизировать расход ферросплавов и добавочных материалов при производстве стали в ККЦ. Сервис принимает данные по исходному составу и массе шихты, требования по содержанию химических элементов в готовой стали, другие параметры плавки и в реальном времени выдает оператору рекомендации по использованию ферросплавов и добавочных материалов. Цель проекта – надежное получение стали с заданным химическим составом при минимальных затратах.

В конце июня-начале июля 2016 разработанный сервис прошел приемочные испытания в кислородно-конвертерном цехе (ККЦ) комбината и был введен в опытно-промышленную эксплуатацию.

Предварительное тестирование показало, что экономия ферросплавов при использовании данного решения составляет в среднем 5% при сохранении показателей качества стали. С учетом достаточно высокой стоимости ферросплавов предполагаемый экономический эффект от внедряемого на ММК проекта может составить до 23 млн руб. в месяц. Годовая экономия может превысить 275 млн рублей.

«Магнитка становится пионером среди промышленных компаний России в применении цифровых технологий. Этот проект – это новая волна в автоматизации производства, на этот раз с применением технологий Big Data. Мы верим, что возможности математических моделей с применением Big Data, а также активное развитие технологий Интернета вещей позволят снизить издержки промышленных компаний на 5-10% в течение следующих 3-5 лет», – говорит член комитета по стратегическому планированию в совете директоров ОАО «ММК» Сергей Сулимов.

### «Протон-ПМ» автоматизирует систему подготовки производства

На начальном этапе автоматизации процесса конструкторско-технологической подготовки производства на ПАО «Протон-ПМ» собственными силами был разработан комплекс программного обеспечения (ПО), позволявшего вести сбор и хранение конструкторских и технологических данных, требуемых для планирования приобретения материалов и производства деталей и узлов.

По мере накопления данных потребовалась система, позволяющая упорядочить имеющуюся информацию. Такой программой стал ЭЛАД (электронный архив документов). По сути, он представлял собой сетевую папку, в которой размещались актуальные данные.

С появлением новых требований со стороны инженерных подразделений возникла необходимость в разработке более совершенного ПО. Им стала СЭТД (система электронного технологического документооборота), которая используется на предприятии и по сей день. В ней реализованы элементы системы управления данными о жизненном цикле изделия. СЭТД обеспечила легкий доступ к справочной информации, требуемой в повседневной работе конструкторов и технологов.

СЭТД решила широкий круг задач, но у нее есть ограничения по работе с 3D-моделями и отсутствует возможность создания технологических процессов, что требует повторения ввода одних и тех же данных. Внедрение системы управления ресурсами предприятия SAP ERP выявило еще один недостаток – невозможность организации своевременного внесения нормативно-справочной информации (НСИ). Отсутствие или некорректность НСИ не позволяет

полноценно пользоваться встроенными возможностями планирования производства и оптимизацией загрузки всех ресурсов предприятия. Кроме того, возникают ситуации, когда при изменении расценок несвоевременно происходит внесение новых данных в СЭТД, откуда они после соответствующей обработки переносятся в систему SAP. На практике это приводит к срывам в сдаче произведенной продукции по причине запрета системы работы с номенклатурой, закрепленной, по ее данным, за другим участком или цехом.

Именно поэтому перед предприятием была поставлена важная задача – перейти на качественно новый уровень автоматизации подготовки производства при помощи системы PLM. Система позволит специалистам предприятия получить оперативный доступ ко всей инженерной документации в соответствии со своими правами доступа, а также позволит автоматизировать передачу данных в SAP ERP. Данное направление получило административную и финансовую поддержку у руководства холдинга «Энергомаш».

Алексей Егоров, начальник отдела развития технологий PLM: «Основная цель открываемого проекта – обеспечение работы всех конструкторских и технологических служб холдинга электронными данными в качестве эталонной документации и полный уход от бумаги. Задачи следуют из цели. Во-первых, это стандартизация требований к созданию документации в электронном виде с учетом действующих стандартов и опыта, накопленного пред-

приятиями холдинга. Во-вторых, создание бизнес-процессов движения инженерной документации как внутри, так и между предприятиями холдинга. В-третьих, формирование единой системы нормативно-справочной информации.

Учитывая наш опыт работы в системе, результатом работ будет создание единой инженерной системы холдинга, обеспечивающей разработку конструкторской и технологической документации с минимальными затратами в кратчайшие сроки; получение актуальной картины движения всей технической документации на предприятии; обеспечение всех смежных систем актуальной НСИ. Планируемые работы являются достаточно амбициозными, но результат позволит нам встать на один уровень с ведущими компаниями мира, такими как Lockheed Martin, Boeing, Mercedes, и обеспечит конкурентные преимущества на годы вперед».

### «Безлюдное производство» группы «Черкизово»

На новый уровень развития цифрового производства в России выходит Группа «Черкизово», анонсировавшая начало строительства нового мясоперерабатывающего завода, где люди на производстве будут полностью отсутствовать. Директор по ИТ «Черкизово» Владислав Беляев отметил, что аналогов такому заводу в отрасли сейчас практически нет.

По замыслу компании, сотрудники на новом заводе по производству колбасных изделий будут при-



Мясопереработка, Группа «Черкизово»



существовать только в начале цепочки на этапе разгрузки фур. Затем сырье будет поступать на автоматизированные склады, линии набивки колбасы, в термокамеры, на этапы упаковки и т.д. Персонал снова появляется лишь на этапе погрузки в фуры готовой продукции.

Одной из сложностей в реализации проекта Владислав Беляев называет интеграцию на заводе различных MES- и ERP-решений. Синхронно управлять большим числом автоматизированных линий, автоматов, роботов – нетривиальная задача, отметил он. Создание завода затрагивает и массу других процессов – планирования продаж и операций, управления складом и логистикой. Строя такой завод, его приходится вписывать в систему общекорпоративных процессов. Сопряжение различных систем между собой также является сложной задачей, которую предстоит разрешить.

По словам Владислава Беляева, создание подобных заводов – это стратегическое направление, в котором компания будет двигаться и дальше. В дальнейшем все производство группы планируется перестраивать по принципу полной автоматизации.

«Задача действительно амбициозная, действительно сложная, но мы уверены, что мы с ней справимся, и это будет прорыв не только для нашей индустрии, это будет интересно для всего рынка», – отметил Беляев.

В «Черкизово» рассчитывают, что полная автоматизация производства повысит конкурентоспособность компании за счет роста производительности труда и уровня качества, что увеличит интерес потребителя к продукции.

### Цифровое производство и Бизнес-система «Северстали»

Развитием производственной системы «Северсталь» занимается уже многие годы. «Сейчас система перешла в фазу устойчивости, – отмечает директор по развитию Бизнес-системы «Северстали» Александр Колобов. – Это в какой-то степени накладывает трудности. Нам предстоит искать новые решения. Если сейчас в основном это визуализация, стандартные операционные процедуры, то новый акцент нужно сделать на аналитике большого количества данных, цифровых инструментах, математической оптимизации, компьютерном моделировании. Они требуют более глубоких знаний и повышения квалификации людей».

В 2017 году в фокусе внимания останутся все проекты, направленные на снижение затрат и клиентоориентированность; завершится стандартизация процессов и инструментов, которые хорошо себя зарекомендовали. «Северсталь» тестирует у себя на производстве такие технологии как предиктивная аналитика состояния оборудования (predictive main-



### Александр Колобов, директор по развитию Бизнес-системы «Северстали»:

«Нам предстоит искать новые решения. Если сейчас в основном это визуализация, стандартные операционные процедуры, то новый акцент нужно сделать на аналитике большого количества данных, цифровых инструментах, математической оптимизации, компьютерном моделировании. Они требуют более глубоких знаний и повышения квалификации людей».

tenance), работа с так называемыми Большими данными (Big Data), например, при оценке качества слябов, в целях оптимизации потребления ферросплавов и т.д.

Большое внимание компания планирует уделять поиску новых подходов. В частности, одна из задач – переход к цифровому сталеплавильному производству. Компании предстоит создать взаимосвязанные модели, которые помогали бы работникам принимать правильные решения, исходя не только из опыта, но и из математического анализа данных. Это значительно повысит стабильность производства, позволит сократить неэффективные операции. Для разработки и внедрения цифровых технологий отдел по развитию Бизнес-системы планирует плотно взаимодействовать с IT-службой.

«Мы видим большой потенциал и востребованность в системной работе в области цифровых технологий и особенно больших данных во всех областях, начиная с производства, ремонтов, технологии, заканчивая закупками и продажами. Уже сегодня мы видим много примеров успешных проектов в этой области и уверены, что сможем создать дополнительные возможности для повышения эффективности нашей компании», – отметил Заместитель генерального директора по финансам и экономике «Северсталь Менеджмента» Алексей Куличенко.

Для системного движения к цифровизации про-

изводства в компании была учреждена должность директора по развитию цифровых технологий (CDO) АО «Северсталь Менеджмент». 30 января 2017 года на эту должность был назначен Игорь Бардинцев. Он отвечает за разработку и внедрение цифровой стратегии компании, а также объединение всех цифровых аспектов в единую систему, использующую лучшие мировые практики и обеспечивающую рост конкурентных преимуществ компании.

Алексей Мордашов, Председатель Совета директоров ПАО «Северсталь»:

«Требования к скорости и гибкости процессов в современной компании все время возрастают. И машины сами по себе не могут этого обеспечить. Они создаются людьми, для людей и управляются людьми. Я убежден, что главным вопросом на пути к успешной диджитализации бизнеса является создание соответствующей корпоративной культуры, основанной на достаточно конкретных ценностях, которые по сути являются инструментами адаптации к новым вызовам...»

Сейчас очень важно не предсказывать будущее, а готовить свои собственные способности, развивать их, чтобы уменьшить риски, воспользоваться возможностями и быть активно вовлеченным в освоение новых технологий».

### «Умные» локомотивы от «ЛокоТех»

Внедрение инноваций весьма актуально для развития локомотиворемонтного хозяйства страны. Одним из перспективных направлений деятельности ООО «Локомотивные технологии» является применение Инструментов 4.0, позволяющее фактически создать новую модель управления бизнесом и обеспечивать не только плановые ремонты, но и ремонт подвижного состава по «фактическому состоянию». Технология получила название «умный локомотив».

«В современном мире с высочайшим темпом развития IT-решений необходимо быть в курсе актуальных тенденций. Каждый день появляются новые сервисы, приложения и гаджеты, которые меняют наше представление о производстве, – отмечает первый заместитель генерального директора «Локомотивных технологий» Юрий Дегтярев. – Сейчас мы очень активно внедряем современные технологии, стремимся повысить технологичность производства. В первую очередь, это методы «бережливого производства», инструменты снижения непроизводительных потерь и повышения производительности труда, автоматизация многих процессов».

К примеру, в области диагностики состояния локомотивов «ЛокоТех» активно использует инновационные системы мониторинга, которые отвечают требованиям безопасности и ресурсосбережения. Применяет программное обеспечение, которое вы-

водит диагностику на новый уровень. И сейчас стало возможным прогнозировать состояние локомотивов заблаговременно, не дожидаясь отказа техники. Глобальная цель этой работы, по словам Юрия Дегтярева, состоит в необходимости улучшать качество предоставляемых услуг. Задача повышения производительности труда всегда имела приоритетное значение в промышленности, а современные вызовы и экономические реалии в еще большей степени обязывают компанию уделять данному вопросу самое пристальное внимание. В итоге внедрение системы «умный локомотив» позволит существенно снизить операционные затраты, количество внеплановых ремонтов и повысить коэффициент технической готовности локомотивного парка.

Перед «ЛокоТех» стоит и более амбициозная задача – создать киберфизический, или «умный парк» локомотивов. Под киберфизическим оборудованием подразумевается новое поколение умных вещей. Это так называемый индустриальный интернет, или Индустрия 4.0. И киберфизический локомотив – это результат Индустрии 4.0, когда железные агрегаты и интеллектуальные системы постепенно становятся единым технологическим организмом. «Умный парк» локомотивов способен понимать, диагностировать себя и помогать человеку в принятии решения для совместной эффективной эксплуатации. Внедряемая система поможет выявить отклонения в работе машин, примет оптимальное решение о состоянии локомотива на основе совокупности множества параметров и предскажет срок службы оборудования.

### Автоматизированная система управления нормативно-справочной информацией «Транснефть»

Основой для внедрения новых бизнес-процессов является единообразная и однозначно интерпретируемая нормативно-справочная информация (НСИ). Бессистемное и децентрализованное накопление НСИ существенно тормозит развертывание масштабных информационных систем. Понимая необходимость создания единственного источника достоверной (эталонной) НСИ, правильность которой будет признаваться всеми потребителями НСИ в пределах компании и организаций системы «Транснефть» (ОСТ), руководство компании инициировало проект создания системы АСУ НСИ как один из приоритетных в рамках программы реализации IT-стратегии.

«Централизованные справочники – это фундамент, на котором возводится все здание Тиражного комплекса. Поэтому Автоматизированная система управления нормативно-справочной информацией (АСУ НСИ) была одной из первых систем, внедренных в рамках программы реализации IT-стратегии,

– рассказывает руководитель проекта, главный технолог департамента информационных технологий ПАО «Транснефть» Сергей Строгов. – АСУ НСИ разрабатывалась в течение двух лет и была запущена в постоянную эксплуатацию в январе 2015 года. В создании системы принимало участие более 150 специалистов компании и подрядные организации».

Предназначение АСУ НСИ – обеспечение всех автоматизированных информационных систем компании и ОСТ эталонной нормативно-справочной информацией. Справочники АСУ НСИ лежат не только в основе информационных систем Тиражного комплекса, но и систем, эксплуатируемых в настоящее время в ОСТ.

В результате создания этой системы разработаны корпоративные регламенты ведения основных справочников, методики нормализации справочников, выполнено начальное наполнение справочников, созданы современные программные средства ведения и актуализации справочников.

Данное решение позволяет практически полностью исключить ошибки, вызванные так называемым человеческим фактором, и, как следствие, упростить процессы формирования запроса на новую запись пользователем АСУ НСИ и последующей обработки запроса экспертами отдела ведения НСИ.

Совокупность методического обеспечения и технических решений АСУ НСИ позволяет существенно снизить время обработки запросов в отделе ведения НСИ и обеспечить пользователей бизнес-подразделений нормализованной нормативно-справочной информацией в максимально сжатые сроки.

Система обеспечивает гибкие подходы к интеграции, и это снижает общие издержки на подключение новых систем. АСУ НСИ использует стандартные способы интеграции с Комплексной автоматизированной системой управления производственными активами (КСУА), Корпоративной

информационной системой автоматизации финансово-хозяйственной деятельности (КИС ФХД), Системой электронного документооборота (СЭД), Модулем подготовки и хранения спецификаций (МПХС), КИС «Галактика», КИС «Флагман», Системой управления финансово-хозяйственной деятельностью «ИКАР» и другими системами.

