



**R-Pro DIGITAL: Повышение эффективности бизнеса,  
за счёт цифровых трансформаций**

## **Цифровые технологии управления изменениями в Индустрии 4.0**

**Кораблев А.В.**

Президент Концерна R-Про, ген. директор Института инновационных технологий в бизнесе, Академик инженерной академии. ([korablev.a@r-p-c.ru](mailto:korablev.a@r-p-c.ru))

Современная экономика – это экономика высоких технологий и высокой конкуренции. Успешность бизнеса в нынешних реалиях во многом зависит от того на сколько компания способна соответствовать уровню стремительного развития технологий, чтобы выдерживать конкурентную борьбу. Поэтому сегодня вопрос о том, когда начинать изменения в компании для обеспечения такого соответствия уже не стоит. Стоит вопрос как организовать изменения и как эффективно управлять ими, чтобы они носили характер непрерывных улучшений и обеспечивали успех в высоко конкурентной среде.

С другой стороны, разразившаяся по всей планете пандемия коронавируса показала насколько все еще уязвима современная экономика и на сколько она подвержена кризисным явлениям. В кризисную эпоху роль управления изменениями крайне важна, потому что подчас только адекватные, быстрые и эффективные изменения позволяют спасти бизнес и обеспечить его устойчивость.

Т. о., исходя из того, что **управление изменениями (Change Management)** на настоящем этапе является необходимым для компании инструментом, а также принимая во внимание тотальное и быстрое внедрение высоких технологий, следует констатировать, что современное управление изменениями должно базироваться на инновационных технологиях, которые обеспечат компании возможность оптимального выбора актуальных изменений, быстрое и эффективное их внедрение. И если мы рассматриваем компании, осуществляющие операционную деятельность – промышленные, логистические, сервисные и т. п., то с учетом внедрения нового технологического уклада – Индустрии 4.0, управление изменениями в таких компаниях может осуществляться только на цифровой технологической платформе.

## Цифровой двойник - платформа управления изменениями в Индустрии 4.0.

Оптимальной технологической платформой для управления изменениями в Индустрии 4.0 является программное обеспечение для создания и применения цифровых двойников компании.

Пример цифрового двойника компании представлен на рисунке 1.

