

# Круглый стол

Additive  
Manufacturing

## Индустрия 4.0: цифровая трансформация промышленного предприятия

Сегодня знает даже школьник, что человечество находится на пороге четвертой промышленной революции. Как известно, первый революционный переворот в промышленности произошел с переходом от ручного труда к механизированному на основе применения энергии воды и пара, второй – с началом использования электроэнергии в массовом производстве, запустившем процессы его автоматизации. С внедрением электроники и информационных технологий началась третья революция, положившая начало нынешней цифровой эпохе, которая продолжила процесс дальнейшей автоматизации производства. Каждая из промышленных революций кардинально меняла экономику, социальное устройство общества, повседневную жизнь людей, причем скорость эволюционных изменений, приводящих к революционному взрыву технологий, с каждым разом возрастает. Сейчас мир неумолимо вовлекается в следующую индустриальную революцию (Industry 4.0), которая характеризуется проникновением в производство киберфизических систем и сращиванием виртуального и физического пространства. Трансформация, которая произойдет с производством и социумом в целом, будет иметь намного более радикальные последствия, чем те, которые произвели предыдущие технологические преобразования в истории. И инициативы в этом направлении, щедро финансируемые в западных странах на государственном уровне, это демонстрируют уже сейчас.

Однако ускорение, с которым происходит появление все новых революционных технологий, вынуждая бизнес, в том числе и российский, производить техперевооружения и модернизации, формировать новые бизнес-модели и т.д., заставляет его уже намного сдержаннее относиться к ажиотажу вокруг очередной технологической сенсации и решать в первую очередь те вопросы, которые жизненно необходимы для выживания.

На сегодняшний день многие предприятия “тяжелых” индустриальных и инфраструктурных секторов экономики стоят перед выбором – включаться в гонку за теми, кто перестраивает свои производства на работу по стандар-

там Industry 4.0 или развивать инновации предыдущих технологических революций? Насколько, однако, вероятно опасность остаться за бортом четвертой индустриальной революции, если не предпринять в ближайшее время необходимые преобразования? Каковы ключевые факторы успешного продвижения по пути цифровой трансформации для предприятий, вступивших на этот путь? При каких условиях и в каких временных пределах возможно достижение эффекта от воплощения концепции Industry 4.0? Поскольку реализация этой концепции ведет ко все большей автономии машин при принятии решений, то грозит ли человеку полное вытеснение из производственной сферы и к каким последствиям и как скоро это может привести? Не потеряем ли мы вообще контроль над этими изменениями?

Вопросов много. Какие на них есть ответы у экспертов? Как всегда, за нашим виртуальным Круглым столом своим мнением делятся представители мировых и отечественных компаний, поставляющих соответствующие решения на отечественный рынок, а также специалисты производственных предприятий, уже имеющих определенный практический опыт применения технологий Industry 4.0.

### В Круглом столе принимают участие:

**Алексей Аникин**, руководитель направления промышленных решений IBM в странах Центральной и Восточной Европы;

**Павел Бехер**, руководитель проекта “Цифровая экономика”, ПАО “ОДК-Сатурн”;

**Дмитрий Бурцев**, старший системный архитектор, направление “Практика ИТ-трансформации”, компания Dell EMC в регионе EMEA;

**Марсель Вальдхаузен (Marcel Veldhuizen)**, вице-президент по производственным решениям, компания Hexagon PPM;

**Владимир Власов**, технический директор, ГК “ПЛМ Урал”;

**Игорь Гиркин**, менеджер по развитию новых технологий, компания Cisco;

**Андрей Гулаков**, генеральный менеджер подразделения Промышленной автоматизации, компания Mitsubishi Electric в России;

**Антон Думин**, директор департамента ИТ, АО "ОСК";

**Алексей Кирченко**, директор, компания EPLAN Россия;

**Виталий Кононов**, генеральный директор, АО "НЕОЛАНТ";

**Александр Леус**, директор Центра виртуальной реальности, компания КРОК;

**Алексей Липис**, заведующий кафедрой информационных технологий и вычислительной техники СПбГМТУ, директор Института Информационных Технологий СПбГМТУ;

**Вячеслав Максимов**, директор по промышленным решениям, компания КРОК;

**Дмитрий Пилипенко**, директор кластера "Промышленность", компания SAP СНГ;

**Михаил Черкасов**, директор по работе с ключевыми заказчиками в нефтегазовой сфере, компания Schneider Electric в России и СНГ.

**– Прежде чем обсуждать те или иные аспекты реализации и внедрения Industry 4.0 в отечественной промышленности, имеет смысл обозначить, каким должно быть в идеальном варианте промышленное производство, организованное в полном соответствии с данной концепцией. Разумеется, речь идет о существующих и разрабатываемых в настоящее время технологиях и оборудовании.**

**Дмитрий Пилипенко, компания SAP.** Что такое в принципе "идеальное производство"? Это моментальное исполнение заказа с учетом любых индивидуальных требований клиента при минимальных затратах и соблюдении принципов "быстро, качественно и недорого". Внедрение цифровых технологий позволяет обеспечить массовое производство изделий с уникальными характеристиками и без существенного увеличения затрат – то есть, можно говорить о появлении нового "массово-кастомизированного" типа производства.

Другой важный аспект. Цифровые технологии открывают огромные возможности благодаря управлению всеми этапами жизненного цикла изделия – от учета потребностей клиентов и проектирования до его обслуживания и утилизации. Раньше компании просто производили и "выбрасывали" продукт на рынок, теперь они переходят на полный цикл производства и сервиса.