«Создание АСУ НСИ является одним из успешных проектов, реализованных в компании и сформировавших долгосрочную информационную поддержку существующих и перспективных информационных систем, – резюмирует заместитель директора департамента информационных технологий ПАО «Транснефть» Дмитрий Лебедев. – АСУ НСИ – это базовый элемент Тиражного комплекса, задачи которого – обеспечить использование единых корректных и актуальных справочных данных. В АСУ НСИ описываются и классифицируются данные, необходимые для выполнения бизнес-процессов, регламентируется деятельность компании».

### Автоматизация логистического планирования на КАМАЗе

Департамент планирования логистического центра КАМАЗ начал внедрение автоматического планирования в ERP-системе. Теперь выдача потребностей в сторону поставщиков и формирование поставок в части номенклатуры совершается без участия человека, управляясь исключительно программой.

Как рассказал директор департамента Дмитрий Лопатин, до запуска системы планирования была проведена большая работа по выверке достоверности списания комплектующих на конвейере, чтобы факт установки соответствовал нормативу, «вычищена» база нормативно-справочной информации. Выявлялись отклонения, велась работа с цехом, с технологическими службами.

С помощью ЦИКТа в системе была настроена стратегия планирования – привязка партии к мастер-таблице, настроена стратегия опережения. То есть если автомобиль закладывается сегодня, система планирует график поставщику на сутки раньше. Отзыв поставщику система создает сама, в период ночного перепланирования.

Автоматическое планирование, во-первых, облегчает работу плановику, не требуется ежедневный контроль, во-вторых, исключает человеческий фактор. В-третьих, высвобождается время плановика для работы с другими позициями. Кроме того, автоматическая система дает большую мобильность в работе. Если произошли изменения закладки системы или другой форс-мажор, система сама реагирует на отклонения. Например, если автомобиль сняли с задания, и значит, запчасти к нему не нужны, система сама ночью перепланирует заявку и скорректирует графики в сторону поставщика.



Логистика, Камаз



Логисты начали работу с наиболее предсказуемых и стабильных направлений: уже внедрено 1750 автоматически планируемых позиций в сторону ПРЗ и порядка 250 в сторону термогальванического производства завода двигателей.

### Информатизация управленческих и производственных процессов в Ростехе

Для успешного достижения стратегических целей бизнес-процессы должны отвечать всем современным требованиям, в том числе бесшовной интеграции, а ИТ-сервисы – быть постоянно доступными для сотрудников и при этом достаточно защищенными для работы с важными и конфиденциальными данными, убеждены в Корпорации «Ростех». Именно поэтому, следуя лучшим мировым практикам, еще в 2014 году Корпорация поменяла свой подход к использованию информационных технологий, передав на аутсорсинг часть функционала, связанного с информационными технологиями, инфраструктурному дочернему обществу – ООО «РТ-Информ». В 2015 году работа по дальнейшему переводу на аутсорсинг ИТ-сервисов продолжилась.

В 2015 году в Государственной корпорации «Ростех» стартовал амбициозный проект «Услуга 360 градусов». Он позволил в сжатые сроки – за 3 месяца – модернизировать ИТ-инфраструктуру центрального аппарата Корпорации и выйти на качественно новый уровень развития ИТ-функции. В настоящее время этот проект – одна из крупнейших ИТ-инициатив в российском госсекторе.

Объем и качество предоставляемых в рамках «Услуги 360 градусов» ИТ-сервисов наращивались на каждом этапе его реализации. Старт проекту был дан в августе 2015 года. При этом уже в октябре 2015 года была модернизирована ИТ-инфраструктура центрального аппарата Корпорации:

- все ИТ-сервисы переведены на новую инфраструктуру с использованием собственных мощностей защищенного ЦОД (центр обработки данных);
- увеличен объем серверных мощностей, выделенных под информационные системы;
- обновлены и внедрены современные средства информационной безопасности, значительно снижающие риски в этой области;
- существенно расширен список предоставляемых ИТ-сервисов: ЦОД, Wi-Fi, управление печатью, доступ через «тонкие клиенты»;
- запущена система мониторинга ИТ, видеоконференц-связь и многие другие услуги.

Для конечных пользователей в рамках «Услуги 360 градусов» произошли следующие изменения:

- сервис удаленных рабочих мест дал возможность работать в едином интерфейсе;
- создано единое коммуникационное пространство, в котором реализована передача голоса, текста и видео между пользователями;
- безопасная работа с информацией;
- среди новых сервисов – гостевой Wi-Fi, организация копи-центров и общих центров печати, оснащение новых переговорных комнат современным мультимедийным оборудованием, обновление приложений для офисной работы, сервис объединенных коммуникаций;
- реализован целый спектр систем, обеспечивающих информационную безопасность, которые включают защиту от спам-писем, антивирусную защиту, защиту от хакерских атак, защиту сохранности коммерческой тайны и прочее;
- реализован доступ к рабочим документам с различных устройств (в том числе с любых мобильных устройств) под управлением любой операционной системы;
- повышен общий уровень зрелости ИТ-процессов в компании.

Проект «Услуга 360 градусов» обеспечит значительный синергетический эффект при тиражировании на холдинги Корпорации. Единое информационное пространство, организованное по современным принципам и на базе самых актуальных технологических решений, позволит укрепить взаимодействие дочерних компаний и головного офиса, повысить оперативность и точность информационного обмена и коммуникаций в рамках Корпорации. В рамках проекта «Услуга 360 градусов» обеспечена беспрецедентная защита информации путем предотвращения утечек конфиденциальных данных, мониторинга, анализа и управления рисками в области информационной безопасности. Кроме того, для предотвращения и предупреждения инцидентов в области информационной безопасности на предприятиях Корпорации в 2015 году был создан Центр обнаружения, предупреждения и ликвидации последствий компьютерных атак.

### Центр аддитивных технологий НПО «Сатурн»

Госкорпорация Ростех начала внедрение аддитивных технологий при производстве перспективных российских газотурбинных двигателей, которые будут сертифицированы в 2025-2030 годах. Для этого Госкорпорация создает единый Центр аддитивных технологий на базе рыбинского НПО «Сатурн».

В настоящий момент здесь уже представлены все перспективные и наиболее востребованные про-

мышленностью направления аддитивных технологий; идет формирование рабочей группы для реализации проекта создания ЦАТ Ростеха.

«Внедрение аддитивных технологий позволит в три раза снизить время и в два раза сократить стоимость изготовления серийных деталей. Новые газотурбинные двигатели ОДК, которые мы планируем сертифицировать в 2025-2030 годах, безусловно, будут выполнены с применением аддитивных технологий. Детали, изготовленные этим методом, будут составлять до 20% общей массы двигателя. Для сокращения сроков внедрения АТ в производство мы намерены объединить усилия с другими российскими компаниями», – отметил заместитель гендиректора – генеральный конструктор ОДК Юрий Шмотин.

Сегодня центр аддитивных технологий специализируется на изготовлении деталей, моделей и узлов газотурбинных двигателей авиационного и наземного применения. Здесь также представлены сопутствующие технологии: термообработка, лазерная сварка и перфорация, мощнейшая металлургическая лаборатория, компьютерная томография, электронная микроскопия, лаборатория бесконтактной оптической оцифровки и реверс инжиниринга.

Центр решает многие ключевые научно-технические и технологические задачи, такие как сокращение цикла и стоимости изготовления деталей двигателей, а также использование в конструкции материалов, формообразование которых традиционными технологиями либо невозможно, либо

чрезвычайно затратно.

На «Сатурне» разработан и апробирован процесс изготовления деталей селективным сплавлением, начиная от разработки 3D-модели, заканчивая функциональной деталью. Внедряются инновационные принципы проектирования, например, так называемый бионический дизайн. Центр активно участвует в работах по получению отечественных металлопорошковых композиций – в первую очередь, проводимых ВИАМ. В 2015-2016 годах более 300 различных опытных деталей, изготовленных селективным сплавлением из кобальтового, титанового сплавов, нержавеющей стали, успешно прошли стендовые испытания в составе двигателей.

### Роботизация обувной промышленности: «Обувь России»

Большинство российских обувных предприятий относятся к заводам «третьего поколения» – это конвейерное производство, на всех этапах которого используется оборудование, но еще нет автоматизированных процессов. Среди них встречаются фабрики «четвертого поколения», где автоматизирована часть производственных процессов (раскрой, швейные операции). Но смена технологий происходит все активнее. Так, Группа компаний «Обувь России» планирует создание фабрики «пятого поколения», где практически все операции – от раскроя и швейных операций до окончательной сборки обуви – выполняют роботы.

«Обувные фабрики становятся такими же высоко-



Группа компаний «Обувь России»

технологичными, как автомобильные заводы и предприятия по сборке смартфонов. На заводах нового поколения себестоимость производства обуви ниже, а ее ассортимент – шире. Если российские предприятия не перейдут на новые технологии, то они рискуют уже через три-пять лет безнадежно отстать от конкурентов», – убежден Антон Титов, директор группы компаний «Обувь России»

Для примера: пять лет назад под изготовление стальных резаков для раскроя обуви в компании был задействован большой цех. Одни рабочие готовили из жести шаблоны для резаков, другие – с помощью мощных гибочных станков делали сами резаки. Сегодня их заменил компьютер – кожу кроит автоматизированный комплекс. Пока доля автоматизации производственных процессов на российских обувных фабриках не очень велика – сказывается стоимость технологий, но при этом новое оборудование дает колоссальные преимущества.

Антон Титов, директор группы компаний «Обувь России»: «Внедрение цифрового производства на предприятии приводит к следующим позитивным изменениям: во-первых, значительно возрастает производительность труда. Так, в обувной промышленности использование автоматизированных швейных систем позволяет повысить производительность в 6-8 раз, по сравнению с обычными швейными машинками.

Во-вторых, существенно повышается качество выпускаемой продукции: швейные роботы значительно снижают уровень брака. Сейчас в производстве обуви большую роль играет мастерство раскройщика. Натуральная кожа – нестандартный материал. И надо так разложить детали, чтобы максимально эффективно использовать имеющийся кусок кожи. Даже у опытного раскройщика могут к вечеру устать глаза. Неудачно разложит детали – и в мусорную корзину уйдет до 60% дорогостоящего материала. В среднем один метр кожи стоит \$30-35, а для модельной обуви – \$50. Плохой раскройщик может за день загубить материалов на сто тысяч рублей.

Робот в отличие от человека не устает и работает все время с одинаковым «старанием». Автоматизируйте раскрой – и фабрика уже не зависит от самочувствия конкретного сотрудника, от качества сырья. Машина фотографирует кусок материала, программа просчитывает все дефекты кожи и предложит оптимальную раскладку деталей. Впрочем, окончательное решение остается за оператором раскройного стола. Он видит на экране компьютера, как «легли» детали, и должен нажать кнопку «да» или «нет».

В-третьих, благодаря автоматическим комплексам повышается уровень сложности операций: в случае с обувной промышленностью есть возможность

изготавливать высокотехнологичную обувь с использованием комбинированных материалов, большим количеством строчек. Компания расширяет свой ассортимент, берется за выполнение более сложных заказов.

В-четвертых, возрастают требования к персоналу: не обязательно быть швеей, необходимы операторы ЧПУ-машин. В конце 2016 года наша компания совместно с мировым лидером в производстве автоматизированных швейных систем компанией Orisol открыла учебный центр на базе фабрики «Обувь России» в городе Бердске Новосибирской области. Он будет обучать специалистов обувных предприятий – технологов, инженеров, конструкторов-модельеров, – как работать на современном автоматизированном оборудовании и внедрять новые технологии в производственный процесс.

В-пятых, автоматизация производства вызывает изменения на всех этапах изготовления продукта, включая его разработку. Так, при использовании автоматизированных швейных систем изменилась технология производства – перешли от пошива обуви в объемной заготовке к пошиву в плоском виде, что потребовало адаптации моделей и технологий их изготовления.

Россия по темпам внедрения новых технологий в обувной отрасли значительно отстает от мировых лидеров. Так, для примера: в нашей стране сейчас работают чуть более 100 автоматизированных швейных систем Orisol, при этом емкость рынка в 10 раз больше – до 1000 машин. Обувному производству в России требуется поэтапная автоматизация: начать необходимо с разработки, раскроя и пошива обуви, в дальнейшем – сборка, финишная обработка и упаковка обуви.

Ключевой момент здесь – наличие рынка сбыта. В случае с обувью он есть: сейчас объем российского обувного рынка составляет более 300 млн пар обуви в год. Однако для перезапуска обувной отрасли есть важные ограничения: это фактическое отсутствие рынка комплектующих, т.е. необходимо развивать базовые производства сырья – кож, меха и т.п.; и недоступность долгосрочного финансирования для большинства предприятий легкой промышленности.

С точки зрения автоматизации обувных производств мы находимся примерно на равных стартовых позициях с фабриками из Юго-Восточной Азии: там также пока не так много предприятий, использующих современные автоматизированные системы, поскольку новые технологии достаточно дорогостоящие. Поэтому у российской обувной промышленности есть возможности создать конкурентоспособное производство, если сейчас начать активно модернизировать фабрики и внедрять роботизированное оборудование».



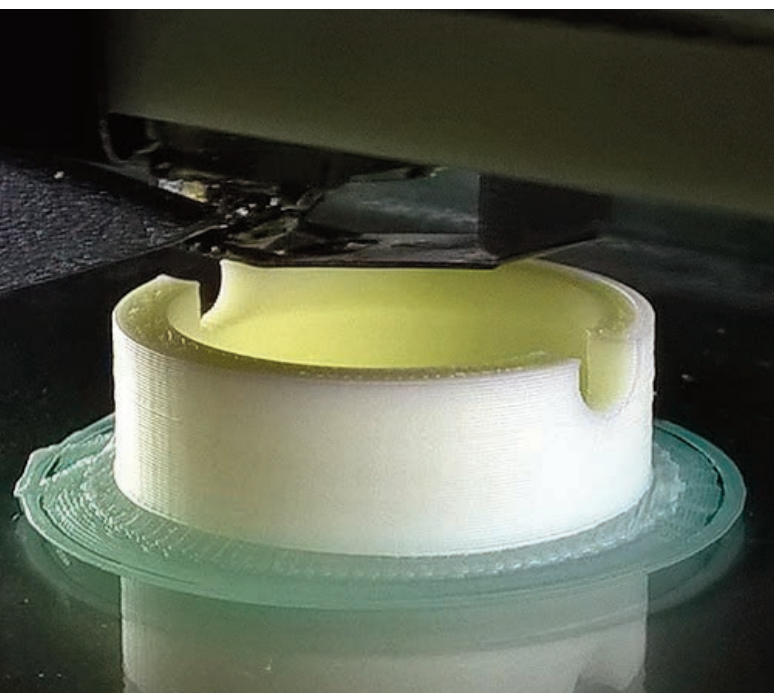
### Аддитивные технологии на заводах Ford Sollers во Всеволожске и Набережных Челнах

В рамках модернизации производственных процессов и повышения эффективности компания Ford Sollers начала печатать детали для производственного оборудования конвейера на 3D-принтере. Технология запущена на заводах Ford Sollers во Всеволожске и Набережных Челнах и позволяет печатать около 30 разных наименований деталей.