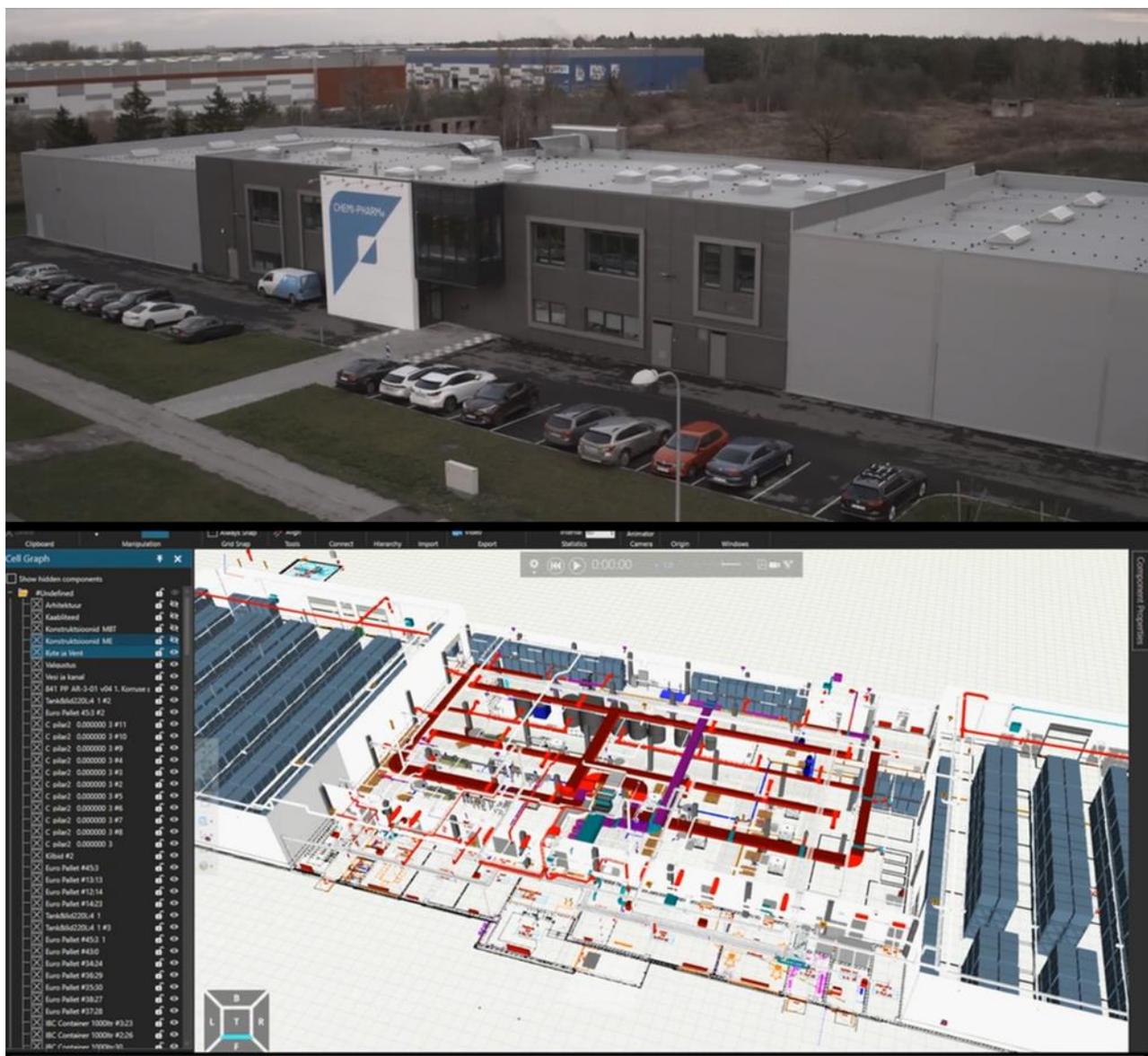


Рис. 1. Цифровой двойник фармацевтической компании ChemiPharm

**Цифровой двойник (Digital Twin)** операционной деятельности предприятия - это компьютерная 3D имитационная динамическая модель протекающих в компании операционных процессов. Использование цифрового двойника позволяет создание (инжиниринг), модернизацию (реинжиниринг) и управление (менеджмент) процессами осуществлять в модели-регулируемом (model driven) режиме, что обеспечивает возможность управления

изменениями, на основе многокритериальной оптимизации на всём протяжении жизненного цикла компании.

*Более подробно о назначении и функциональности цифровых двойников можно прочитать в статье автора из серии R-Про Digital: Ключевые функциональность и преимущества использования цифровых двойников в промышленности.*

### **Цифровое управление изменениями на всех стадиях жизненного цикла предприятия**

Очень важно, что применение цифровых двойников уместно для управления изменениями на всех стадиях жизненного цикла компании – от идеи его создания, включая этапы проектирования зданий и сооружений, выбора оборудования, внедрения технологии и организации ведения операционной деятельности, проектного, процессного и др. управления, оптимизации использования мощностей и активов, контролинга, а также на этапах реструктуризаций, модернизаций, трансформаций и пр.

Пример применения цифрового двойника в промышленной компании на этапах от создания, до эксплуатации производственного комплекса и внедрения системы рационального производства представлен на рисунке 2.

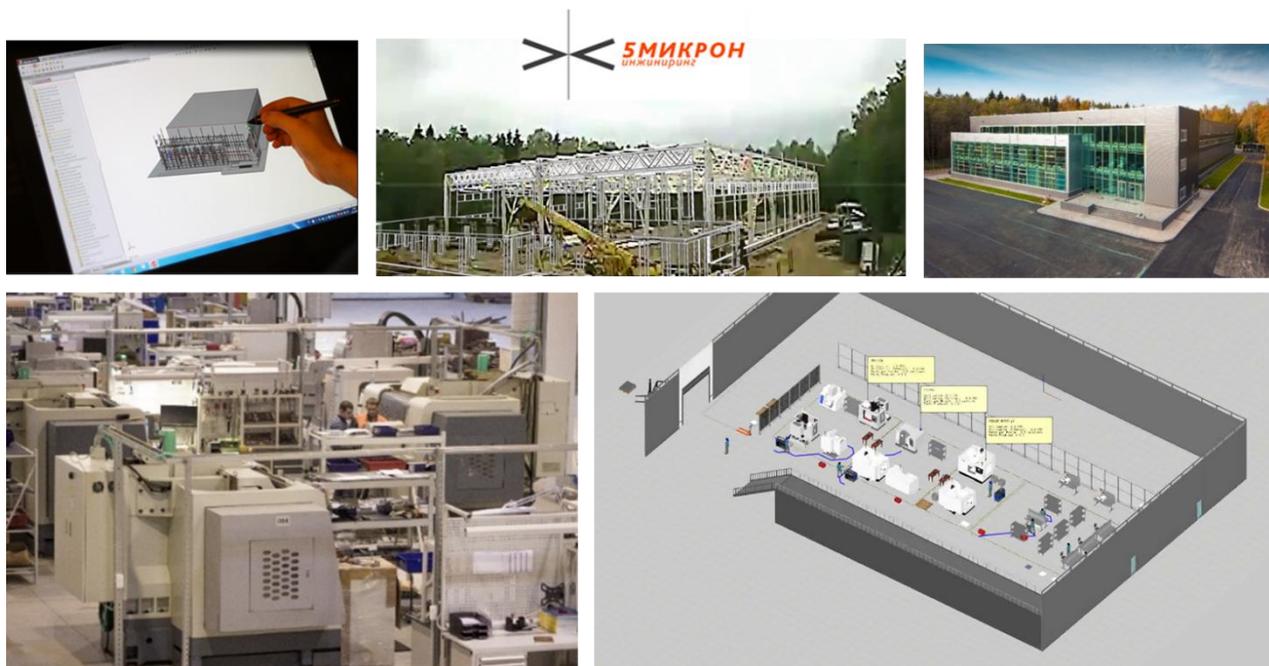


Рис. 2. Создание рационального производства компании 5 Микрон Инжиниринг (Ленинградская область)

### Управление технологическими изменениями и трансформациями

Индустрия 4.0 подразумевает максимальное использование средств автоматизации и роботизации. Проектирование, эксплуатация и модернизация таких производственных, логистических и иных объектов сопряжено с комплексным управлением изменениями, которые подчас просто невозможны, кроме как в среде цифровых двойников.