Наконец, для реализации нового индустриального подхода необходима соответствующая подготовка предприятия, требуется глубокий реинжиниринг производства, наличие специфического оборудования. Для того чтобы контролировать жизненный цикл станка, нужно будет вести сбор данных о его работе, для чего станок должен быть "умным" и подключенным. В процессе сбора данных будут накапливаться большие массивы информации, например о том, как функционирует оборудование в различных условиях – в дальнейшем это поможет обнаружить поломки. Установленные в ключевых узлах оборудования датчики, собирая показания телеметрии и коды неисправностей, помогут запустить процессы непрерывного улучшения продукта за счет повышения качества, коррек-

тивировки процесса производства и внесения дополнительных конструктивных изменений. Также полученная информация поможет устанавливать и оперативно исправлять дефекты деталей. Благодаря этому производитель сможет получить дополнительные источники доходов в виде сервисных услуг, техобслуживания, утилизации.

**Виталий Кононов, АО "НЕОЛАНТ".** Название Industry 4.0 дала принята в Германии конкретная программа реализации новых принципов организации промышленного производства, необходимость которых вызвана к жизни новым, революционным, этапом индустриального развития. В других странах аналогичные инициативы называются по-разному.

У нас, например, прижился термин "Цифровая экономика". При этом следует отметить, что данное понятие охватывает преобразования в более широких сферах, чем промышленное производство. Если говорить о технологиях, которые должны изменить существующий промышленный уклад, то это ИТ-технологии в широком смысле: это и киберфизические системы, и аддитивные технологии, и проч.

Трудно сказать, как в идеале должно выглядеть промышленное производство, организованное по стандартам Industry 4.0, потому что отраслевая специфика очень сильно влияет на то, какие компоненты, предлагаемые в рамках новой промышленной революции, будет потреблять то или иное предприятие. Соответствующий тип производства, класс решаемых задач и прочие факторы диктуют свои правила и требования. Строители будут применять одни технологии, нефтехимики другие и т.д.

**Андрей Гулаков, компания Mitsubishi Electric.** Как должна выглядеть идеальная модель промышленного производства, построенная в полном соответствии с положениями, предписываемыми концепцией Индустрии 4.0, сказать сложно, тем более что технологии автоматизации и цифровизации процессов непрерывно развиваются. На сегодняшний день можно говорить только о принципиальной технологической основе такого производства, характеризующегося все большей интеграцией физического и киберпространства, и наиболее удачных реализациях комплексных решений "умных фабрик", предлагаемых теми или иными разработчиками.

Технологически функционирование высокоавтоматизированного (в том числе с широким использованием промышленной робототехники) цифрового предприятия обобщенно выглядит следующим образом. С помощью технологий Интернета вещей в физическом пространстве собираются огромные массивы информации (Big Data, или Большие данные), которые отправляются в киберпространство, где анализируются с привлечением искусственного интеллекта. Результаты этого анализа возвращаются обратно в физическое измерение, и здесь уже на их основе принимаются управленческие решения.

Именно такой подход развивает с 2003 года компания Mitsubishi Electric в своем концепте управления интеллектуальным цифровым производством – e-F@ctory. Платформа e-F@ctory объединяет решения для автоматизации производственных процессов, информационных и сетевых технологий, обеспечивающих возможность практического использования результатов обработки больших массивов данных.



**Алексей Аникин,**  
компания IBM



**Павел Бехер,**  
ПАО "ОДК-Сатурн"



**Дмитрий Бурцев,**  
компания Dell EMC



**Марсель Вальдхаузен,**  
компания Hexagon PPM

Отличительной особенностью e-F@ctory является реализация в ней технологии распределенной обработки данных (edge computing), что дает возможность осуществлять первичную обработку собираемой информации непосредственно на объекте. Это позволяет разгрузить каналы связи между уровнями АСУ, передавая наверх результаты первичных вычислений. Это также существенно разгружает дата-центры верхнего уровня, снимая с них вычислительную нагрузку и оставляя им обработку самых важных данных, что особенно актуально при расчетах сложных технологических процессов. Данная технология также обеспечивает выработку управленческой информации, которая в случае невозможности принятия системой автоматического решения передается уже оператору процесса, что исключает технологические сбои. Отфильтрованные производственные "живые" данные, отражающие основные параметры функционирования всей системы, в реальном времени передаются топ-менеджерам предприятия для оперативного контроля и принятия решений, а данные по этим решениям в обратном направлении – операторам процесса для оперативных корректирующих воздействий на процесс производства. В результате обеспечивается высокоэффективный контроль над процессами, повышается скорость принятия управленческих решений и сокращаются издержки.

**Антон Думин, АО "ОСК".** Я не уверен, что для реализации и внедрения концепции Industry 4.0 необходимо ориентироваться на "идеальный вариант организации

промышленного производства". Тут, скорее, важнее определиться с технологиями и очередностью их внедрения, и когда уже есть понимание, какие технологии данной концепции могут быть применимы сегодня, тогда уже начинать их внедрение, так как сегодня отечественная промышленность не всегда может сразу, без серьезной подготовительной работы "шагнуть" в Industry 4.0. Для идеального варианта, по моему мнению, необходимы как существенные инвестиции, так и всеобщая, масштабная реорганизация процесса, которая должна затронуть не только конструкторскую и технологическую подготовку, но и подготовку кадров и бизнес-процессы, протекающие на производстве.