Первыми были напечатаны безопасные накладки на пневматическое оборудование в цехах сборки и сварки автомобилей Ford EcoSport и Ford Fiesta. Защитные накладки традиционно используются в целях обеспечения безопасности рабочих на производственной линии. При захвате насадки инструмента рукой исключается возможность затягивания в автоматизированное оборудование перчатки: колпачок фиксируется, а головка внутри продолжает работу.

Технология 3D-печати является экономичным способом производства деталей. Определенные детали оборудования выходят из строя раньше, чем само оборудование, в связи с чем возникает необходимость покупки нового оборудования целиком. Теперь, благодаря 3D-печати, срок службы оборудования продлевается в 2 раза.

Технология распечатки деталей оборудования на 3D-принтере дает возможность не только значительно увеличить эффективность расхода запчастей и оперативно управлять складскими запасами, но также обеспечивать высокий уровень безопасности операторов производственных линий.



3D-печать, Ford

Ford Sollers постоянно исследует технологию 3D-печати и возможности ее применения на производстве и будет расширять номенклатуру деталей, которые печатаются на собственном 3D-принтере.

### Залючение

В России немало предприятий и организаций проявляет живой интерес к цифровым технологиям, но практическое применение еще остается на локальном уровне, на уровне отдельных преобразований. На то существуют объективные причины – недостаточная системность внедряемых решений, неполное понимание практического значения комплексных подходов в цифровом производстве. Автоматизации отдельных функций или закупки промышленных роботов недостаточно для того, чтобы называться цифровым предприятием. Единственной возможностью для создания цифрового производства является построение непрерывной информационной среды, охватывающей все уровни производственных и логистических процессов предприятия. И формирование такой среды и является главной целью на сегодняшний день. В данный момент, даже если компания проводит серьезную и глубокую цифровизацию своих процессов, она часто не в силах преодолеть разрыв, вызванный отсутствием связи между отдельными бизнес-процессами, предприятиями, организациями. Преодоление этого разрыва сделает возможным соединить участников производственного процесса – от проектирования и подготовительного этапа до сбыта и доставки конечному потребителю. Ликвидация этого разрыва является приоритетным направлением для «цифровизации» российской промышленности.

Что необходимо для преодоления этого разрыва?

Во-первых, достаточный объем и уровень развития технологий. Прежде чем формировать единую информационную систему, налаживать информационное взаимодействие между несколькими подразделениями или предприятиями, каждое из них должно в полной мере освоить и применять систему сбора и обработки информации, иметь соответствующее программное обеспечение. Прежде чем говорить о цифровизации производства, необходимо обеспечить высокий уровень автоматизации, освоить цифровое проектирование изделий, умение работать с трехмерными моделями, разрабатываемыми конструкторскими и технологическими отделами.

Это приводит ко второму обязательному условию – наличие кадров необходимой квалификации. Во взаимодействии «человек-машина» источником ошибок чаще всего является именно человек. Цифровое производство – это производство нового уровня; низкоквалифицированная рабочая сила не сможет обеспечить работоспособность системы. Это

поднимает острый вопрос дефицита кадров, обладающих необходимым уровнем знаний о современных технологиях. Необходим и квалифицированный менеджмент с передовым мышлением, понимающий роль цифровых технологий в конкурентоспособности предприятия на мировом рынке и способный сформировать последовательную стратегию цифровой трансформации предприятия.

Таким образом, третье условие – продуманная стратегия цифровой трансформации. При этом важно понимать, что создание цифрового производства – это не вопрос года-двух. Прежде чем приступить к этой работе, необходимо сформировать стратегию минимум на 5-7 лет. Система – это большее, чем сумма ее составляющих. Разрозненные инструменты и технологии – не цифровое производство.

«Четвертая промышленная революция – это переход от конвейера к массовому индивидуализированному производству. Это и роботы, и принципиально новые материалы, и цифровые технологии. Это превращение промышленности по производству продуктов в индустрию по производству сервисов, – поясняет заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации Василий Осмаков. – Если оценивать разрыв в эффективности стран, то универсальное мерило – это производственная среда, то есть пространство, в котором осуществляется производственная деятельность человека, включающее в себя негативные и вредные техногенные факторы. Здесь мы действительно серьезно отстаем. Но российская промышленность очень сложно структурирована и носит многоукладный характер. У нас есть как дремучие старые заводы, на которые еще и третья промышленная революция не пришла, так и абсолютно современные заводы-лидеры в своих нишах, где с роботами все в полном порядке.

Для нас сегодня в части повышения производительности труда промышленных предприятий зачастую важнее не роботов внедрять, а современные технологии менеджмента, проектного управления. Устаревшая культура труда и руководства на предприятиях является основным сдерживающим фактором в промышленном хайтеке. Решить эти проблемы – и эффективность вырастет в разы».

*Материал подготовлен на основании данных:*

1) Василий Осмаков: Мы идем к безлюдной промышленности, *hightech.fm*, декабрь 2016;

2) Решение YDF внедрено в опытно-промышленную эксплуатацию на ММК, *yandexdatafactory.com*, июль 2016;

3) Переходим на «цифру»: Протон-ПМ автоматизирует систему подготовки производства, «Орбиты Протона», июнь 2016;

4) Дмитрий Чернов Четвертая промышленная революция в ТВЭЛ: Оборудование, кадры и новая продукция, «Вестник Атомпрома», сентябрь 2016;

5) Антон Титов, В железных руках: как роботы меняют обувную промышленность, Деловой портал «Управление производством», август 2016;

6) Проект «Черкизово» строит первый завод без людей: колбасу будут производить роботы, официальный сайт Группы «Черкизово», декабрь 2016;

7) Смена поколений, «СИБУР клиентам», выпуск №2;

8) В «Северстали» назначен директор по развитию цифровых технологий, Пресс-служба ПАО «Северсталь», январь 2017;

9) Ксения Ефимовская, Бизнес-система «Северстали»: итоги 2016, «Северсталь», декабрь 2016;

10) Инструменты 4.0 на «ЛокоТех»: Локомотивы тоже могут быть «умными», Деловой портал «Управление производством», декабрь 2016;

11) Анжелика Акуева, Четко по плану: КАМАЗ автоматизирует логистическое планирование, «Вести КАМАЗа», 2016;

12) Информатизация управленческих и производственных процессов в Ростехе: Итоги 2015, Годовой отчет Госкорпорации «Ростех» за 2015 год;

13) Кристина Гутовец, Управление нормативно-справочной информацией: АСУНСИ ПАО «Транснефть», «Трубопроводный транспорт нефти», октябрь 2016;

14) Ford Sollers начала печатать на 3D принтере детали конвейера для российских заводов, *fordsollers.com*, март 2017;

15) Ростех внедряет «цифровое» производство в двигателестроении, пресс-служба «Ростех», март 2017;

16) Анна Шаталова, «Виртуальная фабрика позволит привлечь в цепочку поставщиков высокотехнологичный малый и средний бизнес», «Наука и технологии РФ», июль 2016;

17) Алексей Мордашов рассказал о перспективах развития современных технологий в металлургии на сессии Всемирного экономического форума, Пресс-служба ПАО «Северсталь», декабрь 2016;

18) Экспертный совет представил своё видение концепции программы «Цифровая экономика», пресс-служба «Открытое правительство», февраль 2017;

19) Россия и Таиланд активизируют сотрудничество в сфере цифровых технологий, «РИА Новости», февраль 2017;

20) Россия и Иран обсудили сотрудничество в сфере цифровой экономики, Пресс-служба Минкомсвязь РФ, март 2017;

21) В «Аптекарском огороде» теперь работает робот-садовник, Вести, март 2017;

22) В Челябинске презентовали робота-водолаза, который сможет работать на 300-метровой глубине, Пресс-служба Агентство стратегических инициатив, март 2017.

# 5S: Практическое руководство по внедрению

## Пошаговый алгоритм внедрения 5S

Данное руководство – это детальный пошаговый алгоритм подготовки и реализации мероприятий внедрения системы 5S: от разработки плана и оформления карты проекта до оценки полученных результатов. Для каждого этапа 5S (сортировка, самоорганизация, систематическая уборка, стандартизация и совершенствование) определяются цели и время реализации, предлагается список необходимых материалов, рекомендации по внедрению, уточняющие комментарии и обязательно критерии для оценки успешности, только при соблюдении которых можно переходить к следующему этапу.



15 чек-листов различного уровня сложности и масштаба применения;



фотографии с реально внедренных на российских предприятиях проектов 5S;



проверочные блоки для оценки работы после каждого раздела;



адаптировано для русскоязычного производителя с точки зрения терминологии и подачи материала;

## Максимальная ориентированность на практическое использование

Сильной стороной руководства является максимальная ориентированность на практическое использование. О теоретической составляющей концепции 5S написаны десятки книг, по этой причине в основу Практического руководства мы положили реальный опыт промышленных предприятий, непромышленных подразделений, консалтинговых агентств и принцип «Распечатай и используй», а не «Прочитай и подумай». Поэтому мы смело можем утверждать, что в русскоязычной среде аналогов не существует.

## Подробнее о чек-листах

В Практическом руководстве представлены чек-листы для индивидуальной самооценки и для командной работы, для оценки, занимающей всего одну минуту, и для углубленного изучения процесса внедрения системы 5S, для рабочих мест и помещений коллективного использования, для рядовых работников, аудиторов, линейных руководителей и начальников отделов. Отдельным блоком мы представили для вас чек-листы, которые помогут эффективно организовать и проверить работу офисов и непромышленных отделов.

**Каждый чек-лист универсален и максимально адаптирован для нужд широкого круга предприятий.** Вы без труда сможете скорректировать представленные чек-листы под свою специфику, должностную иерархию, требования к организации рабочих мест или проведения специальных мероприятий.

Важно: 0 - не соответствует, 1 - частично соответствует, 2 - соответствует, 3 - полностью соответствует, 4 - отлично соответствует	Файл:	Важно:	Дата начала:
3 - не соответствует, 4 - отлично соответствует	Записка	Проектный лист	Дата завершения:
<b>Описание цели, задачи и сроков внедрения</b>		0 1 2 3 4	Примечания
<b>Сортировка</b> Как вы оцениваете состояние рабочего места (структуры, материалы, порядок и т.д.)? Планируется ли выделение рабочего места? Инструкции и образцы расставлены в удобные рабочие места? Инструкции для внедрения в рабочее место (или рабочий кабинет)? Как вы оцениваете состояние рабочего места (структуры, материалы, порядок и т.д.)?		0 1 2 3 4	Примечания
<b>Визит на рабочее место</b>		0 1 2 3 4	Примечания
<b>Сортировка</b> Состояние и другие места хранения сырья/материалов (включая хранение расходуемых материалов)? Как вы оцениваете состояние хранения сырья/материалов? Порядок и рабочее место четко обозначены и не загромождены? Личные вещи (сумки, сумки, сумки и т.д.) хранятся в шкафах? Наличие в достижимом месте средства защиты, инструкции, сопроводительных документов?		0 1 2 3 4	Примечания
<b>Мероприятия по улучшению рабочего места</b>		0 1 2 3 4	Примечания
<b>Сортировка</b> Планируется ли проведение мероприятий по улучшению рабочего места? Оборудование и инструменты, оборудование на месте от пыли, грязи и влаги? Мероприятия четко обозначены и не загромождены? Есть ли план, кто отвечает за выполнение мероприятий и текущий результат? Стандартизированные методы обслуживания и инструкции без предельных возможностей?		0 1 2 3 4	Примечания
<b>Внедрение стандартов</b>		0 1 2 3 4	Примечания
<b>Сортировка</b> Система стандартов внедрена? Как вы оцениваете состояние внедрения стандартов? Внедрение и соблюдение стандартов внедрено работниками и применяется consistently? Рабочие инструкции/предложения вывешены и используются? Стандартизированные методы обслуживания и инструкции без предельных возможностей?		0 1 2 3 4	Примечания
<b>Поддержание выводов стандартов и выводов стандартов в улучшение</b>		0 1 2 3 4	Примечания
<b>Сортировка</b> Чистота рабочего места и оборудования? Информационные листы 5S вывешены/обновлены? Рабочие инструкции/предложения вывешены на рабочий кабинет? Все сотрудники имеют доступ к документам для выполнения своих обязанностей по проекту? Все сотрудники понимают и могут объяснить цель внедрения 5S?		0 1 2 3 4	Примечания

## Ознакомьтесь с демо-версией

Доступен 1 полный чек-лист, 1 алгоритм, содержание, описание всех чек-листов

Купить

Демо-версия



# ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

**Ц**ифровые технологии уже изменили нашу жизнь. Растут вычислительные и аналитические мощности для обработки больших объемов данных, технологии Интернета вещей делают возможным взаимодействие машин в режиме реального времени без участия или с минимальным участием человека, все более широкое применение промышленных роботов повышает эффективность производства и устраняет риски, вызванные человеческим фактором. И это развитие неостановимо. Какие условия необходимы для успешной цифровой трансформации? Какие перспективы имеет в этой области Россия? Какое оно – настоящее и будущее цифровой промышленности?

Найти ответ на эти вопросы помогут ведущие поставщики программного обеспечения, эксперты в области информационных технологий, специалисты по модернизации систем управления и лидеры российской промышленности. «Газпром нефть» представит свое видение нефтеперерабатывающего завода будущего, а «Вертолеты России» порассуждают о том, как изменится производственный процесс с повсеместным внедрением аддитивных технологий.

Четвертая промышленная революция вносит свои коррективы в структуру мировой экономики уже сейчас, и чтобы занять на мировой арене достойное место, важно понимать, в каком направлении будет двигаться технологический прогресс в ближайшие годы.

## Экспертное мнение. Будущее цифрового производства: прогнозы и факторы успеха



Успешен не тот производитель, который следит за последними трендами, а тот, который смотрит в будущее. Ориентируясь на прошлый опыт лидеров рынка, невозможно оказаться впереди. О необходимых условиях успешной цифровизации российской промышленности и перспективах на будущее рассуждают ведущие поставщики программного обеспечения, производители роботов и роботизированных комплексов, эксперты в области консалтинга и информационных технологий, специалисты по модернизации систем управления, а также руководители предприятий, работающих над «цифровизацией» своих производств.

## Какие условия вы считаете необходимыми для успешной цифровой трансформации?

### **Дмитрий Пилипенко, заместитель генерального директора SAP СНГ:**

«Во-первых, это переход от концепции «цифрового производства» к «цифровой компании». Нужно понять, что это не очередной этап совершенствования промышленной автоматизации, а трансформация всего бизнеса: от процедуры выплавки стали и ремонта оборудования, например, до способов привлечения клиента.