Пример безлюдной роботизированной линии сборки автомобилей, которое спроектировано в рамках международного R&D проекта исследования перспектив внедрения Индустрии 4.0 в автопроме, представлен на рисунке 3.



Рис. 3. Международный R&D проект Института инновационной экономики «Креономика» по созданию безлюдных автосборочных производств Индустрии 4.0, программированию и отладке роботизированных линий в среде цифрового двойника.

При проектировании промышленных объектов такого уровня сложности инженеры сталкиваются с необходимостью регулярного управления изменениями, реализовать которые наиболее эффективно именно в среде цифрового двойника, так как только там имеется возможность проанализировать с использованием 3D динамического имитационного моделирования различные варианты выбора технологического оборудования и, в зависимости от сделанного выбора, оптимизировать возможные планировки его размещения, в зависимости от изменения номенклатуры производимой продукции, под которую ведется проектирование, выбрать

наилучшие технологические решения и т. п. Причем, непосредственно в цифровом двойнике имеется возможность собрать цифровую аналитику по производительности, в зависимости от изменений в проектируемых процессах, ритме и такте выпуска производимой продукции и пр., и пр. Современное продвинутое программное обеспечение для работы с цифровыми двойниками обеспечивает необходимый функционал для управления технологическими изменениями (см. рис. 4).

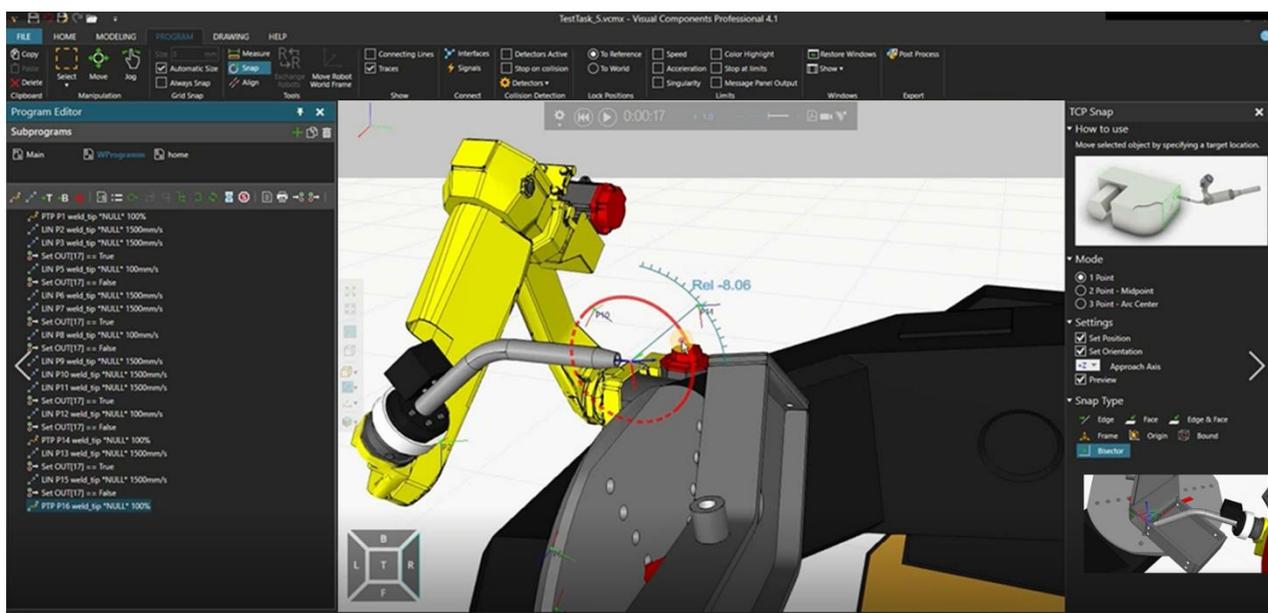


Рис. 4. Управление технологическими изменениями в среде цифрового двойника в ПО Visual Components.

Также важнейшим преимуществом использования цифровых двойников для управления изменениями уже действующим предприятием, является повышение скорости внедрения технологических изменений, так как в цифровом двойнике может быть смоделированы и отлажены не только само изменение, например, работа модернизируемого производственного оборудования, но и проект (совокупность процессов) технологической трансформации – перехода из текущего к новому состоянию предприятия.

### Управление организационными изменениями

Концепция непрерывных улучшений, обеспечивающая конкурентоспособность современного бизнеса для Индустрии 4.0 и в части организации операционной деятельности, также базируется на моделируемом подходе, с использованием цифровых технологий.

В среде цифровых двойников могут быть оптимизированы такие организационные инновации, как внедрение научной организации труда

(HOT), бережливого производства (Lean Six Sigma), процессного управления и мн. др. Пример организационного моделирования процессов в ПО для работы с цифровыми двойниками проиллюстрирован на рисунке 5.