**Игорь Гиркин, компания Cisco.** "Идеальное" цифровое промышленное производство должно базироваться на платформе, тесно объединяющей связь, систему безопасности, автоматизацию и аналитику. В нем должна быть осуществлена сквозная интеграция ИТ, средств управления производством и бизнес-процессами. На таком предприятии должна быть внедрена полная автоматизация ручных и рутинных процедур, а также автоматизация всей инфраструктуры, включая облачные вычислительные ресурсы, центры обработки данных, мобильные устройства, филиалы, комплексы зданий, средства информационной безопасности и инструменты для совместной работы.

Комплекс интенционно-ориентированных (intent-based – основанных на намерениях) сетевых решений Cisco, представленный в июне 2017 года, позволяет создать внутри каждого предприятия сетевую инфраструктуру,



**Алексей Кирченов,**  
компания EPLAN



**Виталий Кононов,**  
АО "НЕОЛАНТ"



**Александр Леус,**  
компания КРОК



**Алексей Липис,**  
СПБГМУ



**Владимир Власов,**  
ГК "ПЛМ Урал"



**Игорь Гиркин,**  
компания Cisco



**Андрей Гулаков,**  
компания Mitsubishi Electric



**Антон Думин,**  
АО "ОСК"

которая постоянно обучается, адаптируется и защищает себя. С ее помощью можно оптимизировать эксплуатацию сети и противостоять атакам злоумышленников.

Машины и механизмы, установленные на современных заводах и фабриках, производят не только модные платья и подводные лодки, но и генерируют данные, много данных. Из этого потока информации можно узнать все – от реальной эффективности того или иного станка до наиболее вероятных сроков его эксплуатации. Для тех, кто руководит заводом, эти знания бесценны. В данных кроются секреты темпов внедрения новой продукции и непрерывной динамической оптимизации, в них есть вся производственная статистика по каждому рабочему. Данные позволяют получить доступ к так называемой "родословной продукта", которая дает заказчикам возможность отследить всю цепочку поставок.

Чтобы руководители производства могли эффективно использовать эту информацию, Cisco разработала портфолио Connected Factory. Эти решения, реализованные в архитектуре Cisco Digital Network Architecture (DNA), закладывают фундамент Индустрии 4.0. Разработки Cisco Connected Factory позволяют использовать потенциал данных, которые сегодня разбросаны по отдельным производственным объектам, обеспечивая полную визуализацию, простоту использования, информационную безопасность и эффективный анализ.

**Дмитрий Бурцев, компания Dell EMC.** Само понятие Индустрии 4.0 подразумевает построение ин-

теллектуальных систем, связанных в единую сеть и позволяющих построить самодостаточную производственную линию. Такая организация производственного процесса приводит к созданию интеллектуальных цепочек создания стоимости, включая каждую фазу жизненного цикла продукта – от концепции, разработки, производства, использования и обслуживания и вплоть до утилизации. При этом учет пожеланий клиента можно осуществлять на любой стадии создания продукта – от идеи до переработки, включая сопутствующие услуги.

С моей точки зрения, концепция Индустрии 4.0 является логическим шагом по развитию и объединению существующих систем АСУП и АСУТП. Да, это развитие ведет к эволюционному скачку, но многие компоненты, лежащие в основе, уже сейчас работают в реальном мире. За счет развития информационных технологий мы получим возможность автоматизировать те процессы, которые раньше осуществлял человек.

**Алексей Аникин, компания IBM.** Цифровизацию деятельности промышленной компании, осуществляемую в соответствии с концепцией Индустрия 4.0, можно рассматривать с четырех сторон. Во-первых, это сфера дизайна и инжиниринга продукта, в которую входят системы 3D-моделирования, решения, связанные со сбором требований для моделирования, "цифровые двойники" и так далее. Во-вторых, способ производства продукта. Здесь в рамках концепции Industry 4.0 можно применять технологии обработки так называемого "цифрового сле-

да" (данные АСУ ТП, MES, ERP и др.), отражающего процесс производства изделия, в целях оптимизации конкретных технологических процессов. В третьих, это сфера продаж. На этом этапе в ход вступают так называемые решения виртуальной экосистемы: пользовательский опыт, омниканальный маркетинг и цифровая трансформация сбытовой сети.

Наконец, еще одна очень важная сторона воп-



**Вячеслав Максимов,**  
компания КРОК



**Дмитрий Пилипенко,**  
компания SAP СНГ



**Михаил Черкасов,**  
компания Schneider Electric

роса – это устойчивость или рациональность инноваций ввиду необходимости соблюдения требований законодательства в области экологии.

То, какие методы и технологии применяются в этих четырех сферах – разработка продукта, его производство, выведение на рынок, контроль за соблюдением экологически правильных методов производства – и определяют, по нашему мнению, технологический облик компании на новом этапе индустриального развития.

**Михаил Черкасов, компания Schneider Electric.** Один из признаков такого производства – наличие системы интеллектуального управления, то есть возможность плотной интеграции имеющегося технологического оборудования и получение широкого объема информации о технологическом процессе из любой точки производственной экосистемы.

Управление активами такого производства подразумевает применение интеллектуальных полевых устройств, зачастую работающих с использованием беспроводных технологий. Такие датчики в реальном времени предоставляют не только текущие показатели технологических процессов, но и диагностическую информацию в удобном для пользователей виде.

Конечно, система автоматизации эпохи Индустрии 4.0 немыслима без инновационных интерфейсов оператора, в частности без доступа через мобильные устройства. Оператор должен обладать минимальной компетенцией для эффективного управления техпроцессами, выявления причин сбоев и их устранения. Оперативно реагируя на сбои и отклонения показателей процессов от заданных параметров, система управления современным производством повышает его производительность и общую эффективность, помогает экономить средства на обслуживание и ремонты, снижает время простоев оборудования.