Во-вторых, внедрение цифровых инноваций в корне отличается от классического подхода к внедрению информационных технологий. Обычно формирование программы проекта начинается с анализа и выявления «узких мест» в бизнес-процессах. Результаты здесь будут предсказуемы, риски управляемы, а стоимость и эффекты посчитаны. При внедрении цифровых инноваций компания может только предположить, какая технология в рамках какого сценария «выстрелит». Нужно быть готовым, что в среднем из 10 идей только 3 дойдет до прототипа, а до стадии реализации – одна. Этим должна заниматься специально созданная структура, которая будет состоять не только из ИТ, но и бизнес-специалистов».



### **Сергей Чуранов, технический директор ООО ИЦ «Станкосервис», разработчик mdc-системы мониторинга работы оборудования АИС «Диспетчер»:**

«Эффективность работы производства является комплексным индикатором работы всех служб предприятия, всего производственного процесса. Обладая информацией о работе оборудования, администрация предприятия имеет возможность целенаправленно работать по увеличению производительности, уменьшению производственных потерь и строго контролировать эффективность использования вложенных в повышение эффективности производства финансовых средств.

Во всем процессе трансформации самое главное – это поддержка первого лица предприятия. Директор должен видеть необходимость в переходе предприятия на «цифровое производство», иначе смысла во всем этом нет. Директор должен также видеть реальную картину производства, как на начальном этапе, так и в процессе развития».

### **Антон Титов, директор группы компаний «Обувь России»:**

«Автоматизация производства требует достаточно больших ресурсов; использование роботов обосновано и рентабельно при больших объемах выпуска продукции. Поэтому важным фактором является, с одной стороны, обеспечение фабрик заказами, т.е. их продукция должна быть востребована рынком; с другой стороны, наличие программ долгосрочного финансирования новых производств, когда у предприятий будет возможность привлекать инвестиционные кредиты для модернизации производства. Также стоит упомянуть, что современные производства требуют и специалистов с более высокой квалификацией, которых фабрикам фактически приходится готовить самим».





### **Алексей Ананьин, президент группы «Борлас»:**

«Внутри предприятий нужно менять подходы к разработке, проектированию, производству продукции. Концепция цифрового производства должна быть положена в основу современного высокотехнологичного производства, а системы управления жизненным циклом должны внедряться всеми производителями в обязательном порядке, иначе невозможно обеспечить конкурентоспособность на современном рынке. Эти идеи звучали и звучат на уровне экспертов и правительства уже не первый год.

И если мы признаем, что это важно для России, для развития высокотехнологичных отраслей, то необходима реализация ряда инициатив на уровне государственного регулирования. Например, привести существующие госстандарты и другие нормативные документы в соответствие с концепцией цифрового производства. Одновременно нужно создать финансовые условия, стимулирующие переход к цифровому производству. Например, перечень приоритетных технологий и позитивное стимулирование налоговыми послаблениями, льготным кредитованием или ускоренной амортизацией фондов. Есть множество инструментов, не предусматривающих прямых расходов бюджета, но способных существенно упростить для отечественного бизнеса переход к модели цифрового производства».



### **Игорь Сергеев, Директор департамента «Цифровое производство» компании «Сименс» в России:**

«Если предприятие попытается использовать отдельные элементы дигитализации в локальных производственных процессах без систематизации существующего порядка работы предприятия, без разработки концепции дигитализации и структурных изменений, то инициаторы таких инвестиций, не получив ожидаемого эффекта, могут быть разочарованы. Попытаться наложить дигитализацию на существующую структуру и бизнес-модель предприятия, по нашему мнению, не целесообразно.

Есть ряд предпосылок, которые являются необходимыми условиями для масштабной дигитализации российской промышленности. Например, предприятиям нужен квалифицированный и обученный персонал, в частности инженеры-технологи с пониманием дигитализации, инженеры-электромеханики, знакомые с современными устройствами, работающими в системах с цифровыми моделями. Предприятиям нужно вводить должность «Главный специалист по данным» (Chief Data Officer) с образованием по специальности «Аналитик данных» (Data Scientist), в то время как наши ВУЗы в массовом порядке готовят программистов, а

такой специальности в России пока вовсе не существует. Реальность же такова, что чем выше квалификация по анализу данных, тем больше вероятность извлечения полезной информации из огромных массивов данных, продуцируемых производством, именно той информации, которая определяет истинное состояние дел и позволяет привести в соответствие бизнес-стратегию предприятия и его цели.

Также к предпосылкам для успешной дигитализации можно добавить умение и готовность промышленников управлять рисками в информационной безопасности. Цифровое производство концентрирует слияние многих технологий, включая разнообразные протоколы, стандарты и платформы по всей цепочке создания добавленной стоимости, включая внешних поставщиков. Уровень сложности системной интеграции, учитывая внешних деловых партнеров, может сделать интеграцию экономически нецелесообразной, неэффективной и небезопасной. Конечно, предприятию не обойтись и без специалистов с глубоким пониманием интерфейсов и протоколов».

### **Сергей Монин, менеджер по продаже решений управления сервисов группы компаний Softline:**

«В России цифровизация производства на данный момент возможна, главным образом, под административным давлением, директивно – когда регулирующие органы обязуют предприятия применять технологии и подходы «Индустрии 4.0». На втором месте для компаний нашей страны ситуация, когда без цифровизации компания рискует уйти с рынка, и другого выхода, кроме цифровизации, просто нет. Например, ни одна крупная логистическая компания не сможет работать, не оснастив свои грузовики устройствами для отслеживания ряда параметров, таких как расход топлива, скорость передвижения, соответствие маршруту, режим работы и контроль за степенью износа основных и вспомогательных агрегатов (например, двигателя или коробки передач на тягаче и холодильной установки в полуприцепе-рефрижераторе). И лишь на третьем месте – экономические причины: экономия ресурсов и сырья, рост качества продукции и т.д. За рубежом ситуация иная. Там на первом месте экономика, и уже потом все остальное».



### **Владимир Кутергин, председатель совета директоров холдинга «Белфингрупп» и компании BFG Group, доктор технических наук, профессор:**

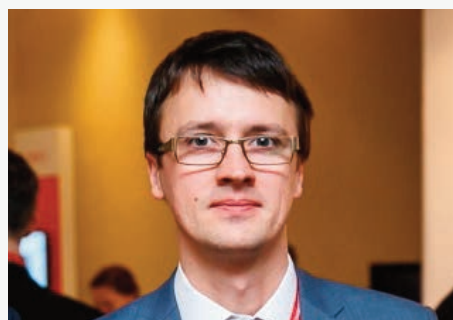
«Инструментов для цифровой трансформации в настоящее время достаточно – аппаратные и программные средства автоматизации, развитые средства связи, системы моделирования и поддержки принятия решений. «Лоскутное» внедрение отдельных средств автоматизации еще нельзя назвать цифровой трансформацией. Самое сложное, вероятно, – представить виртуальный образ будущего предприятия во всей организованной совокупности технологических и бизнес-процессов, во взаимодействии с рынком, клиентами и партнерами. Только при наличии такого представления, можно планомерно двигаться в направлении создания интегрированного цифрового предприятия. Далеко не каждый руководитель в состоянии составить такое видение самостоятельно. Для этого есть консультанты – инжиниринговые

компании, аккумулирующие знания о современных рыночных тенденциях, технологических новинках и имеющие в своем активе методологии и инструменты инжиниринга, имитационного и прогностического моделирования, успешный опыт реализации проектов на различных предприятиях. Каждый должен заниматься своим делом: предприятие – производить конкурентоспособную продукцию, а инжиниринговые компании – помогать предприятию постоянно «держаться в форме» и вовремя успевать адаптироваться, трансформироваться под быстро изменяющиеся условия и цели».

### **Игорь Волков, заместитель генерального директора ООО «Би Питрон СП»:**

«Для цифровой трансформации нужны специалисты нового поколения – инженеры, воспитанные на технологиях интернета, социальных сетей, смартфонов и других гаджетов. Современное инженерное образование вкупе с условиями для развития малого производственного бизнеса дало бы возможность им реализовать свои знания в производственной сфере и позволило бы со временем накопить критическую массу для технологического рывка в России.

ВУЗы должны обновить свои учебные программы так, чтобы они были ориентированы на подготовку инженеров будущего, а не только на удовлетворение текущих потребностей отечественных предприятий».





### **Сергей Кузьмин, президент «Энвижн Груп»:**

«Футуролог и технический директор Google Рэймонд Курцвейл уверен, что прогресс – это то, к чему в едином порыве стремится человечество, то есть в идеальном мире основное условие для перехода на «цифровой» уровень выполнено.

Реальность же такова, что, с одной стороны, отмечается тренд переноса все большего количества потребностей на цифровую платформу, но, с другой стороны, есть ряд сдерживающих факторов. На глобальном уровне можно выделить политические санкции и социальную неоднородность, невозможность равного доступа к ресурсам, природные и климатические изменения. Локально же не каждая отрасль готова принять вызов и взять на вооружение принципы цифровой экономики. Например, в силу отсутствия в законодательстве норм, регулирующих работу с массивами данных и совместный доступ к ним.

Часто сотрудники производства противятся и не принимают любые нововведения. Это те самые консерваторы, кто никогда не решится на радикальные изменения и продолжит жить по старинке. И тут уже возникает очень важная задача для государства и бизнеса – мотивировать и доносить правильные знания людям о технологиях и о том, как с ними взаимодействовать, создавать

инновационные центры, популяризировать прогресс, показывая его позитивное влияние на качество жизни и при этом не забывать про социальную поддержку тех, кто по вине машин может остаться без работы».

### **Александр Лопухов, заместитель генерального директора по региональному развитию КРОК:**

«Привлечение высококвалифицированных специалистов на производство и повышение оплаты труда – важнейшие условия цифровой трансформации. К сожалению, на российских производствах зарабатывают даже меньше, чем в Китае, так что нам есть, над чем работать.

Еще одним важнейшим условием считаю готовность ИТ-рынка, готовность самих технологий. В этом плане все более радужно – крупные игроки уже имеют в своем арсенале законченные решения с понятным экономическим эффектом, уже есть опыт первых успешных проектов.

Понятное правовое регулирование тоже позитивно отразится на динамике трансформации производства. Сейчас существуют барьеры, нет четкого разграничения ответственности, и это становится одним из тормозящих факторов. Представьте себе такой пример: автомобиль с автопилотом попадает в аварию – кто виноват в этом случае? А представьте, что чрезвычайное происшествие произошло по вине машины на атомной станции?

Несмотря на отсутствие прямых законодательных ограничений имеются косвенные. Например, нормативные акты по планово-предупредительным ремонтам оборудования. Они ограничивают использование современных, более экономичных подходов к ремонтам, а именно – по фактическому состоянию оборудования. Это становится ощутимым ограничением в применении соответствующих технологий. Из хороших новостей – правительство анонсировало возможный отказ от устаревших нормативов, так что с нетерпением ждем».







### **Виктор Беспалов, вице-президент, генеральный директор Siemens PLM Software в России и СНГ:**

«Главные условия успеха – это в первую очередь, кадры, то есть люди, специалисты, которые будут работать в современных технологиях и будут в совершенстве ими владеть, а самое главное – менеджмент, который очень хорошо понимает, какие преимущества это дает, и который может выстраивать стратегию цифровизации таким образом, чтобы она работала на реализацию заявленной компанией стратегии. Это первое условие.

Второе, это наличие самих технологий в необходимом количестве. Например, чтобы можно было говорить о цифровизации на уровне сборочных процессов, необходимо достигнуть достаточно высокого уровня автоматизации на этапе производства, уметь работать с трехмерными моделями, которые будут поступать из конструкторских и технологических отделов. Это предполагает наличие промышленных контроллеров, датчиков для сбора информации систем штрихкодирования, робототехнические комплексы и т.д. Это тоже необходимое условие.

Ну и для того, чтобы проводить действительно успешную цифровую трансформацию, которая будет оказывать влияние непосредственно на сам бизнес, нужно иметь стратегию такой

цифровой трансформации. Это задача ни одного года, и даже не двух лет. Стратегия должна быть написана как минимум на 5-7 лет, прежде чем приступать к ее реализации».

### **Максим Сонных, руководитель отдела промышленной автоматизации ООО «Бош Рексрот»:**

«Прежде всего, для успешной цифровизации важна реализация комплексных подходов в автоматизации и организация обозначенных непрерывных информационных связей на всех уровнях производственных и логистических процессов предприятия. Построение таких интеллектуальных автоматизированных систем требует наличия знаний и подходов на уровне как проектировщиков и технического менеджмента, так и обслуживающих инженерных служб предприятия. Внедрение концепции цифрового производства предъявляет новые требования к специалистам всех уровней. Наряду с общими фундаментальными знаниями в области Автоматизации и управления, а также необходимостью понимания всего производственного процесса, возрастает роль компетенций в области мехатроники и смежных дисциплин с ИТ-технологиями. Комбинация и гибкое использование этих знаний совместно с современным интеллектуальным оборудованием является залогом для успешной цифровой трансформации».





**Алексей Талаев, руководитель департамента прогнозной аналитики и оптимизационного планирования ИТ-компании Navicon:**

«Первое условие – желание предприятий меняться и становиться более открытыми для своего потребителя.

Второе – готовность предприятий изменять свои процессы и подходы к управлению бизнес-процессами, понимание того, что сдерживает развитие компании. Любой успешный бизнес сегодня – бизнес на основе данных. Поэтому компания должна быть готова к цифровым преобразованиям, чтобы не потерять свою конкурентную позицию и завоевать новые рынки, области.

Здесь нужно понимать, что отсутствие высокотехнологичной инфраструктуры на предприятии не мешает внедрять системы нового поколения. Не обязательно ждать ресурсов и терять время на внедрение сложных комплексных ERP-систем. Лучше прямо сейчас реализовать конкретное небольшое решение, которое позволит повысить эффективность бизнеса – например, систему

нормативно-справочной информации. Затем можно развивать ИТ-инфраструктуру: к примеру, внедрять на ее базе решения для прогнозного моделирования или оптимизационного планирования».

**Александр Баталов, руководитель департамента по работе с производственным сектором компании «Системный софт»:**

«Самое важное условие успешной цифровой трансформации – правильно понимать свой бизнес и передовые изменения, которые происходят в отрасли. Сегодня на ИТ-рынке довольно много систем и прикладного ПО самого разного назначения, позволяющего оптимизировать и трансформировать процессы производства. Внедрять их все – сомнительное с точки зрения эффективности мероприятие.

Первым и основным этапом для изменения и цифровизации процессов безусловно является стратегия компании. В разрезе стратегического планирования значительно проще определить вектора развития ИТ и ИБ на предприятии. Иными словами, все зависит от целей топ-менеджмента на местах.