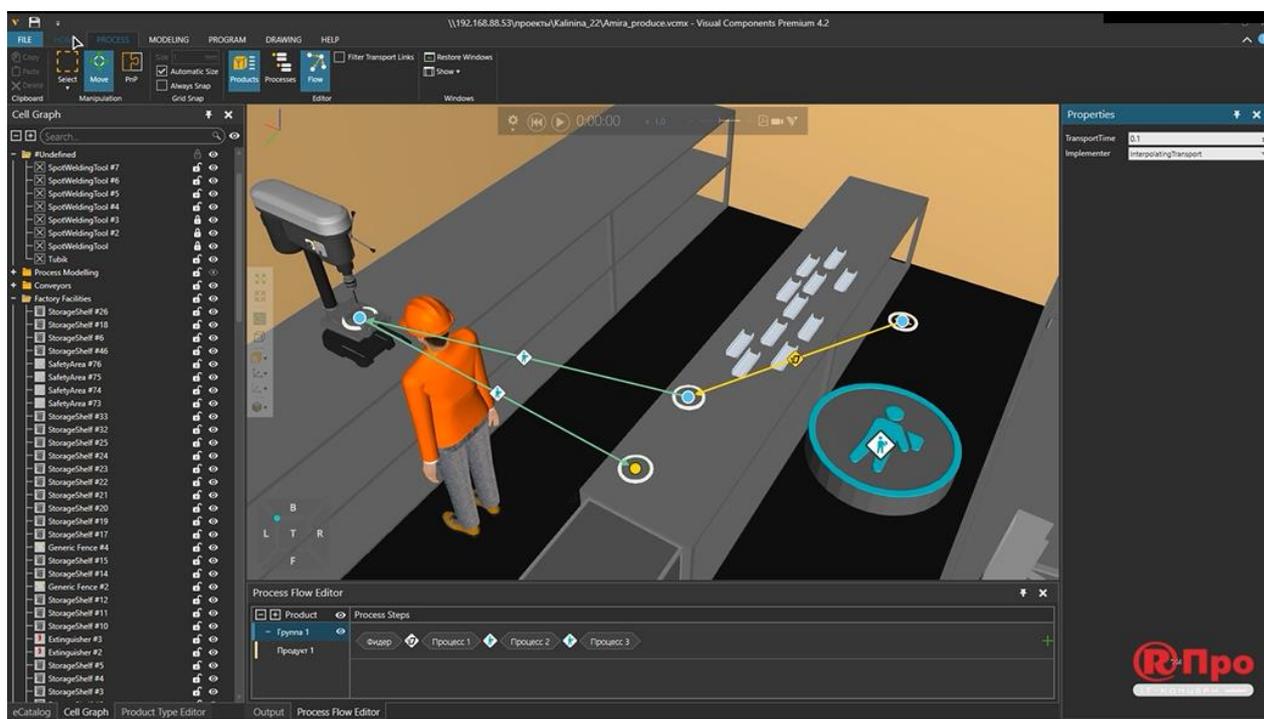


Рис. 5. Моделирование процессов торгово-производственного комплекса металлопроката ГК «Амира»

Внедрение организационных нововведений во многом связано с проведением тестов и экспериментов, в рамках которых изменяются процессы компании и оптимизируются требуемые параметры. Такая оптимизация, причем многокритериальная, наилучшим образом и осуществляется с использованием имитационного моделирования в среде цифровых двойников, что обеспечивает максимальную эффективность процессу организационных изменений.

### Управление антикризисными изменениями

Одной из разновидностей изменений являются антикризисные. Эти изменения проводятся в компании в период кризиса, который может быть вызван как внутренними, так и внешними факторами. Цель антикризисных изменений может заключаться или в устранении, или в минимизации воздействия неблагоприятных факторов, оказывающих негативное влияние на компанию, или же поиск других решений, таких, например, как реперофилирование бизнеса, способных вывести бизнес из кризиса. Антикризисные изменения, как правило, характеризуются тем, что

реализуются в условиях ограниченности в ресурсах – временных, финансовых и пр. и, поэтому, выбор адекватных решений на этапе антикризисных изменений очень важен. «Право на ошибку» на этом этапе может уже и не быть. В этой связи роль цифровых технологий при проработке антикризисных планов крайне высока.

Цифровые двойники операционной деятельности компании являются действенным инструментом для выработки, планирования и обоснования антикризисных изменений, так как позволяют быстро смоделировать различные сценарии воздействия на кризисную ситуацию, произвести оценочные расчеты влияния рассматриваемых мер на воздействующие кризисные явления, произвести анализ рисков и выбрать лучшие решения.

В цифровой среде могут быть комплексно интегрированы управление изменениями и управление рисками.

Актуальным примером использования цифровых двойников для антикризисных изменений может служить имитационное моделирование в цифровых двойниках операционной деятельности компании в период пандемии коронавируса COVID-19, когда под воздействием пандемии часть персонала болеет или находится на самоизоляции, а также вступают в действие санитарно-эпидемиологические стандарты, которые требуют, в частности, дистанцирования при работе операторов (см. рис. 6).