По мнению компании Schneider Electric, все современные решения, соответствующие концепции Индустрии 4.0, должны обеспечивать не только управление технологией, но и управление энергоэффективностью. Полная картина эффективности производства получится только при наличии информации об энергопотреблении различных агрегатов и производственных участков и возможности корректировать этот показатель в режиме реального времени.

**Владимир Власов, ГК “ПЛМ Урал”.** В конце концов, суть Индустрии 4.0 заключается в глобальной автоматизации всех производственных процессов, поэтому идеальным вариантом будут являться автоматизированные цеха на базе гибких производственных ячеек.

Мы помним еще происходивший в 80-е годы бум работ ГПС, ГАП и т.п., которые никак не преобразовали наше производство и тихо умерли. В чем причина? Может быть, в высокой стоимости и сложности координации всех систем плюс низкой надежности компьютерной техники? Тогда оказалось проще и дешевле использовать человека на этапе наладки оборудования с ЧПУ, загрузки деталей в станок и перемещения деталей между операциями.

Представьте себе, например, сложную автоматизированную систему подготовки и настройки режущего инструмента, перемещения его к станку, загрузки и раз-

грузки его в инструментальные магазины, которые к тому же различаются по конструкции и объему, добавьте сюда диагностику его состояния, замену режущих пластин и проч. И со всем этим легко справляется человек. В настоящее время хорошо решены вопросы автоматизации внутри настроенного станка с ЧПУ на одной операции, но все, что происходит вне станка, оставляет желать лучшего. Существующие роботы не адаптивны и не мобильны. К ним надо подвозить заготовки и увозить от них детали. Выпускаемые и планируемые к выпуску станки все еще не предусматривают автоматизации переналадки и загрузки.

Появление концепции Индустрии 4.0 – это вторая попытка организовать автоматизированное производство на более развитых элементах цифровых технологий. **Павел Бехер, ПАО “ОДК-Сатурн”.** Образ промышленного производства, соответствующего концепции Industry 4.0, я бы определил как полное взаимопроникновение физического и цифрового мира. Что за этим стоит? Уже сейчас на многих предприятиях реализован “слой” производства, где осуществляется цифровая разработка и связанные с ней инженерные расчеты, то есть получаемый на выходе процесса физический продукт берет свое начало от цифровой модели. Однако фокус на развитии новых бизнес-направлений, базирующихся на сервисной модели, с целью создавать и сам продукт “умным”, то есть способным на обратную связь в ходе его эксплуатации, пока еще не делается. А это – основной компонент цифровой экономики.

Изготовление умного продукта – задача умного производства, в принципы реализации которого заложена идеология цифрового двойника производства с обеспечением обратной связи с физическим производством. А это возможно только при качественно новом уровне автоматизации и роботизации производства. Виртуальная модель позволяет значительно снизить затраты на освоение новых типов продуктов и смоделировать оптимальные производственные ресурсы, а контроль за состоянием производства, его исполнением позволяет планировать и своевременно выполнять необходимые превентивные действия. К этому относится и экономия при переходе от обслуживания по расписанию к обслуживанию по состоянию, и сокращение простоев от плохо спланированных ремонтных работ. В результате можно обнаружить значительные резервы пропускной способности. Классический эффект масштаба также может быть снижен при введении серьезной автоматизации в процесс технологической подготовки и сокращения времени переналадки.

**Марсель Вальдхаузен, компания Hexagon PPM.** Концепция Индустрии 4.0 позволяет создать так называемую “умную фабрику”. Определяющими характеристиками такого производства, позволяющими говорить о реализации концепции Индустрии 4.0 в отличие от автоматизации эпохи Индустрии 3.0, является в первую очередь наличие киберфизических систем, которые контролируют перенастраиваемые по модульному принципу технологические процессы, создают виртуальную копию физического мира и децентрализованно принимают решения.

При помощи Интернета вещей эти системы общаются и взаимодействуют друг с другом и с людьми в режиме реального времени, а Интернет услуг предоставляет ус-

луги участникам цепочки ценностей как внутри организации, так и за ее пределами.

Важным условием такого производства является идеальная согласованность между огромными массивами инженерно-технической информации и реальными производственными мощностями.

**Алексей Кирченков, компания EPLAN.** Основная цель Industrie 4.0 – Batch of One (выпуск единичных/уникальных изделий с теми же затратами, как и при массовом выпуске, то есть нивелирование эффекта масштаба). С этой точки зрения концепция Industrie 4.0 применима в основном для дискретного производства. Я специально акцентирую внимание на немецком написании слова “индустрия”, ссылаясь на конкретную программу немецкого правительства, которая призвана полностью преобразовать промышленность (по крайней мере, европейских стран), и отмежевываясь от модной темы, активно муссируемой в массмедиа по большей части без какой-либо конкретики, без которой подобные обсуждения не имеют практического смысла. В отношении непрерывных производств необходимо говорить об интегрированной цифровой индустрии, в которой сотни компаний работают совместно в едином цифровом пространстве с единым пулом данных.