Если же рассматривать модель с уже имеющимися построенными бизнес-процессами, написанными стратегиями, согласованными бюджетами, то возникает другая сложность – выбор подходящего решения и правильного интегратора для его внедрения. Количество факторов и критериев оценки решений в каждом заказе индивидуальное и, как правило, не без специфики, это уже отдельная тема для разговора».



## Какие перспективы вы видите для России в области Индустрии 4.0? Что может послужить стимулом преобразований?

### **Алексей Ананьин, президент группы «Борлас»:**

«Концепция «Индустрии 4.0» – это продолжение и развитие идей цифрового производства. Сегодня ее активно продвигают поставщики технологий и оборудования, и она уже взята на вооружение многими промышленными лидерами. В рамках концепции четвертой промышленной революции стоит отметить промышленный (индустриальный) интернет вещей как неотъемлемую часть будущих преобразований. Практически любые машины и оборудование могут обмениваться информацией. Используя эти данные, компании смогут лучше контролировать техпроцессы, планировать загрузку мощностей, очень быстро проводить настройку и адаптацию производственных систем и новых технологий производства.

С точки зрения формирования рынка решений и проектов, ориентированных на эту концепцию, нам всем еще предстоит пройти определенный путь. Я бы отметил, что нет пока четкого понимания всех возможностей. Предприятиям необходимо время, чтобы созреть для восприятия «Индустрии 4.0» не как обсуждаемого технологического концепта, а как конкретного инструмента и набора решений именно для их бизнеса».



### **Алексей Талаев, руководитель департамента прогнозной аналитики и оптимизационного планирования ИТ-компании Navicon:**

«Для Индустриальной революции 4.0, перехода к единому информационному пространству, в России складывается очень выгодная ситуация. Это связано с тем, что у нас много технически сложных производственных предприятий, объектов, расположенных в зонах со сложным доступом человека. Газопроводы, нефтяные и газовые месторождения, производственные предприятия, трубопроводы – они огромны по протяженности, и к каждому участку не поставишь человека. И в то же время, так как у нас преобладает сырьевая экономика, мы вынуждены обеспечивать их бесперебойную работу.

Поэтому если в мире Индустрия 4.0 – это пользовательские решения (решения класса «умный дом»), то в России это контроль за удаленными и сложными в обслуживании объектами. И пока весь мир будет озабочен холодильниками, автоматически делаю-

щими заказы в интернете, российские решения могут показать более качественные, интересные результаты.

Число инициатив в поддержку «цифрового производства» в России растет с каждым годом: в феврале Национальная Ассоциация участников рынка промышленного интернета (НАПИ) и Консорциум Промышленного Интернета подписали соглашение о сотрудничестве. Они собираются изучать мировой опыт внедрения решений IIoT и локализовать эти решения для российского рынка. Осталось найти баланс между работой коммерческих предприятий, которые понимают выгоду от применения подходов Индустрии 4.0, и поддержкой государственных структур. Сейчас, например, обсуждается инициатива передачи ряда телевещательных частот (некоторые полосы освободятся после перехода аналогового вещания в цифру) под сети широкополосного доступа для IIoT. Это снизит нагрузку на используемые сейчас частоты ISM – и увеличит в перспективе число IoT-проектов в России».





**Сергей Чуранов, технический директор ООО ИЦ «Станкосервис», разработчик mdc-системы мониторинга работы оборудования АИС «Диспетчер»:**

«Сегодня средний коэффициент загрузки оборудования на российских предприятиях, как правило, не превышает 30%. А показатель OEE (если учитывать производительность и качество) и того меньше. В то время, как OEE для рентабельного предприятия экономически развитых стран должен быть не менее 60%.

Мы говорим о низком уровне жизни в России. Как работаем, так и живем. На 30 процентов! Поэтому стимул преобразований виден невооруженным глазом. Переход на «Цифровое производство» является тем звеном, с помощью которого можно достаточно быстро увеличить производительность и эффективность промышленных предприятий. Для этого сегодня имеются все условия.

С чего начать? Я бы посоветовал с установки на предприятии системы мониторинга, которая определит реальную загрузку и выявит основные причины низкой эффективности работы оборудования (если это требуется). Система мониторинга позволит сформулировать правильные управленческие решения по повышению эффективности работы и проконтролировать целенаправленное выделение финансовых ресурсов на развитие производства».

**Максим Сонных, руководитель отдела промышленной автоматизации ООО «Бош Рексрот»:**

«Практический интерес к предмету Индустрии 4.0 у ряда российских промышленных компаний сам по себе является хорошей предпосылкой к реализации практических проектов в этой области. Стимулом для реальных преобразований может служить позитивный опыт внедрений, в том числе проводимый западными производителями на своих российских производственных площадках, и реальная конкуренция, делающая невозможным построение гибких производственных систем и расширения производимой номенклатуры товаров без перестройки технологических линий, организации необходимых информационных связей и подходов. Те компании, которым удастся выполнить такие преобразования раньше других, получают возможность увеличить качество и вариативность производимых продуктов, а также сформировать и закрепить необходимый имидж инновационного предприятия, а значит, создадут предпосылки для последующего роста своего бизнеса».



**Виктор Беспалов, вице-президент, генеральный директор Siemens PLM Software в России и СНГ:**

«Перспективы очень хорошие. У ряда российских компаний, некоторые из которых уже мной были названы, есть понимание необходимости и очевидных преимуществ дигитализации. Речь уже не идет о простой автоматизации промышленных процессов, мы говорим о серьезной смене парадигмы бизнеса, об использовании бизнес-модели, которая будет базироваться на данных. Основные стимулы для преобразования такие же, как у всех. Это возможность оставаться конкурентоспособными на внешнем рынке. Это глобальная конкуренция с существующими игроками на внешнем рынке и интеграция в крупные международные проекты».



### **Сергей Кузьмин, президент «Энвижн Груп»:**

«Стремительное проникновение информационных технологий кардинально меняет образ экономической деятельности человека, предприятия, государства. В авангарде этой трансформации, помимо банковской сферы, традиционные производственные отрасли, которые, несмотря на известный консерватизм, как и прежде, создают фундамент и определяют потенциал развития экономики современного государства в целом.

Потенциал развития Индустрии 4.0, по нашему мнению, в отраслевых облачных платформах и активном развитии экосистем интернета вещей. Аналитики не всегда сходятся в прогнозах относительно количества устройств, подключенных к интернету вещей, но средний показатель колеблется в пределах 20 млрд штук к 2020 году.

По данным Gartner Research, в 2015 году в сети было зарегистрировано порядка 5 млрд «умных» девайсов.

В агентстве Machina Research уверены, что индустриальное ответвление интернета вещей (IIoT) будет и дальше показывать наибольший рост, что обусловливается стремлением производителей получать уникальные конкурентные преимущества, и уже

к 2025 г. мировой рынок IIoT достигнет 484 млрд евро.

Основным драйвером технологических реноваций в промышленности, впрочем, как и в других отраслях, всегда будет стремление увеличить маржинальность бизнеса, улучшить энергоэффективность, снизить эксплуатационные расходы, а активное использование цифровых технологий и новые методы управления повышают прибыль предприятия в среднем на 26% относительно конкурентов».

### **Игорь Волков, заместитель генерального директора ООО «Би Питрон СП»:**

«Технологии Индустрии 4.0 призваны в первую очередь обеспечить существенное повышение эффективности производства, и Россия в первую очередь нуждается в этом. Перспективы огромны – укрепление позиций на мировом рынке космической промышленности, восстановление позиций в гражданском авиастроении и судостроении, возрождение станкостроения и создание рынка отечественной потребительской электроники. Что точно не является стимулом для преобразований, так это обособление России в мировой экономике. Американские и европейские экономические санкции закрывают доступ к рынкам высоких технологий, к материалам и оборудованию, которые необходимы для технологической революции. Процессы «импорто-замещения» хоть и формируют спрос на продукцию российских предприятий, позволяют последним лишь удержаться на определенном технологическом уровне, не стимулируя предприятия к повышению эффективности и внедрению инноваций.

Россия является частью мировой экономики и должна использовать зарубежный опыт в области передовых промышленных технологий в своих целях. Участвуя в международной кооперации в научных и коммерческих проектах, перенимать знания и адаптировать технологии под себя. Изобретать велосипед – долго и дорого, у нас есть хорошая возможность сделать технологический рывок, используя мировой опыт, полученный в результате выполнения программ, подобных немецкой «Индустрия 4.0». Движение в этом направлении у нас уже есть – 14 февраля этого года утверждена «дорожная карта» Технет Национальной технологической инициативы, определяющая план развития таких технологий как: цифровое моделирование и проектирование, индустриальный интернет, аддитивные технологии, робототехника и мехатроника, что к 2035 году должно привести к появлению в России «фабрики будущего».





**Владимир Кутергин, председатель совета директоров холдинга «Белфингрупп» и компании BFG Group, доктор технических наук, профессор:**

«Индустрия 4.0» – немецкий проект, основным смыслом которого является максимальное замещение человеческого труда машинным. Это касается не только физического труда, но и интеллектуального.

«Индустрия 4.0» соединяет системные промышленные технологии и умные производственные процессы – киберфизические системы, промышленный интернет вещей, робототехнические системы, системы автоматизированного проектирования, новые принципы организации производственных процессов

На мой взгляд, для России этот проект должен служить примером взаимодействия власти и бизнеса для создания конкурентных производств на международном рынке.

Есть общемировые тренды развития промышленного производства: Индустрия 4.0, Advanced Manufacturing, Factory of Future, IIoT, киберфизические системы. Нужно понимать, что условия развития везде разные, разная исторически сложившаяся структура экономики, человеческого капитала, разные деловые обычаи и т.д. Следовательно, и траектории развития могут быть разные. Пока нам приходится догонять. Но догоняя, невозможно стать лидером. А что может быть лучшим стимулом, чем лидерство?»

**Александр Баталов, руководитель департамента по работе с производственным сектором компании «Системный софт»:**

«Цифровое производство абсолютно точно станет стандартом большинства отраслей в перспективе ближайших 10 лет. Это изменение произойдет так же, как всегда происходит прогресс: эти системы будут все чаще внедрять крупные предприятия. Развертывание систем будет стоить дорого, но за счет этого они получат несомненное стратегическое преимущество перед конкурентами – себестоимость производства будет ниже при более стабильном качестве продукта. Другие предприятия будут стремиться в погоню за лидерами. Через некоторое время вести конкурентную борьбу «по старинке» будет практически невозможно.

К счастью, в последние несколько лет появляется все больше отечественных решений, позволяющих решить задачи бизнеса, хотя большинство из них еще нуждаются в существенной доработке. Уверен, что заметный прогресс в области перехода от аналоговых средств к цифровым будет виден уже через 3-4 года. Главный стимул состоит в том, что бизнесу нужно постоянно развиваться, чтобы не банкротиться, – и другого выхода у него просто нет».



**Дмитрий Пилипенко, заместитель генерального директора SAP СНГ:**

«Стимулом для цифровой трансформации компании может быть только одно – стремление сохранить и приумножить свои рыночные преимущества. Отечественная промышленность находится в жестких условиях мирового высококонкурентного рынка, поэтому стимул есть более чем серьезный. И в данном случае перспективы России в области Индустрии 4.0 напрямую зависят от того, насколько руководство компаний осознает эту задачу и какие способы выберет для ее реализации».





### **Алексей Зенкевич, руководитель подразделения «Промышленная автоматизация» Honeywell в России, Беларуси и Армении:**

«Что же ждет Россию в этом грандиозном марафоне инноваций? Сейчас наша страна не является лидером в этой области, однако направление индустриального интернета вещей в большинстве стран еще находится на ранней стадии развития, поэтому у отечественных промышленных и IT-компаний есть все возможности значительно сократить отставание от ведущих стран мира в вопросе «Индустрии 4.0». Вообще, по мнению европейских специалистов, Россия – перспективная площадка для развития технологий промышленного интернета вещей, что обусловлено постоянным увеличением инвестиций в развитие технологий, в том числе и со стороны частных инвесторов, а также стремительным развитием конкуренции и готовностью руководства предприятий к переходу на цифровое управление. Об этом ярко свидетельствует недавний выход одной из крупнейших отече-

ственных технологических компаний Mail.Ru Group на рынок промышленного интернета вещей с новой платформой, которая позволит собирать данные с миллионов датчиков, расположенных на производственных площадках, транспорте, сельскохозяйственных полях, и пересылать их для анализа в дата-центры.

Со стороны государства одними из основных условий успешной цифровизации видятся развитие государственно-частного партнерства, а также значительное изменение рынка труда в условиях новой цифровой экономики. Речь, прежде всего, идет о высвобождении большого количества рабочей силы и необходимости ее адаптации к новым реалиям. Несмотря на то, что для предприятий, построенных по принципам «Индустрии 4.0», больше не нужен будет большой штат специалистов, роль человека в производстве, можно сказать, возрастет, так как он станет необходим для контроля производства, а также для разработки и поддержания принципиально нового оборудования и программного обеспечения.

Что касается поставщиков решений в данной области, то здесь, как мы считаем, успех будет сопутствовать не тем, кто разрабатывает всю свою продукцию с нуля, а тем, кто развивает продукты в рамках глобальных IIoT-экосистем, объединяя свои знания и экспертизу с уже существующей аппаратной платформой и укрепляя сотрудничество с производителями оригинального оборудования, лицензиарами решений и сервисов и другими предметными экспертами. Эти партнеры на основе собираемых и обрабатываемых данных могут выдавать рекомендации по тому, какие действия нужно предпринять для оптимизации процессов на той или иной установке и какие шаги сделать, чтобы избежать незапланированных простоев, улучшить безопасность или усовершенствовать цепочку поставок.

Видение Honeywell подтверждается и данными аналитиков из Machina Research, согласно которым уже к 2025 году промышленные компании понесут убытки в размере \$341 млрд в случае использования фрагментированных систем интернета вещей вместо стандартизированного подхода к развертыванию IoT. Для предотвращения подобных потерь и повышения универсализма технологий интернета вещей самым верным шагом будет объединение IT-компаний в отраслевые ассоциации и альянсы, что, в принципе, уже и происходит. К примеру, в России в прошлом году была создана Ассоциация Интернета Вещей, среди участников которой числятся МегаФон, МТС, Билайн и Ростелеком, производители микроэлектроники, ТВ-оборудования, программного обеспечения, научно-производственные корпорации, транспортные компании и др. В задачи Ассоциации входят разработка национальных стандартов и протоколов интернета вещей, а также их радиочастотное регулирование. С одной стороны, члены организации должны сформировать единые требования к будущим платформам интернета вещей, а с другой – систематизировать стандарты конкретных решений, уже внедренных на территории России.