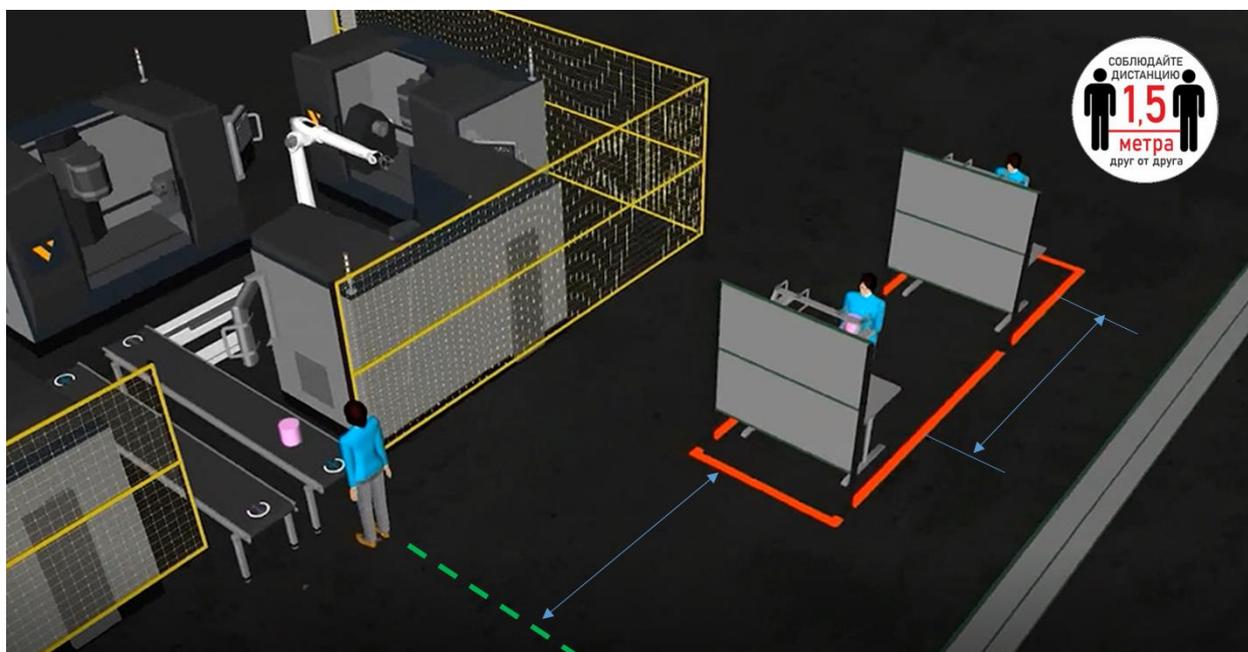


Рис. 6. Имитационное моделирование в цифровом двойнике с целью изменений процессов операционной деятельности при введении санитарно-эпидемиологических стандартов анти COVID-19 и минимизации последствий пандемии.

## Управление маркетинговыми изменениями

Потребность к изменениям на современном этапе у многих компаний возникает в связи с быстрыми темпами изменений на рынке. Поэтому залог конкурентоспособности компании - это адекватное соответствие рыночным трендам. А индустриальные лидеры сами инициируют такие изменения, которые приводят к рождению новых рыночных тенденций. В среде цифровых двойников можно планировать и управлять теми изменениями компании, которые связаны с изменениями рынка.

Приведем в качестве примера использование цифровых двойников в компании Unilever – глобальном лидере в индустрии товаров повседневного спроса – пищевой продукции и бытовой химии. Продукция компании (например, такая как мороженое, чай, дезодоранты и пр.) серьезно подвержена рыночным изменениям, связанным с часто меняющимися рыночными предпочтениями покупателей, изменениями в сезонном спросе, причем, с отличиями для линеек мужской и женской продукции и пр. Компания Юнилевер использует цифровые двойники для быстрых моделирования и оптимизации переналадки своих производственных линий, на основе прогноза маркетинговыми аналитиками изменений спроса на свою продукцию на рынке (см. рис. 7).



Рис. 7. Цифровые двойники на фабриках Unilever для управления изменениями производства на основе изменений маркетинговых ожиданий.

## Управление изменениями в VR/AR

С современными цифровыми двойниками можно работать не только на компьютере, но и в среде виртуальной и дополненной реальности (VR / AR), что открывает менеджерам по изменениям новые горизонты возможностей и привносит изменения во многие традиционные процессы. Например, можно изменить процесс продаж промышленного оборудования, осуществляя VR демонстрацию работы продаваемого оборудования клиенту, показывая и согласовывая в VR клиенто-ориентированные индивидуальные доработки еще до их реального выполнения. Или, например, радикально изменить процесс обучения работе на том же промышленном оборудовании или тех. обслуживанию этого оборудования, когда собственно дорогостоящее оборудование для того чтобы освоить как на нем работать, или как его обслуживать и не требуется. Требуется лишь цифровой двойник, работать с которым можно в среде VR, а получать знания, по специально созданным AR тренингам. Затраты на такой процесс обучения на порядок более низкие, а полученные знания сопоставимы. На рисунке 8 показан процесс обучения оператора станции водоснабжения в ее цифровом двойнике, через среду виртуальной реальности.