**Вячеслав Максимов, компания КРОК.** Индустрия 4.0 в первую очередь подразумевает переход к высокой кастомизации конечной продукции и прямому взаимодействию между покупателем и производителем. Требования покупателей/заказчиков растут, вариативность и число опций для изделий все время повышаются. Для выживания в условиях высокой конкуренции и узкой специализации производителям приходится либо заранее выпускать всю номенклатуру продукции во всех возможных вариантах и хранить ее на складе (как некоторые автопроизводители сейчас и делают), либо выстраивать процесс производства конечного изделия непосредственно по спецификации заказчика. При этом нужно уметь производить продукцию крайне оперативно, иначе заказчик уходит к конкуренту. При втором подходе стала необходима тотальная цифровизация и автоматизация системы заказов, производства, склада, логистики, включая все промежуточные цепочки поставок. Понятно, что такой подход более конкурентоспособен, но и более технологически сложен.

**– Как правильно выстроить промышленному предприятию стратегию перехода к Industry 4.0? С чего следует начать реализацию данной концепции, можно ли разбить этот процесс на некие логически обусловленные этапы? Требуется ли для цифровой трансформации производства определенный уровень технологической зрелости предприятия?**

**Марсель Вальдхаузен, компания Hexagon PPM.** Это сложная задача, поскольку одна из ключевых идей Индустрии 4.0 – создание виртуальной копии реальности. Смоделировать реальность лишь наполовину нельзя. Однако, как показывает практика, клиенты могут воспользоваться модульным подходом и

переводить в “цифру” производственные линии поочередно, чтобы в итоге получить среду, полностью соответствующую концепции Индустрии 4.0.

Что касается вопроса зрелости, то даже сегодня в среде, где ключевую роль играют электронные таблицы и бумажные документы, многие компании ведут деятельность вполне успешно. Однако руководителям часто не хватает возможности отслеживать ситуацию в реальном времени, а также получать полную информацию о процессе, в котором произошел сбой. Возможность обеспечить сводную информацию обо всем процессе является ключом к успеху внедрения концепции Индустрии 4.0 в компании, поскольку способность оперативно получать данные о сбоях крайне важна. Наша компания уже помогла множеству клиентов достичь этого уровня.

**Игорь Гуркин, компания Cisco.** Начинать реализацию новой глобальной технологии необходимо с составления стратегического плана действий. Без тщательно разработанной стратегии в лучшем случае будут решены лишь тактические задачи. Говоря иносказательно, недостаточно наспех обшить старый дом модным сайдингом, нужен подробный план реконструкции. Важно учитывать, что в основе функционирования любого промышленного предприятия лежит продукт или услуга. Технологии – это средства, с помощью которых можно создать уникальную бизнес-модель, качественно изменить восприятие продукта или услуги, ускорить и упростить операционную деятельность ИТ и всего предприятия в целом. Если стратегия цифрового преобразования бизнеса сформулирована, можно действовать.

Не существует универсального рецепта успешной цифровизации, но каждому предприятию необходимо решить несколько фундаментальных технологических задач. Первая – ускорение и упрощение деловых процессов за счет программируемости вычислительной инфраструктуры, средств автоматизации и виртуализации. Вторая – обеспечение прозрачности и предсказуемости процессов, происходящих в инфраструктуре и приложениях. Для этого потребуются распределенная архитектура средств аналитики и решения в области промышленного Интернета вещей. Третья – повышение качества выпускаемой продукции, производительности труда и коэффициента загрузки с одновременным сокращением расходов на производство и исключением простоев оборудования.

При этом ключевым элементом любых цифровых преобразований остается обеспечение безопасности. Если вопросам защиты информации не уделяется должного внимания, предприятие может лишиться всех потенциальных преимуществ.

**Алексей Аникин, компания IBM.** Первый шаг – использование по максимуму мощностей и данных существующих на предприятии систем с целью получения быстрого выигрыша, определение узких мест. Часто доводится слышать от заказчиков, что первым делом надо “обвесить” все устройства датчиками. Но, спрашивается, зачем? Современные АСУ ТП генерируют огромное количество информации, и логично сначала обратиться к ней, после чего можно понять, где точно не хватает

данных. Следующий шаг – замыкание технологического цикла и сопряжение его с новой моделью продаж с учетом обратной связи с процессами проектирования. Далее нужно выполнить проверку на экологичность и промышленную безопасность. В идеале получается экологичное, насколько это технологически возможно и целесообразно, производство, связанное быстрой обратной связью как с процессом продаж, так и с процессом проектирования.

**Андрей Гулаков, компания Mitsubishi Electric.** Определенный уровень технической и технологической подготовленности к освоению цифровых подходов, конечно, необходим. К сожалению, в России существуют определенные барьеры на пути к внедрению цифровых технологий на промышленных объектах. Отсутствуют единые интерфейсы оборудования, недостаточно развиты сетевые технологии. Между производственными линиями и управленческим персоналом заводов порой слабо развита коммуникация и отсутствует связь в реальном времени. На некоторых заводах взаимодействие между разными уровнями производства все еще происходит в ручном режиме, когда данные передаются от сотрудника к сотруднику в виде записей, что зачастую приводит к их потере. Между тем важным фактором функционирования интеллектуального производства является наличие высококвалифицированных кадров. Все специалисты, взаимодействующие с высокотехнологичным производством, должны иметь опыт работы с оборудованием для промышленной автоматизации, обладать базовыми знаниями в области цифровых технологий и владеть английским языком.

Учитывая объективную реальность российских производственных предприятий, важно обеспечить преемственность при переходе к новым принципам производства. Применение платформы e-F@ctory позволяет осуществить естественный переход в новую цифровую реальность на базе текущей инфраструктуры, а специалисты компании Mitsubishi Electric и ее партнеры готовы провести необходимое обучение персонала.