Еще одним важным условием успешного перехода к «Индустрии 4.0» является развитие сетей 5G. Уже сегодня индустриальные объекты ежедневно генерируют сотни терабайт данных. Для их эффективной передачи в облачные хранилища с целью последующей интерпретации мощными средствами аналитики нужны быстрые, надежные и повсеместно доступные сети связи. Их актуальность, с другой стороны, повышает и тренд на мобильность – сегодня топ-менеджмент предприятий хочет видеть полную картину бизнеса и технологических показателей в реальном времени у себя на ладони. Благодаря высоким скоростям, предлагаемым технологией 5G, файл объемом 100 Гб, который сегодня передается на скорости 500 Мбит/сек за полчаса, в сетях 5G можно будет скачать всего за полминуты на скорости 25

Гбит/сек, что значительно увеличивает привлекательность IIoT-решений. В России развитием этого направления, например, уже занимаются Мегафон и Nokia.

Наряду со связью, конечно, надо совершенствовать и базовую IIoT-инфраструктуру. Сегодня среди причин, которые тормозят или затрудняют развитие IoT, часто называется стоимость датчиков. Чем доступнее датчики, тем более разнообразные задачи будут решать с их помощью. К тому же датчикам нужны элементы питания, по возможности – автономные, а в идеале – самозаряжающиеся (например, от температуры или движения)».

### **Константин Фролов, заместитель генерального директора ГК «КОРУС Консалтинг»:**

«Немного о пути к Индустрии 4.0: путь тут один – в серьезном партнерстве науки – ВУЗов и эффективных НИИ – и производства, причем, учитывая скорость промышленной реализации научных достижений, в это партнерство должна войти и фундаментальная наука в каком-то виде. Заставить формировать такое партнерство может только конкуренция: делай быстрее, лучше и дешевле, иначе проиграешь. Например, возьмем экспериментальную производственную площадку в ВУЗе/НИИ, реализуем на ней проект IoT, показываем бизнесу, обосновываем эффект. Заинтересовался бизнес? Кто придет внедрять? Вчерашний выпускник. Внедрение не должно останавливаться: конкуренция постоянно толкает к улучшениям. Достиг улучшения – стремись к совершенству. Где взять идеи? В ВУЗе/НИИ – они же участвуют в процессе внедрения, что позволяет им и технологическую базу улучшать, и личный доход сотрудников повысить. А выпускник уже на производстве трудится, кто его заменит? Действующий студент. Получаем: выпускник с работой, преподаватель с практическими знаниями и зарплатой, бизнес с know-how. И так в круге вечного возвращения.

Разгон глобальной экономики притормозился и у нашей страны повысились шансы овладеть технологиями, которые позволят нам конкурировать в отраслях, определяющих независимость государства. Санкции помогают немного: многих вещей, необходимых для технологического развития просто так уже не купишь – приходится самим создавать. Здорово выручили бы преференциальные механизмы, стимулирующие переток капитала в технологические вложения, но это вопрос к производителям, специализирующимся на разработке, производстве и сервисе».



### **Сергей Монин, менеджер по продаже решений управления сервисов группы компаний Softline:**

«В России главный стимул преобразований – административный. На втором месте – экономический. Осенью прошлого года инициативная группа разработала «дорожную карту» российского стандарта интернета вещей. В рамках «дорожной карты» планируется законодательно определить ряд требований к инфраструктуре IoT и к операторам технологических данных, а также провести анализ других законов на наличие препятствий для развития IoT на производстве».



### **Игорь Сергеев, Директор департамента «Цифровое производство» компании «Сименс» в России:**

«В настоящее время в России много предприятий с большим количеством высокопродуктивных промышленных систем, потенциал которых не используется на 100%. Между сложностью оборудования и возможностями человека-оператора существует разрыв, поэтому машины работают ниже своих возможностей.

С другой стороны, стоимость вычислительных возможностей, пропускной способности сетей, систем сбора и анализа данных претерпела критическое падение, что позволяет контролировать промышленные машины в более крупных масштабах. Лидеры промышленного бизнеса начали соглашаться со стабильностью и зрелостью решений, инструментов и предложений. Появилось понимание того, что необходимо финансировать не только покупку датчиков, модулей и систем, но и создание систем обработки цифровых данных. Появилось понимание долгосрочного характера инвестиций.

Мы считаем Россию неотъемлемой частью глобальной экономики и полноправным участником цивилизационного прогресса. Дигитализацию нельзя навязать со стороны, главным стимулом является желание наших промышленников укрепить конкурентоспособность своих производств в обозримой перспективе. В течении последних лет мы стали свидетелями беспрецедентного развития в секторе B2C (бизнес-потребитель) на основе IOT-технологий (интернет вещей). Речь идет про сферы торговли, финансовых услуг, СМИ и о таких всем известных сервисах, как Amazon, eBay, PayPal, AliExpress и др. Но 2/3 ВВП – это промышленность! Для тех, кто не хочет оказаться на обочине мирового прогресса, существует огромный потенциал, основанный на дигитализации и промышленном интернете вещей (Industrial Internet of Things / IIOT)»!





# IV Международный технологический форум ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ. ПРОИЗВОДСТВО

24-27 апреля 2017

г. Рыбинск, Ярославская область



[itp-forum.ru](http://itp-forum.ru)

## 3D-революция: аддитивные технологии в вертолетостроении



Вертолетостроение, как одна из самых наукоемких отраслей современной промышленности, вступает в эпоху очередной технологической революции, связанной с использованием аддитивных технологий 3D-печати. Актуальность этой темы не подлежит сомнению, но следует уточнить, что внедрение любой новой технологии при разработке и изготовлении вертолета должно учитывать особенности эксплуатации винтокрылых летательных аппаратов. В чем состоят эти особенности и как использовать потенциал новых технологий максимально эффективно?

Благодарим за предоставление материала [журнал «Вертолеты России»](#)

### Инновации «на вырост»

Ответственные детали и узлы вертолета работают при больших и знакопеременных нагрузках. Поэтому в вертолетостроении используются материалы с высокими прочностными характеристиками, а конструкция ответственных деталей и узлов направлена на исключение кон-

центраторов напряжений и учитывает необходимость контроля состояния деталей, как при изготовлении, так и при эксплуатации. Ответственные детали и узлы современного вертолета пока не заменены на изделия еще большей прочности, потому что в настоящий момент не существует материалов, более прочных, нежели те, которые применяются.



Успех применения аддитивных технологий зависит от того, как скоро будут созданы и испытаны материалы, обеспечивающие изготавливаемым таким способом деталям и узлам прочностные свойства, по крайней мере равные тем, которые достигнуты на современном этапе развития традиционных технологий. Сегодня использование аддитивных технологий при изготовлении высоконагруженных элементов конструкции представляется еще проблематичным, но в ближайшие 10-15 лет мы станем свидетелями больших перемен, революционных новаций в технологиях разработки и производства винтокрылых летательных аппаратов. Одной из таких новаций, несомненно, станут аддитивные технологии.

Возможность «вырастить» деталь или целый узел открывает перед вертолетостроителями широчайшие перспективы. В настоящее время аддитивные технологии уже с успехом применяются для изготовления не напряженных деталей и узлов: элементов систем вентиляции, деталей интерьера, кронштейнов и коробов для прокладки электрики, систем мультимедиа. Нельзя недооценивать пользу 3D-печати и в опытном производстве: в частности, таким способом очень удобно изготавливать макетные узлы, детали и агрегаты – например, для исследований в области эргономики пилотских и пассажирских кабин, рабочих мест операторов различного специального оборудования вертолета. Достаточно сказать, что первый опыт использования 3D-печати на Московском вертолетном заводе им. М.Л. Миля состоял в изготовлении макетов рукоятки ручки управления вертолета Ми-38, благодаря чему удалось быстро и эффективно подобрать наиболее эргономичный вариант ее конфигурации. Изготовление элементов технологической оснастки опытного производства – еще одна область, в которой применение аддитивных технологий уже сегодня дает заметный положительный эффект. Возникает, однако вопрос – имеют ли технологии 3D-печати заметные преимущества перед механической обработкой заготовки на станках с ЧПУ? В сущности, и 3D-принтер, и станок с ЧПУ являются элементами современной организации производства, в основе которой лежит цифровое контекстное 3D-проектирование. Выбор же между 3D-принтером и станком с ЧПУ – это выбор средства реализации электронного макета, выбор наиболее эффективного инструмента. В том и другом случае мы можем назвать основные преимущества современных технологий: прежде всего, это точность изготовления деталей, сокращение числа технологических операций и за счет этого экономия времени и средств. Но применение аддитивных технологий позволяет получать детали сложной конфигурации за один технологический переход, что еще больше сокращает время на



Ползун управления хвостовым винтом вертолета Ансат, напечатанный на 3D-принтере

их изготовление и, в конечном счете, ускоряет строительство опытного прототипа летательного аппарата, отработку конструкторской документации, доработку прототипа по результатам летных и наземных испытаний и освоение его в серийном производстве.

### Сопротивление революции

Все новое в высокотехнологичных отраслях неизменно встречает на своем пути препятствия – организационные, нормативные, технические. Для полноценного применения аддитивных технологий необходимо обучить инженерно-технический и рабочий персонал, для чего предварительно разработать методики обучения. Требуется создать необходимое технологическое оборудование, разработать и освоить технологические процессы, создать по сути целую индустрию по выпуску порошковых материалов. Аддитивные технологии полностью меняют структуру и физико-механические свойства материалов, что влечет за собой необходимость разработать и утвердить большой объем методических и нормативных документов, а в существующие внести значительные изменения. Потребуется разработать новые нормы прочности, новые методы расчета в проектировании, новые методы контроля качества, новые методики достижения и поддержания ресурсов. Необходимо накопить большой объем статистических данных об изменении свойств новых материалов и изделий из них в процессе эксплуатации.

И, конечно же, требуется всемерная поддержка государства. Внедрение аддитивных технологий тре-



бует пересмотра огромного объема документов, прежде всего, государственных стандартов. Пересмотр государственных стандартов осуществляется по мере формирования потребности в этом со стороны разработчиков, производителей и эксплуатантов техники. Эти изменения не могут быть введены одновременно: новые технические нормы опираются на статистические данные, каковых пока недостаточно для объективного научного анализа. Конечно, пересмотр норм прочности, методик, стандартов будет непростым и для разработчика, и для производителя, и для эксплуатанта. Ведь любой нормативный документ задает определенные взаимоотношения между участниками процесса, и пересмотр нормативной базы неизбежно ведет и к изменениям этих взаимоотношений. В таких случаях возникают проблемы человеческого свойства, ведь технологии не работают без людей. И в этом аспекте представляется несомненной польза общих усилий всех предприятий и научно-исследовательских организаций вертолетостроительной отрасли. Как и в случае с внедрением технологий цифрового 3D-проектирования, новая технология не может быть внедрена дискретно, а, напротив, должна находить поддержку всех, кто вовлечен в процесс разработки и эксплуатации вертолетной техники и сопутствующего оборудования. Работу в этом направлении необходимо вести уже сейчас, на ранних этапах развития аддитивных технологий.

Еще одна сложность аддитивных технологий связана с возрастающим риском незаконного «пиратского» копирования продукции. Высокая наукоемкость элементов конструкции современного вертолета дает основания считать их объектами авторского права, нуждающимися в защите от незаконного копирования. Теоретически доступность аддитивных технологий и относительно невысокая зависимость их от квалификации рабочего персонала повышает возможность незаконного воспроизведения изделий, полностью определенных в виде цифровых 3D-моделей. Но в первую очередь это относится к простым изделиям, к которым не применяются жесткие нормативные требования, характерные для вертолетостроения. В ближне- и среднесрочной перспективе проблема незаконного копирования именно в вертолетостроении, видимо, не будет острой, поскольку даже в случае попыток такого «пиратства» потребуется как минимум соответствующая организация производства. В будущем же, по мере совершенствования аддитивных технологий и более широкого их внедрения, проблема незаконного копирования может стать актуальной. Но технический прогресс характеризуется эффектом синергии, когда передовые технологии ускоряют развитие технологий сопутствующих. Поэтому, если мы говорим о прогрессе цифровых тех-

нологий, частью которых является 3D-печать, мы вправе надеяться и рассчитывать также и на появление новых, более действенных мер защиты авторского права.

### Печать высоких технологий

Увидим ли мы в ближайшее время полностью напечатанный вертолет? – таким вопросом часто задаются все, кто интересуется развитием вертолетостроения. Как свидетельствует опыт, технический прогресс в любой момент может столкнуться с историческими обстоятельствами непреодолимой силы, что делает прогнозирование неблагоприятным занятием – по крайней мере, в среде специалистов. Тем не менее, увидеть полностью напечатанный пилотируемый вертолет нам в ближайшие годы вряд ли удастся. И если даже видимые элементы конструкции, такие как панели фюзеляжа, плоскости хвостового оперения и будут напечатаны или «выращены», то скрытые от внешнего наблюдателя высоконагруженные элементы силовой установки, трансмиссии и несущей системы, по всей вероятности, останутся на какое-то время порождением существующего технологического уклада. Тем не менее, если принимать во внимание весь спектр винтокрылых летательных аппаратов, включая и миниатюрные беспилотники, то можно без сомнений утверждать, что появление полностью напечатанных образцов – дело самого ближайшего времени.



Модель инерционного виброгасителя втулки несущего винта

# LEAN. Бережливое производство. Практическое руководство.

«**LEAN. Бережливое производство. Практическое руководство**» является уникальным сборником алгоритмов и дорожных карт для внедрения Бережливого производства, с помощью которых каждое предприятие может найти свой уникальный путь в построении Производственной системы. Безусловно, внедрение LEAN в равной мере требует как творческого подхода, так и стандартов, основанных на мировой практике. Специально для вас мы подготовили и адаптировали 12 чек-листов, которые с самых первых шагов помогут вам эффективнее преодолевать все препятствия, оценивать себя и ставить новые цели.

Каждый чек-лист универсален и максимально адаптирован для нужд широкого круга предприятий. Естественно, каждое предприятие обладает своими уникальными характеристиками и требованиями, но даже если эти отличия являются принципиальными, вы без труда сможете скорректировать представленные чек-листы под свою специфику, должностную иерархию, требования к организации рабочих мест или проведения специальных мероприятий.

## Для кого предназначено данное руководство?

- топ-менеджмента (генеральный, исполнительный директора);
- руководителей производства (директор по производству, технический директор);
- руководителей департаментов (внедрения LEAN, Бережливого производства, корпоративной Производственной системы);
- специалистов и ключевых менеджеров по управлению проектами на производстве и в цехах.

В нашем Практическом руководстве нет уже известной вам теории, мы не рассказываем, что такое LEAN и как важно его внедрение для будущего вашей компании. Мы предлагаем четкие алгоритмы с пошаговым развертыванием системы LEAN, которые были отработаны сотнями предприятий. Для каждого этапа предусмотрено несколько чек-листов, чтобы вы могли оценить свои успехи, увидеть недостатки и скорректировать план и ход внедрения Бережливого производства.