Рис. 8. VR/AR тренинг оператора станции водоснабжения в ее цифровом двойнике в Водной академии – учебном центре ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»

## Коллаборативное управление изменениями

Сегодня вполне правомочен лозунг: изменяйся или умри! И действительно, если компания не будет быстро изменяться для обеспечения своей

конкурентоспособности, то есть вероятность, что рынок уйдя далеко вперед, оставит компанию полностью «не у дел». Печальных примеров тому множество, в т. ч. и исчезновений с рынка значительных и крупных, в совсем не давнем прошлом, игроков. Причем, скорость внедрения изменений становится критическим параметром, обеспечивающим рыночный успех.

Для ускорения внедрения изменений, конечно же, не обойтись без



современных цифровых технологий – удаленных коммуникаций, инструментов вовлечения, совместной работы над проектами и пр. Современные продвинутые программные продукты для работы с цифровыми двойниками поддерживают именно такие технологии - работают на всех видах

цифровых устройств, допускают совместную групповую работу над проектами, предоставляют каждой группе пользователей необходимую информацию – проектно-технологическую, аналитическую, визуальную, отчетную и др.. Таким образом, обеспечивается коллаборативное управление изменениями, комплексная проработка изменений, вовлечение сотрудников в инновационный процесс и тем самым достигается ускорение внедрения изменений.

### **Управление эффективностью изменений**

Но просто быстрых изменений мало. Подчас не продуманные изменения ведут к не менее губительным последствиям, чем промедление с их запуском. Изменения должны быть и быстрыми, и эффективными!

В цифровых двойниках имеется возможность обеспечить модели-регулируемое управление изменениями (Model Driven Change Management), когда управленческие решения по изменениям применяются на основе их сценарного моделирования в цифровой среде на основе анализа необходимых параметров и KPI. Пример производственной роботизированной ячейки, ее цифрового двойника и собираемой в нем аналитики, для целей модели-регулируемого управления ячейкой представлен на рисунке 9.