**Вячеслав Максимов, компания КРОК.** Для перехода к концепции Индустрия 4.0 предприятие однозначно должно иметь очень высокий уровень технологической зрелости. Всю конструкторскую и технологическую документацию необходимо вести в структурированном цифровом виде, предприятие должно перейти на полностью безбумажное производство, производственные линии должны быть максимально автоматизированы. Еще лучше – полностью роботизированы. Так как при новом укладе часть функционала, который выполняли люди, будет также роботизирована. А контроль качества операций – автоматизирован. При этом переход к цифровизации можно начинать по двум направлениям. С одной стороны, можно переходить на безбумажную работу с внедрением систем конструкторской и технологической подготовки производства, систем оперативного управления производством, оперативного планирования и управления складом. С другой стороны, можно пойти по пути внедрения клиентских порталов, CRM-системы, системы учета и планирования производства, системы управления логистикой и складом. При этом важно учитывать, что внедрять эти системы

необходимо не только на своем предприятии, но и выстраивать такие “цифровые каналы” по всей производственной цепочке, включая поставщиков и партнеров. Эта задача кажется титанической. Если вести речь о ее решении в масштабах страны, то это возможно только при непосредственном государственном участии, обеспечивающем мотивацию, поддержку и планирование.

**Антон Думин, АО “ОСК”.** Безусловно, подходить к цифровой трансформации надо поэтапно. В моем понимании, если принять решение, что “завтра мы станем “цифровыми”, и нарисовать себе идеальную картинку, как мы это станем делать, то такой путь, скорее всего, обречен на провал. По моему мнению, этапы перехода должны быть следующими:

- ▶ переход на электронно-цифровой макет изделия при выпуске конструкторской документации;
- ▶ переход на электронный подлинник и последовательный уход от “отвязанных” от модели чертежей, а также их бумажных версий;
- ▶ переход на работу в едином информационном пространстве для конструкторских, технологических и производственных подразделений с автоматизированными процессами взаимодействия как при передаче КД и ТД, так и при прохождении извещений;
- ▶ введение обязательного использования расчетных комплексов для всех видов расчетов;
- ▶ цифровая симуляция технологического процесса;
- ▶ переход от маршрутных карт при производстве к использованию цифровой модели;
- ▶ внедрение IoT при взаимодействии с парком оборудования, настройка обратной связи для логистических и производственных операций;
- ▶ переход на самостоятельное управление операционным планированием и внесение оперативных корректировок в технологический процесс в режиме реального времени.

**Дмитрий Бурцев, компания Dell EMC.** При переходе промышленной компании к производству, соответствующему принципам Industry 4.0, каждое бизнес-подразделение в процессе подготовки нового продукта должно в первую очередь задуматься о том, что необходимо сделать, чтобы продукт был актуальным.

Для своих клиентов компания Dell EMC проводит специальные сессии по разработке стратегии перехода к Industry 4.0. В рамках таких сессий выявляются проблемные области, которые подлежат изменению, подробно обсуждается, что именно предстоит менять и к какому результату необходимо прийти, ищутся пути решения поставленных задач (тематика архитектурных сессий) и составляется дорожная карта. При этом активно используется вертикальный опыт из таких же сегментов бизнеса, но полученный в США или Европе.

Опыт проектов, реализованных компанией Dell EMC, однозначно говорит о том, что внедрение концепции Industry 4.0 должно начинаться с получения выгоды “здесь и сейчас” (quick wins), то есть когда заметный для бизнеса результат достигается путем приложения минимума усилий и за короткий промежуток времени. Аналогичный подход используется при разработке программного обеспечения, когда сначала создается минимально жизнеспособ-

# Сделайте свой путь к интеллектуальному производству успешным!

**e-Factory**



В настоящее время для достижения наивысших показателей продуктивности современному производству требуется грамотная интеграция управления производственным процессом в систему управления предприятием.

Для достижения этой цели Mitsubishi Electric разработала e-Factory — платформу, способную подстроиться под уникальные нужды предприятия и обеспечить его успешную работу благодаря жесткому контролю всех производственных процессов и высокоскоростному обмену данных между различными системами предприятия. Высокотехнологичная платформа e-Factory способна вывести бизнес на новый уровень на пути к цифровой трансформации.

Позвольте вашему бизнесу достичь максимальных результатов.





ный продукт (Minimum Viable Product, MVP), на котором тестируется реакция бизнес-пользователей. Далее на базе полученных результатов проводится добавление новых функций, которые требуются для бизнеса.

Если говорить о цифровой трансформации производства в целом, то это более высокий уровень интеграции операционной деятельности предприятия и информационных технологий. И заниматься ею имеет смысл тогда, когда более простые методы повышения эффективности бизнеса себя исчерпали. Можно переступить через несколько ступенек сразу? Можно, но это сложнее и потребует больше затрат.

**Михаил Черкасов, компания Schneider Electric.** Переход к новому укладу производства – Индустрии 4.0 мы связываем в первую очередь с развитием Промышленного Интернета вещей (Industrial Internet of Things, IIoT). Интернет вещей так же сильно изменит облик промышленности, как ранее “всемирная паутина” изменила жизнь общества. Предприятия, освоившие эту технологическую концепцию, получают такие преимущества, как существенное увеличение производительности, максимально эффективное использование ресурсов, сырья и оборудования, они смогут минимизировать простои и издержки. Таким образом, соответствие требованиям IIoT в ближайшем будущем станет условием конкурентоспособности производств. Для Schneider Electric переход к Индустрии 4.0 заключается в новом видении функций оборудования и создании его новой ценности за счет объединения отдельных устройств в единую сеть с целью получить максимальное количество информации для максимально большого круга пользователей.