## Чем полезно «LEAN. Бережливое производство. Практическое руководство»?

1. Практическое руководство поможет вам выбрать стратегию внедрения LEAN, сформировать дорожную карту и составить план реализации проекта с обозримыми сроками.
2. Практическое руководство даст вам возможность самим реализовывать внедрение LEAN и осуществлять его регулярную оценку, не оплачивая каждый раз дорогостоящие услуги консультантов.
3. Практическое руководство даст вам в руки лучший мировой опыт по внедрению LEAN, и поможет вам двигаться по правильному пути.
4. Практическое руководство с помощью чек-листов даст возможность контролировать ход внедрения LEAN на всех уровнях от рабочего места, отдела, цеха до управления всем предприятием.
5. Практическое руководство с помощью чек-листов даст Вам возможность отслеживать вовлеченность персонала, производственные показатели, интеграцию с поставщиками и многие другие элементы Производственной системы.

«Мы детально рассмотрим пять этапов внедрения LEAN – планирование, внедрение, развертывание, интеграцию и совершенствование – и ответим на вопросы, сколько времени занимает каждый этап и из каких шагов он состоит, уделив внимание и отдельным инструментам, которые встраиваются в концепцию LEAN: 5S, SMED, TPM и профилактическому уходу за оборудованием. Выбрав «LEAN. Бережливое производство. Практическое руководство», вы обеспечите себя, менеджеров и специалистов предприятия уникальными инструментами для достижения успехов как минимум на ближайшие 5 лет!»



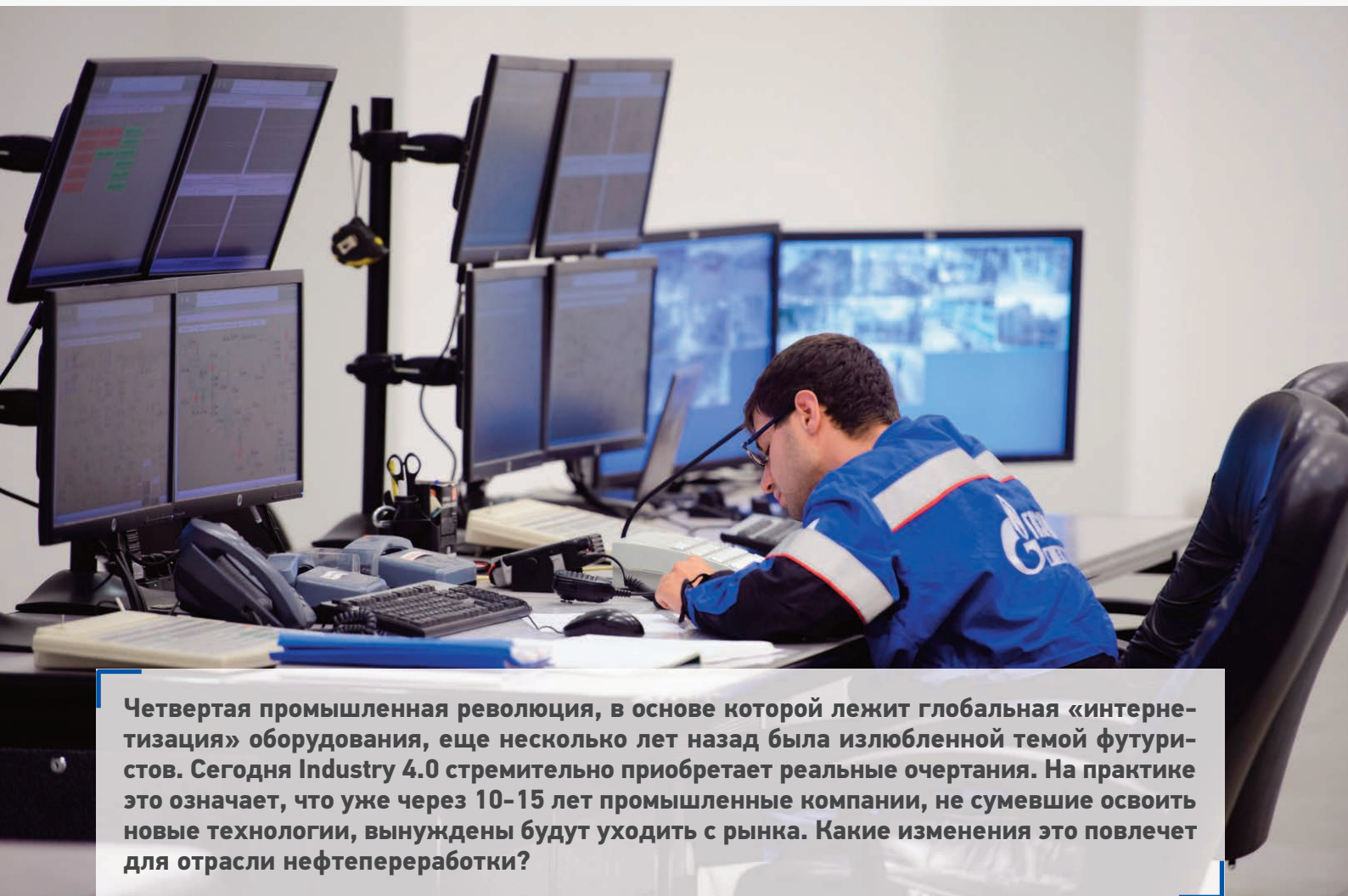
Станислав Зинченко,

Директор Центра индустриальных исследований Делового портала «Управление Производством»

Купить

Демо-версия

# Заоблачные дали: Цифровой нефтеперерабатывающий завод будущего



**Четвертая промышленная революция, в основе которой лежит глобальная «интернетизация» оборудования, еще несколько лет назад была излюбленной темой футуристов. Сегодня Industry 4.0 стремительно приобретает реальные очертания. На практике это означает, что уже через 10-15 лет промышленные компании, не сумевшие освоить новые технологии, вынуждены будут уходить с рынка. Какие изменения это повлечет для отрасли нефтепереработки?**

Текст: София Зорина

Инфографика: Дарья Гашек

Благодарим за предоставление материала [журнал «Сибирская нефть»](#)

Industry 4.0 – характерный пример того, как количество переходит в качество. Развитие вычислительных мощностей и интернета повлекло за собой лавинообразное увеличение объемов используемой информации. В свою очередь, big data открыли новые возможности для управления, прогнозирования и аналитики. Понимание преимуществ, которые дает работа с информацией, привело к поискам более эффективных технологий получения, передачи, хранения и обработки данных. В результате сегодня уже четко видны основные тренды приближающейся промышленной революции: это облачные решения и максимальное использование

интернета вещей. В то же время эксперты единодушно отмечают, что именно эти технологии несут в себе и определенные риски. Причем их масштаб компании, стремящиеся к лидерству любой ценой, зачастую недооценивают.

Нефтепереработка – отрасль достаточно консервативная, основные технологические процессы здесь разработаны сто лет назад. Новых значительных научных открытий в области физики переработки нефти в ближайшее время не предвидится. С точки зрения химии можно ждать прорыва в вопросах катализа, но произойдет ли он завтра или через 20 лет – неизвестно. Поэтому основной способ уве-



личения маржинальности продукции для любого НПЗ – поиск оптимальных режимов технологических процессов, повышение производительности труда и эффективности управления, энергоэффективность, быстрая реакция на рыночную конъюнктуру. Именно эти задачи способны решать информационные технологии, на которые делается ставка в индустрии будущего. И первые шаги по пути создания новой цепочки добавленной стоимости – за счет автоматизации, а не непосредственного труда рабочих, – лидеры мировой нефтянки уже делают.

### Архитектурные сложности

На Западе серьезная автоматизация нефтеперерабатывающих производств с внедрением АСУТП (автоматизированных систем управления технологическими процессами) и переводом части функционала в автопилот запустилась в начале 1990-х. За это время появилась масса систем автоматизации самого разного уровня – от управления технологическим процессом, мониторинга и диагностики оборудования до управления цепочками поставок, календарного планирования, аналитических систем и так далее. Самые продвинутые заводы сегодня – безлюдные, удаленно управляемые, со сроком межремонтного пробега около 10 лет. Их уже

можно было бы считать заводами будущего, если бы не одно но: на практике инвестиции в каждый новый виток автоматизации требуют все больше средств и становятся все менее эффективными. Причина кроется в существующей архитектуре промышленных систем автоматизации.

Сегодня рынок промышленной автоматизации – рынок поставщиков. Каждый из них предлагает клиентам свои программные продукты с закрытой архитектурой. В то же время системы разных вендоров плохо интегрируются друг с другом, многие системы, даже одного вендора, несовместимы друг с другом и работают параллельно. Сложности с интеграцией приводят к тому, что компании приходится «подсаживаться» на решения одного производителя и, соответственно, оказываться в ситуации сниженной конкуренции и высоких цен.

«Несовместимость некоторых современных систем автоматизации ведет к разрыву в обработке данных, – объясняет начальник управления промышленной автоматизации „Газпром нефти“ Юрий Новик. – Например, система способна обеспечить оптимальный режим установки на пределе возможностей, но не совмещается с другой системой, которая отвечает за диагностику и безопасную работу этой установки. В итоге мы получаем ситуацию, когда оптимизация не учитывает важные параметры, от которых будет зависеть не секундная эффективность, а общая работоспособность оборудования. И таких разрывов много».

В обычной жизни каждый из нас ежедневно сталкивается с теми широчайшими возможностями, которые дает открытая архитектура программного обеспечения или отдельного аппарата: мы можем без труда воткнуть в компьютер любое периферийное устройство с USB-портом или скачать на телефон очередное приложение. Открытая архитектура промышленных систем автоматизации даст примерно те же преимущества – легкую интеграцию новых компонентов, их взаимозаменяемость (а значит, здоровую конкуренцию и более низкую цену), возможность модернизировать отдельные модули с минимальным ущербом для всего технологического процесса. Мало того, наличие мультивендорной платформы для систем автоматизации полностью перевернет рынок, превратив его в рынок потребителя.

Первой работу над созданием новой архитектуры систем промышленной автоматизации начала компания Exxon Mobil. Остальным представителям отрасли остается либо ждать появления готового решения, либо заняться разработкой собственного.

«Российские предприятия сегодня значительно отстают от зарубежных по степени автоматизации, – констатирует Юрий Новик. – Поэтому для нас создание собственной мультивендорной платформы – это реальная возможность сделать существенный ска-



чок и выйти на уровень лучших из лучших. В противном случае мы всегда будем в роли догоняющих».

Работа в этом направлении на национальном уровне важна еще и тем, что любые новые разработки в парадигме Industry 4.0 тесно связаны с использованием интернета вещей и облачных решений. А здесь уже остро встает вопрос не только коммерческого успеха, но и безопасности бизнеса.

### Всегда на связи

Основная движущая сила четвертой промышленной революции – активное использование возможностей интернета вещей. В общем случае это означает построение сети, которая объединяет физические предметы, оснащенные встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой. В промышленности этот принцип уже давно используется при построении АСУТП, но постоянно развивающиеся возможности для передачи, хранения и обработки данных выводят промышленный интернет вещей на глобально другой уровень.

Можно выделить два направления, в которых сетевые технологии, по мнению экспертов, уже через несколько лет станут ключевым элементом. Во-первых, сервисное обслуживание оборудования. Уже сегодня при покупке сложной техники, например такой, как автомобиль, важным преимуществом становится простота управления и обслуживания. За услугу удаленного управления или диагностики потребитель готов платить, и стоимость подобного сервиса в общей цене постоянно возрастает.

«В будущем любой завод, в том числе и НПЗ, будет похож на лего, – считает Юрий Новик. – Оборудование будет приходиться в виде коробки, включающей в себя как железо, так и необходимое ПО для его диагностики и обслуживания. Причем оборудование, к которому не приложены подобные системы, окажется никому не нужным».

В этой схеме покупатель будет платить не столько за саму технику, сколько за ее дальнейшее обслуживание. В то же время производитель будет заинтересован в снижении собственных затрат на ремонт. Минимизировать их можно только за счет тщательной и своевременной диагностики. Здесь-то на первый план и выходит промышленный интернет, обеспечивающий постоянную передачу информации о состоянии оборудования и условиях его эксплуатации в сервисный центр.

Другое направление развития промышленного интернета – создание сетей, обеспечивающих обмен данными между различными производственными системами в реальном времени. Собственно, построение той самой новой открытой архитектуры для промышленных систем управления, о которой говорилось выше, подразумевает в том числе использование интернета для передачи информации



### Центр управления эффективностью операций

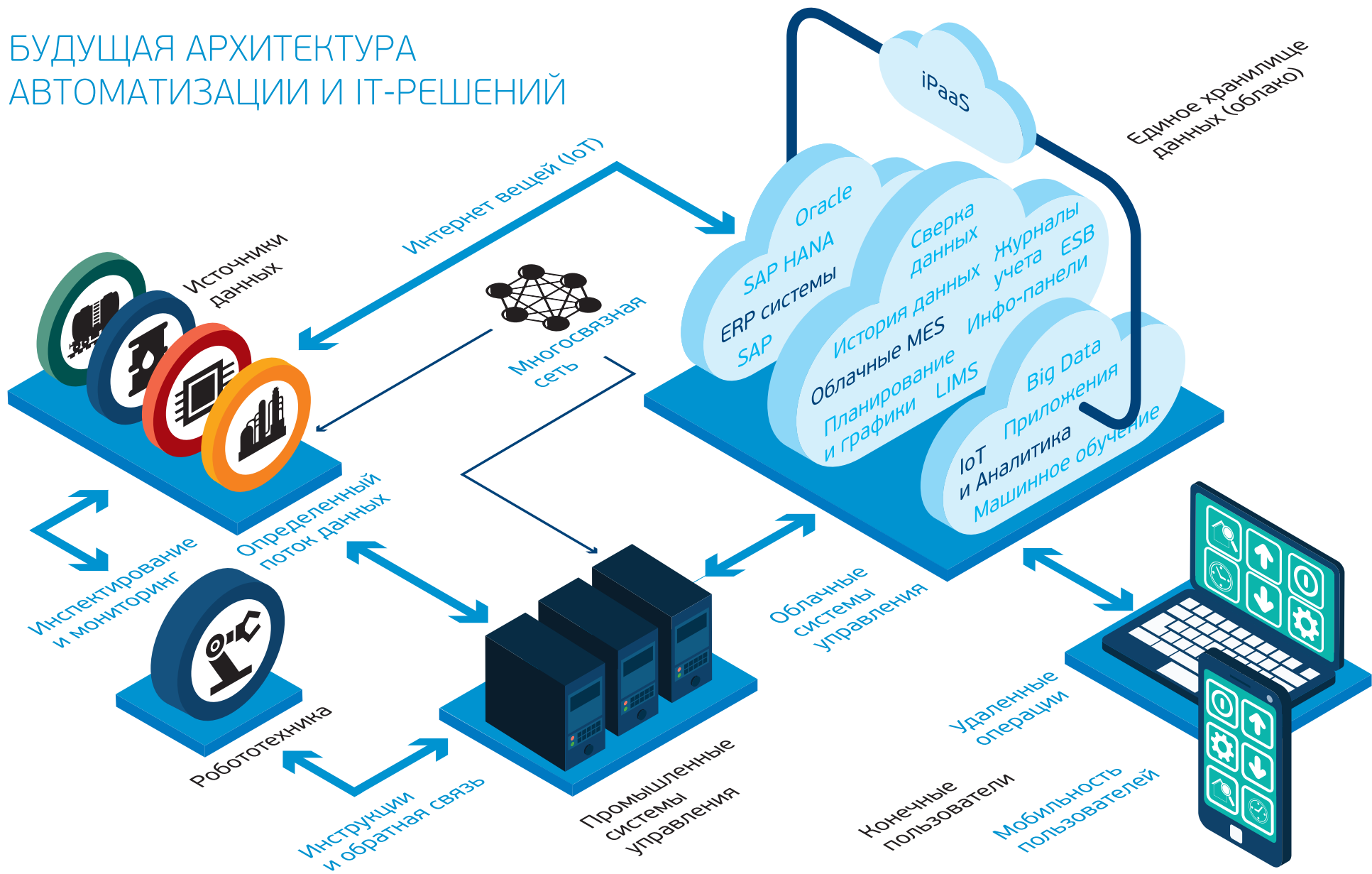
Одна из тенденций, характерных для цифрового производства или производства будущего, – возможность совместной работы специалистов разного профиля для выработки оптимального решения сложных задач. В «Газпром нефти» уже реализовано несколько проектов, объединяющих разные функции. В частности, в Научно-техническом центре компании работает Центр сопровождения бурения, обеспечивающий всестороннюю экспертизу при строительстве высокотехнологичных скважин.