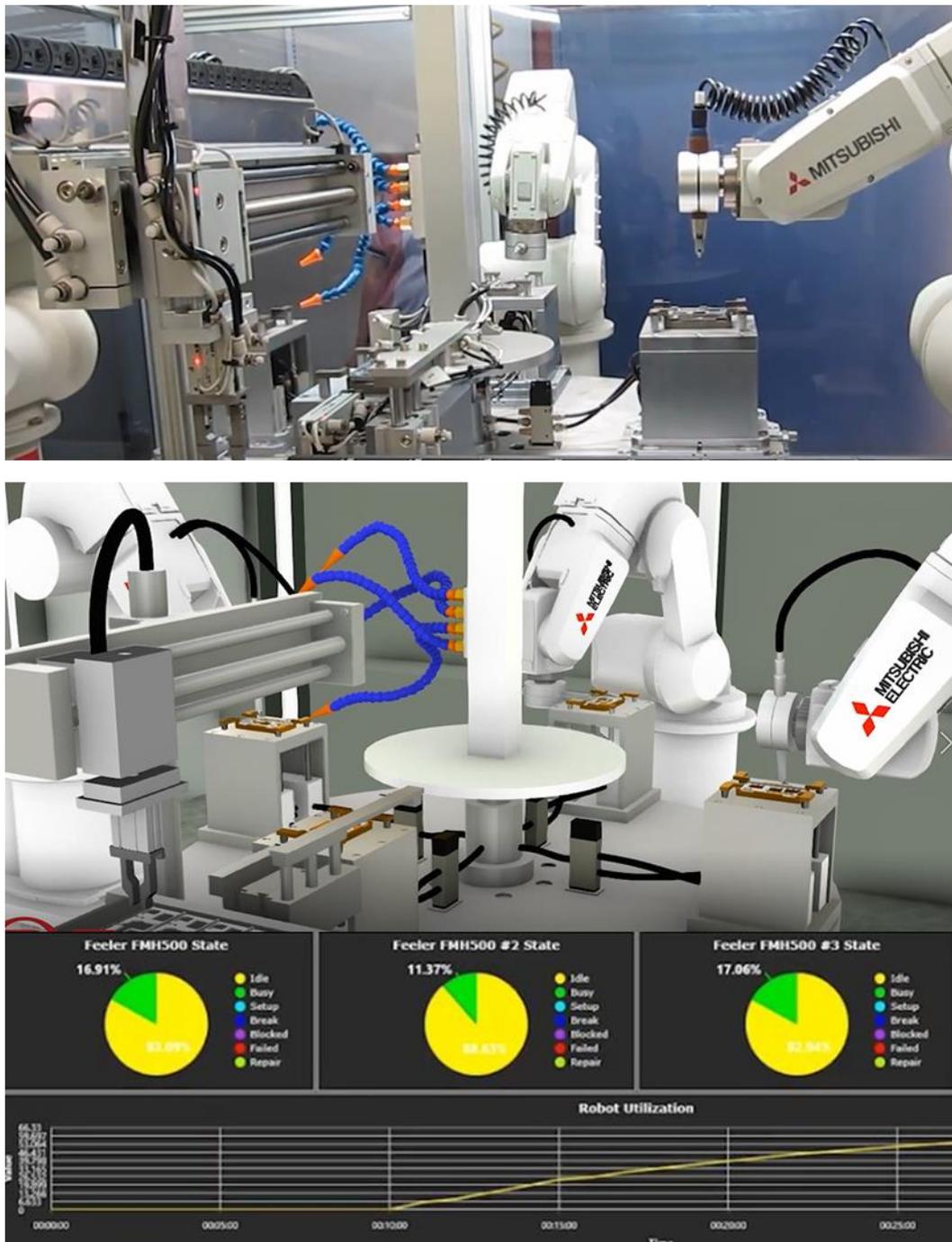


Рис. 9. Производственная роботизированная ячейка Mitsubishi Electric, ее двойник и собранная в двойнике цифровая аналитика, обеспечивающая эффективное управление изменениями работы ячейки.

### Управление стратегическими изменениями

Может быть со стратегических изменений стоило начать обзор функциональности цифрового менеджмента изменениями, но очевидно, что уж закончить его точно нужно именно управлением стратегическими трансформациями. Управление изменениями, как и другие области менеджмента, реализуют классический цикл – планируй, действуй,

контролируй, анализируй (PDCA цикл управления). Окончание каждого витка этого цикла связано с анализом текущей ситуации, а начало нового - с выработки стратегий очередных изменений. Компании, обладающие и эффективно использующие цифровые двойники и их вышеперечисленные возможности, собирают уникальные цифровые данные (большие данные – Big Data), на основе которых, в цифровых двойниках могут быть оптимизированы программы и проекты последующих стратегических трансформаций бизнеса, в т. ч. с учетом анализа статистики и вероятностного прогнозирования. Лидирующие консалтинговые компании в области стратегического менеджмента предлагают, например, адаптированные инструменты развёртывания стратегий, с использованием анализа в цифровых двойниках – в частности, Digital Hoshin Kanri. Эта методология вооружает компанию цифровым инструментом и пошаговой дорожной картой, которые обеспечивают подчиненность всех последующих изменений единому стратегическому целеполаганию и цифровой контроль соответствия стратегии на всех иерархических уровнях компании.

### **Agile технологии внедрения цифровых систем управления изменениями**

Если же говорить о наиболее рациональной методологии внедрения современной цифровой системы управления изменениями компании, то консалтинговые компании, внедряющие ПО для работы с цифровыми двойниками, рекомендуют использовать Agile технологии и процессный подход - это позволит систематизировать и формализовать процессы изменений в компании и управление ими, применить быстрые спринты для реализации изменений, причем на основе модели-регулируемого анализа и управления их эффективностью.

### **Гибкие операционные системы для максимально эффективного и быстрого управления изменениями**

Как же построить в компании наиболее эффективную систему? Есть ли истории успеха? – конечно же есть. Начнем с того, что, например, в производстве и в ряде других отраслей, именно для максимально быстрого внедрения изменений задуманы и находят свое применение гибкие системы, например, гибкие производственные комплексы (Flexible Manufacturing). По гибким производственным системам написано множество книг и статей. Для гибкого производства внедряется множество индустриальных технологий. В том числе, для гибких систем очень эффективно используются цифровые двойники, так как именно в них можно максимально быстро смоделировать

требуемые переналадки системы и оценить их эффективность. В Индустрии 4.0 такая комбинация гибкой системы и цифрового двойника получает еще большую значимость. Ведь стремление к победе в конкурентной борьбе требует быстрых изменений в соответствии с запросами рынка, о чем уже говорилось выше. При этом рождается противоречие – с одной стороны, максимальная производительность и эффективность достигается при создании устойчивого процесса операционной деятельности (как пример, конвейер), с другой стороны, максимальная изменчивость в дань рыночным трендам, достигается при индивидуально кастомизированном процессе и гибкой переналадке под каждого клиента. Именно для решения этого противоречия и развиваются интегрированные системы, использующие гибкие технологии и их цифровые двойники. Производства, построенные по таким технологиям – это производства будущего. Приведем здесь пример концепции «матричного производства KUKA».