В качестве комплексной реализации технологий Промышленного Интернета вещей компанией Schneider Electric была разработана концепция EcoStruxure – открытая, соединяющая информационные и операционные технологии архитектура для управления энергией в зданиях, электрических сетях, центрах обработки данных и на промышленных предприятиях. EcoStruxure объединяет три уровня: подключаемые устройства (так называемые “вещи”), продукты и решения для сбора и обработки первичных данных, а также высший (третий) уровень – приложения, аналитику и сервисы. Сегодня уже более 450 000 предприятий по всему миру выбрали концепцию EcoStruxure для своих объектов.

В своей стратегии создания новых решений в области промышленного Интернета вещей компания Schneider Electric учитывает в первую очередь актуальные потребности пользователей систем автоматизации, для которых в последнее время ключевое значение имеет наличие открытых протоколов коммуникации, стандартизация элементов системы и доступ к устройствам на глобальном уровне.

**Виталий Кононов, АО “НЕОЛАНТ”.** Обратимся к опыту той же Германии. Немцы начали с создания государственной стратегии по переходу экономики на принципы Industry 4.0. Также и на отдельно взятом предприятии или группе предприятий, совершенно верно, следует начинать с разработки стратегии и плана ее реализации, то есть определения того, какие именно технологии, подразумеваемые данной концепцией, и для каких видов

работ будут внедряться на конкретном производстве, а также четкого обозначения границ в рамках деятельности предприятия, где будут применяться новые подходы. Соответственно, необходимо определить пилотные зоны и проекты, где будут опробоваться новые технологии. К тому же не надо забывать про роль НИИР и НИОКР – это очень важный этап, так как внедрение новых технологий влечет за собой большие затраты. И в случае неудачи потери для предприятия будут очень большими.

Для перехода к парадигме цифрового производства требуется не столько какой-то определенный уровень технологической зрелости, сколько желание и воля компании двигаться в этом направлении. И, как правильно поставлен вопрос, двигаться нужно поэтапно, шаг за шагом, по принципам кайдзен, например.

**Владимир Власов, ГК “ПЛМ Урал”.** Индустрия 4.0 базируется на цифровых данных, поэтому в первую очередь надо организовать работу с этими данными. Концепция Индустрии 4.0 подразумевает, что производство должно быть модели-ориентированным, то есть компьютерная модель станет основным источником информации (вместо чертежей), с которым должны работать все службы предприятия. В ГК “ПЛМ Урал” сейчас активно прорабатываются вопросы стандартизации работы с 3D-моделями, чтобы сформировать единый подход к созданию таких моделей. Обязательным условием является организация цифровых данных в единой PLM-среде. Файловый обмен уйдет в прошлое, и к этому надо готовиться уже сейчас.

Что касается чисто производственной сферы, правильнее и проще было бы постепенно наращивать уровень автоматизации, начиная, например, с увязки станков в производственные ячейки и набирая опыт в управлении этими ячейками, чтобы потом перейти к их объединению. Причем уже на этом этапе можно получить экономический эффект от безлюдной работы ячейки 24 часа в сутки.

**Павел Бехер, ПАО “ОДЖ-Сатурн”.** Очевидно, что переход к Industry 4.0 одним скачком невозможен. Первоначально действительно необходимо проанализировать технологическую готовность к работе с “цифрой” – степень проникновения ИТ в производство. Не менее важно оценить организационно-методологическую готовность предприятия – наличие и зрелость процессов управления, их эффективность, текущий уровень готовности информационных систем. Далее следует понять, какие блоки являются наиболее проблемными с точки зрения бизнеса – то есть, где наилучшим образом можно реализовать стратегию “быстрых побед” с точки зрения демонстрации возможностей концепции Industry 4.0. В этой зоне должны быть сконцентрированы все ресурсы и усилия предприятия, как технические, так и интеллектуальные. Именно такие пилоты дают возможность оценить возможные эффекты и затраты. Естественно там, где уже сделаны инвестиции в “умное” производство, объем затрат будет ниже, да и специалисты будут иметь более высокий уровень подготовки. Однозначно сказать, какой уровень требуется, на мой взгляд, невозможно. Иногда на предприятиях с низким базовым уровнем технической зрелости проекты в области Industry 4.0 идут быстрее, чем там, где все необходимые технологии уже вроде бы освоены. Думаю, рецепт успеха – в готов-

ности команд к реальным действиям и развитию при поддержке и заинтересованности руководства.

**Дмитрий Пилипенко, компания SAP.** Разные предприятия могут находиться на различных уровнях технологической, методологической и организационной зрелости. Однако нельзя говорить, что какое-либо предприятие не готово к реализации стратегии внедрения цифровых технологий.

Перед началом реализации концепции Индустрии 4.0 важно ответить на несколько вопросов. Какие цели стоят перед предприятием при внедрении цифровых технологий? Как проводить процесс трансформации? Кто будет реализовывать эти изменения?

В стратегии важно уделять внимание как минимум трем компонентам – людям, процессам и технологиям. Не так давно в совете директоров многих крупных компаний появилась новая должность – Chief Digital Officer (лидер цифровой трансформации предприятия). Топ-менеджер на этой позиции отвечает за внедрение новых технологий, кибербезопасность, определяет, куда и как быстро должна двигаться компания в рамках цифровой трансформации производства и рабочих процессов.