В свою очередь в блоке логистики, переработки и сбыта создается Центр управления эффективностью операций – программа, задача которой – интегрировать информацию из различных систем, работающих на НПЗ, от видеочамер до системы KPI, и затем предоставлять эту информацию пользователю в удобном для него виде. Помимо информационной функции, Центр управления позволяет одновременно задействовать большое количество людей для обсуждения происходящего на отдельной установке или производстве в целом.

как внутри производства, так и для выхода во внешнюю среду.

Возможности, которые дает промышленный интернет, видятся поистине безграничными: когда все системы, начиная от той, что следит за работоспособностью клапанов на НПЗ, и заканчивая той, что вычисляет спрос на эти клапаны и определяет время их выпуска и отправки потребителю на заводе производителя, связаны друг с другом, все участники процесса могут добиться идеальной эффективности на своих производствах. Однако на деле за этой на первый взгляд красивой картинкой прячутся существенные риски.

# БУДУЩАЯ АРХИТЕКТУРА АВТОМАТИЗАЦИИ И IT-РЕШЕНИЙ





В первую очередь очевидно, что, отдавая производителю на откуп большую часть управления оборудованием, покупатель перестает быть полноправным хозяином своей техники. Для любого производства эта ситуация неприятна, а в нефтяной отрасли такая зависимость – уже вопрос национальной безопасности. Здесь же возникает и еще один существенный риск: полноценно использовать все преимущества интернета вещей, в том числе и промышленного, невозможно без обращения к облачным сервисам. За облаками будущее, но вопрос в том, кто будет этим будущим владеть.

### Опасный сервис

О том, как удобны облачные сервисы, каждый из нас знает не понаслышке. Хранение музыки, фотографий, видео, работа с различными приложениями и программами – в большинстве случаев мы используем для этого облака. В случае промышленной автоматизации обращение к облачным решениям позволяет выйти на качественно новый уровень использования данных.

«Если мы хотим добиться максимальной автоматизации производства, то придется иметь дело с гигантскими объемами данных, – констатирует Юрий Новик. – Для их хранения и обработки понадобятся значительные вычислительные мощности. Их строительство – это огромные инвестиции. И здесь нужно понимать, насколько такие инвестиции оправданы».

Выход кажется очевидным: данные можно хранить и обрабатывать в облаке. Мало того, в облаке могут находиться и сами системы, которые будут заниматься сбором и обработкой информации, потребитель же платит только за пользование этими системами или отдельными их модулями. С точки зрения экономики это минимальные капитальные затраты и предсказуемые операционные расходы. К тому же речь будет идти об уже действующих системах управления, к которым нужно только подключиться и пользоваться.

Плюсы налицо, а минус только один – по сути, кто владеет облаком, в котором хранится информация о производстве, тот владеет и самим производством. Для российской промышленности единственный способ не попасть в будущем в облачную зависимость от иностранных государств – создать собственное облако.

Сергей Овчинников, начальник департамента систем управления блока логистики, переработки и сбыта «Газпром нефти»: «В полном объеме идея цифрового завода на НПЗ «Газпром нефти» может быть реализована к 2030 году. На ближайшую перспективу – к 2018 году у нас в планах создание систем управления качеством продукции, надежностью оборудования, оптимизации энергопотребления,

**В ПОЛНОМ ОБЪЕМЕ ИДЕЯ ЦИФРОВОГО ЗАВОДА НА НПЗ «ГАЗПРОМ НЕФТИ» МОЖЕТ БЫТЬ РЕАЛИЗОВАНА К 2030 ГОДУ. НА БЛИЖАЙШУЮ ПЕРСПЕКТИВУ – К 2018 ГОДУ У НАС В ПЛАНАХ СОЗДАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ, НАДЕЖНОСТЬЮ ОБОРУДОВАНИЯ, ОПТИМИЗАЦИИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ, ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОСТИ СУЩЕСТВУЮЩИХ АСУТП.**

повышение интеллектуальности существующих АСУТП. Тем не менее наша цель – это все-таки не точечные решения по автоматизации, а создание единой интегральной среды для управления всей нефтепереработкой компании. И уже сейчас понятно, что в одиночку стать лидерами новой промышленной революции практически невозможно. Например, нам понадобится облачный сервис, которого в России пока не существует. Только объединив усилия всех участников рынка – производителей оборудования и их клиентов, IT разработчиков, телекоммуникационных компаний, – мы сможем поконкурировать с Кремниевой долиной. Такой консорциум сегодня создается, а «Газпром нефть» примет в его работе деятельное участие».

### Плюсы в тени

Как же будет выглядеть нефтеперерабатывающий завод через 10, 15, 20 лет? Глобальную автоматизацию можно уподобить компьютерной игре-стратегии, в которой пользователь имеет дело только с информацией верхнего уровня. Он знает, сколько у него ресурсов и какой цели хочет достичь, и, исходя из этого, принимает те или иные решения. При этом если какое-то здание в игре требует починки или строительства, то пользователю достаточно просто дать соответствующее указание, не задумываясь над тем, какие механизмы нужны для выполнения подобных указаний.

Полная оцифровка завода дает тот же эффект: системы нижнего уровня следят за режимами технологических процессов и за состоянием оборудования. Системы верхнего уровня анализируют внутренние и внешние данные и выдают самые актуальные рекомендации по необходимости ремонта и заказу запчастей, изменениям объемов выпускаемых продуктов или поиску новых логистических схем отгрузки. Оператору такого производства остается только осуществлять контроль. Причем делать

это он может со своего мобильного устройства, находясь за много километров от самого завода, а реализацию большинства указаний будет осуществлять робототехника. Цифровой завод становится не просто реальностью, а единственно эффективным способом производства.

«Воплощение идеи такого производства невозможно без создания так называемого цифрового двойника, или цифровой тени, – считает Юрий Новик. – То есть системы, которая полностью бы описывала все технологические процессы на НПЗ. С ее помощью можно подбирать параметры работы различных установок, добиваться оптимизации про-

изводства с учетом всех факторов влияния, начиная от состава сырья и заканчивая рыночной конъюнктурой. Работа над созданием такой системы в нашей компании уже ведется».

Вопрос, будет ли эта система выполнена в традиционной парадигме или в полной мере задействует все возможности Industry 4.0, – промышленный интернет и облачные решения – пока остается открытым. Сопутствующие такому выбору проблемы информационной безопасности полностью можно разрешить только за счет активного развития российской промышленности, IT-технологий и создания собственных облачных сервисов.



## ГЛОССАРИЙ

**Industry 4.0** – четвертая промышленная революция. Получила свое название от инициативы немецких промышленников 2011 года, которые определили ее как средство повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности Германии через усиленную интеграцию киберфизических систем, то есть подключения машин и станков к интернету.

**Big data** – большие данные. В общем случае – совокупность подходов, инструментов и методов обработки структурированных и неструктурированных данных огромных объемов и значительного многообразия для получения воспринимаемых человеком результатов.

**Интернет вещей** – internet of things, IoT – концепция единой сети, соединяющей объекты реального мира, оснащенные встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой.

**Облачный сервис** – (англ. cloud storage) – модель онлайн-хранилища, в котором данные хранятся на многочисленных распределенных в сети серверах, предоставляемых в пользование клиентам. Данные хранятся и обрабатываются в так называемом облаке, которое представляет собой, с точки зрения клиента, один большой виртуальный сервер. Физически же такие серверы могут располагаться даже на разных континентах.



## Примите участие в спецвыпуске «Цифровое производство» №2

Деловой портал «Управление производством» приглашает вашу компанию принять участие в проекте «Цифровое производство: сегодня и завтра российской промышленности».

В рамках этого проекта вы получите возможность рассказать о том, что уже сделано в вашей компании для перехода к цифровому производству, над чем вы сейчас работаете и что планируется сделать в этом направлении.

В проекте будут рассмотрены такие темы, как:

- Цифровое производство в России: главные события и проекты;
- Как работает цифровое производство: лучший зарубежный и российский опыт;
- Индустрия 4.0 – новые вызовы и новые возможности для промышленности;
- ИТ и цифровое производство;
- Индустриальный Интернет Вещей;
- Промышленные роботы, безлюдное производство и промышленная автоматизация;
- Аддитивные технологии;
- Цифровая логистика;
- Цифровое проектирование;
- Цифровое производство на предприятиях ВПК;
- и др.

Выход очередного спецвыпуска «Цифровое производство» запланирован на **ноябрь 2017 года**.

Мы открыты для сотрудничества со всеми компаниями, желающими принять участие в проекте, спонсорами и рекламодателями, а также организациями и ведомствами, готовыми оказать поддержку проекту.

**Ваши заявки на участие в проекте, вопросы и предложения вы можете присылать на адрес [info@up-pro.ru](mailto:info@up-pro.ru) (просьба указать тему письма – «Цифровое производство»).**

Управление производством **выпуск #01**

**ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО**  
сегодня и завтра российской промышленности

бесплатное издание  
**АПРЕЛЬ 2017**

В ЭТОМ ВЫПУСКЕ

- ЧТО ТАКОЕ ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО? 6
- RFID-ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ 31
- ЦИФРОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ 62
- ПЕРСПЕКТИВЫ 3D-ПЕЧАТИ 106

**МНЕНИЯ ЭКСПЕРТОВ ОТРАСЛИ**

эксперты: Siemens, Борлас, Станкосервис, SAP СНГ, BFG Group, Navicon, Бош Рекрот, Энвижн Груп, Softline, КРОК, Би Питрон СП

темы: аддитивные технологии, системы мониторинга оборудования, Индустрия 4.0., цифровое месторождение, Big Data, безлюдное производство

опыт компаний: Атоммаш, Газпром нефть, РКС, Росатом, Камаз, ОАК, ТВЗ, Транснефть, Сибур, Северсталь, ЛокоТех, Обувь России, Авиадвигатель

БОЛЕЕ 115 СТРАНИЦ  
объем выпуска

Деловой портал «Управление производством» – Сообщество производственных менеджеров №1 в России [www.up-pro.ru](http://www.up-pro.ru)



**Цифровое производство: сегодня и завтра российской промышленности**

ООО «Портал «Управление Производством»  
Юридический адрес:  
129110, г. Москва, пр. Мира  
д.52, стр. 3, пом. III.  
e-mail: info@up-pro.ru  
для писем: 117418, Москва,  
а/я 109.  
Сайт - www.up-pro.ru  
Изображения -  
www.istockphoto.com

**Copyright © Портал «Управление производством».**

Этот материал был подготовлен Центром индустриальных исследований Делового портала «Управление производством» исключительно в целях информации. Содержащаяся в нем информация была получена из источников, которые, по мнению портала «Управление производством», являются надежными, однако она не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и могут быть изменены без предупреждения. Деловой портал «Управление производством» не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем материале, включая опубликованные мнения или заключения, а также за последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем материале, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями.

## Заключительное слово

Искусственный интеллект, умные фабрики, роботы, беспилотные автомобили еще совсем недавно встречались лишь на страницах фантастических книг. Сегодня – это наша реальность, которая обретает все новые воплощения, продолжая развиваться все более быстрыми темпами. Цифровые технологии не просто обновляют инструментарий управления, контроля, планирования производства. Новые разработки объединяются в глобальные системы и становятся движущей силой технологического переворота, который изменит облик современной промышленности, предъявит новые требования ко всем без исключения участникам производственной цепочки, и ни одна экономика с выходом на глобальный рынок не останется в стороне. Для производителей это означает, что в ближайшем будущем те из них, кто не освоит новые технологии, окажется на обочине этого глобального процесса.

Сегодня Россия не входит в число лидеров по развитию и внедрению цифровых технологий в промышленности. Но, несмотря на наблюдающееся отставание, работа по преодолению этого разрыва уже ведется. Правительство разрабатывает программу «Цифровая экономика», призванную помочь России войти в число технологических лидеров; ведутся работы по развитию и внедрению аддитивных технологий в промышленности, все больше предприятий осваивает и применяет на своем производстве цифровые технологии. На страницах специального выпуска Альманаха «Управление производством. Цифровое производство: сегодня и завтра российской промышленности» мы осветили существующие тенденции и наметили путь к их полноценному воплощению.

Что можно сказать по итогам проведенной работы? Единого понимания роли цифрового производства и оптимальных путей его развития нет. Впрочем, нет и сомнений в неизбежности изменений, и это обеспечивает разнообразие взглядов, подходов и путей к созданию гибкого, интеллектуального предприятия. Вопрос лишь в том, успеем ли мы занять свое место в новой экономической реальности?

Эксперты убеждены в высоком потенциале России в этой области, способности находить свои решения. Опыт тех, кто уже успешно применяет цифровые технологии на собственном производстве, служит тому подтверждением. Залог успеха – в открытости мировому и отечественному опыту, готовности адаптировать и внедрять разработки передовых компаний и делиться собственными.

Мы рады принять участие в этом процессе и внести свой вклад в популяризацию технологий Четвертой промышленной революции и накопление лучшего опыта российских компаний.

*Сергей Жишкевич,  
главный редактор Делового портала «Управление производством»*