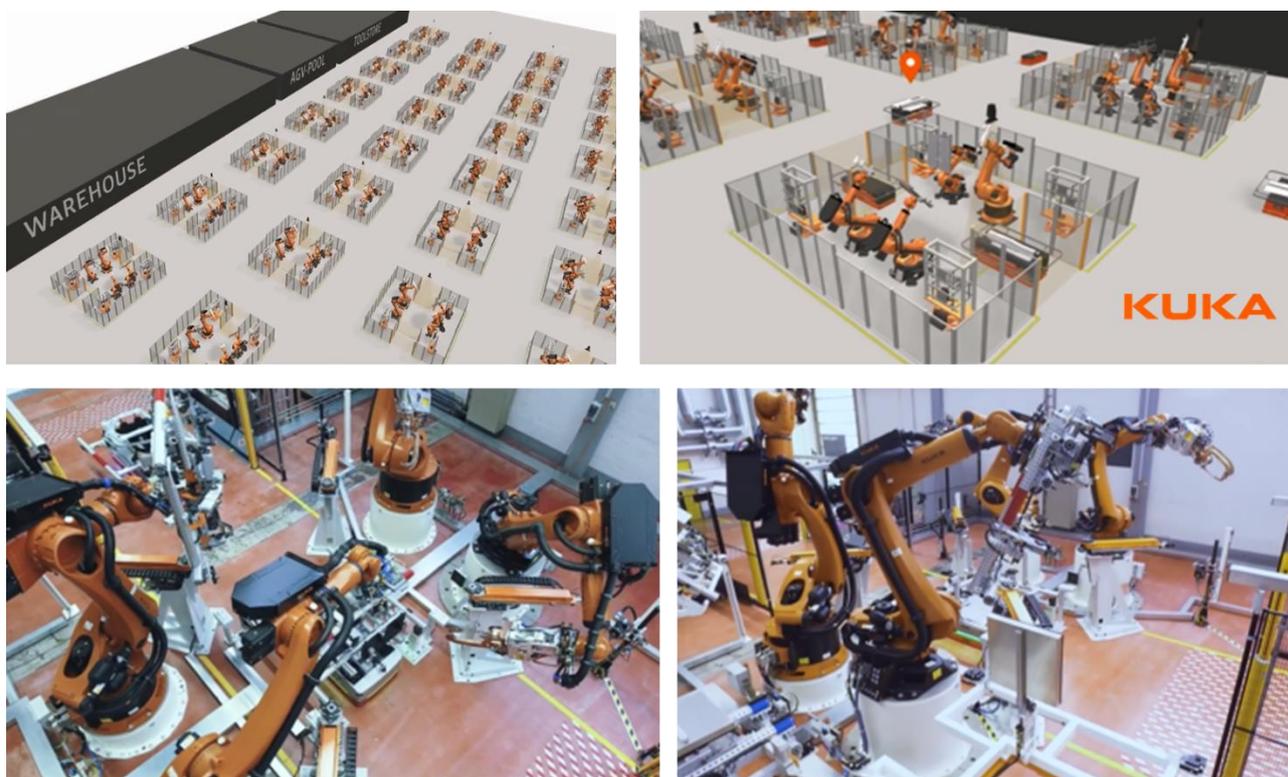


Рис. 10. Матричное производство KUKA – интеграция гибких роботизированных комплексов и их офлайн программирования в цифровом двойнике

Компания KUKA – ведущий в мире производитель роботов и одна из ключевых участников немецкой индустриальной программы создания Индустрии 4.0, создает принципиально новую концепцию гибкого производства, основанного на моделировании процессов и программировании роботов в

среде цифровых двойников – т. н. матричное производство. Эта концепция подразумевает, быстрое роботизированное производство продукции с «конвейерной» производительностью и ритмичностью, причем, когда каждый продукт и технология его производства гибко меняются. с использованием цифрового двойника, под потребность каждого клиента (см. рис. 10).

### **Вместо заключения: изменения – это жизнь!**

Лозунг – умри или изменись! - уже был упомянут в этой статье. Но, как представляется, куда более действенный лозунг: Изменения - это жизнь! Современная жизнь полна изменений. И современная жизнь это все больше, и больше жизнь в цифровой среде! Используйте современные цифровые технологии, которые позволят меняться Вам и Вашим компаниям к лучшему!

**Статья подготовлена по материалам компании R-Pro Консалтинг**  
**([www.r-p-c.ru](http://www.r-p-c.ru))**



Читайте цикл статей - R-Pro DIGITAL: повышение эффективности бизнеса, за счёт цифровых трансформаций, чтобы узнать все нюансы о возможностях и эффектах цифровых преобразований для Вашего бизнеса.

### **Список источников:**

1. Кораблев А.В. Ключевые функциональность и преимущества использования цифровых двойников в промышленности, опубликовано «Цифровая экономика», 2019
2. Кораблев А. В. Дигитализация - лекарство от скучности российской экономики, опубликовано «Цифровая экономика», 2019
3. Кораблев А.В. Аналитические возможности и статистический анализ операционных процессов с использованием цифровых двойников, опубликовано «Умное производство», 2019
4. Кораблев А. В. Цифровые двойники как средство «осушения» цифровых озёр, опубликовано, опубликовано IT-weekly, 2019
5. Литун В. В., Визуализация: ключевой элемент для успешного взаимодействия системного интегратора и производителя, опубликовано «Умное производство», 2019

6. Боровков А. И., Цифровые двойники и цифровые тени в высокотехнологичной промышленности, опубликовано 4science, 2019.
7. Кораблёв А.В., Робототехника и искусственный интеллект в России. Пути развития, интервью интернет-порталу ЭЛЕЭКСПО, 2019
8. Кораблев А.В., Системный инжиниринг цифрового производства, опубликовано Техсовет-Премиум, июнь, 2020 г.
9. Кораблев А.В., Цифровой инжиниринг и роботизация, как инструменты минимизации рисков в фармацевтическом бизнесе, опубликовано EverCare.ru, май 2020 г.
10. Кораблев А.В., Цифровые инструменты повышения конкурентоспособности пищевых производств, опубликовано «Молочная промышленность», №7, 2020 г.
11. Кораблев А.В., Цифровой ответ на вызовы коронавирусной эпидемии, опубликовано Technovergy.com, сентябрь 2020