SAP во всем мире помогает своим клиентам в разработке и реализации программ цифровой трансформации, и российские компании имеют возможность использовать этот опыт. Мы помогаем отечественным компаниям провести оценку технологической зрелости процессов, разработать “дорожную карту” по внедрению цифровой технологии и провести процесс трансформации. Также SAP проводит специальные мероприятия для топ-менеджеров на позициях Chief Digital Officer.

**Алексей Кирченев, компания EPLAN.** Цифровая трансформация – это в первую очередь организационный процесс, в рамках которого чисто организационными мерами необходимо задать “правила игры” (форматы и процедуры обмена данными) для всех участников жизненного цикла производства – владельца/оператора производства, генподрядчика, субподрядчиков (включая монтажников, пусконаладчиков), производителей оборудования, эксплуатирующих организаций. Здесь основную роль играет владелец/оператор объекта, так как только он может сформировать требования к объему данных, необходимых для эксплуатации цифрового производства, и задать правила сбора и проверки этих данных. В этом контексте определяющее значение имеет не технологическая, а организационная зрелость предприятия. Чем сложнее новые производства, тем больше данных нужно для эффективного управления ими. Без соответствующей организации и нужных данных новые модные технологии – всего лишь выброшенные на ветер деньги.

**– В каких случаях можно обойтись модернизацией существующих производственных и технологических активов предприятия, а в каких оправдано построение новых автоматизированных производств с нуля. Можно ли вообще в рамках отдельно взятого предприятия/группы компаний реализовать целостную концепцию**

**Industry 4.0? Имеются ли в отечественном или зарубежном опыте примеры полномасштабной реализации этой концепции?**

**Владимир Власов, ГК “ИЛМ Урал”.** Оба подхода имеют право на существование. Модернизация – это эволюционный подход к изменению существующего производства, где меньше деньги, постепенное приобретение опыта всех подразделений и более гарантированный результат. Новое производство требует значительных вложений, но главная проблема в том, что ни у кого пока нет опыта построения таких цехов.

Можно, конечно, в рамках отдельного предприятия создать прототип предприятия будущего, но в отсутствие элементной базы автоматизации вспомогательных операций, ее придется создавать самим, и все это увязывать с разным оборудованием, отсюда неоправданно высокая сложность и стоимость проекта.

Чтобы перейти к концепции Индустрии 4.0, придется в рамках государства провести огромную работу по созданию нормативной базы стандартизации интерфейсов станков, роботов, складов, транспортных систем и прочих элементов производственной инфраструктуры, чтобы собирать гибкие ячейки в линии, как конструктор ЛЕГО. Дальше придется наладить выпуск элементов инфраструктуры соответствующих этим стандартам, и только тогда такие производства будут эффективными и экономичными.

Пока, насколько я знаю, таких стандартов никто не разрабатывает. Программа развития станко-инструментальной промышленности тоже не предусматривает развитие станков, совместимых с внешней инфраструктурой автоматизации загрузки-разгрузки, переналадки зажимных устройств и инструментального обеспечения.

**Дмитрий Бурцев, компания Dell EMC.** Вопрос о модернизации существующего предприятия либо построении производства с нуля должен решаться комплексно с учетом таких аспектов, как устойчивость бизнеса (глупо резать курицу, несущую яйца), стоимость обслуживания существующих и будущих активов, стоимость как модернизации, так и построения с нуля, величина возврата инвестиций и так далее. В зависимости от типа бизнеса кто-то предпочитает нести операционные затраты (OpEx), а кто-то капитальные (CapEx).

В технологическом плане часто бывает так, что использование новых продуктов и решений выгоднее для компании в плане операционных затрат (на электроэнергию, охлаждение, соблюдение требований к промышленным площадям, уровню автоматизации операций).

На текущий момент реального примера полноценной реализации концепции Industry 4.0 (когда полностью автоматизирована цепочка от заказа до производства продукта и доставки его конечному потребителю) в мире я не знаю. Думаю, что это сейчас и невозможно. Причем вопрос лежит не в технологической плоскости, а относится больше к сфере управления предприятием в целом и готовности людей к таким изменениям. Однако в бизнесе ситуация меняется очень быстро и радикально, и вполне может быть так, что через 3-4 года мы сможем увидеть такое производство.

**Андрей Гулаков, компания Mitsubishi Electric.** Решение вопроса о цифровой модернизации функционирующего предприятия либо о создании нового производства уже полностью на цифровой основе зависит от многих факторов и в первую очередь от целей самого бизнеса. e-F@ctory предоставляет гибкую основу, которая дает возможность учитывать специфические особенности и потребности предприятий и позволяет усовершенствовать и включить в цифровое взаимодействие существующее оборудование и программное обеспечение.

Кроме того, мы привлекаем к выполнению проектов самых опытных и грамотных системных интеграторов, которые применяют индивидуальный подход для разработки гибких, оптимизированных решений. При необходимости специалисты Mitsubishi Electric также принимают участие в реализации проекта.

Mitsubishi Electric прогнозирует успешное внедрение e-F@ctory в России на многих предприятиях, так как технология и практика применения платформы многократно отработаны на различных проектах в других странах. На российских предприятиях для этого также есть все необходимое.

Более того, в России и СНГ уже есть успешно реализованные проекты. На базе e-F@ctory работают станочные парки машиностроительных предприятий, платформа используется на предприятиях горнодобывающего комплекса России и Казахстана, на ее основе построена система управления судопропуском на Волго-Балтийском канале, интеллектуальные решения для водоснабжения и водоподготовки для водоканалов и промышленных предприятий крупных городов, системы управления работой станций метрополитена, системы BMS (Building Management System) для отелей и др. Платформа работает на российских заводах корейских и японских производителей.

Можно сказать, что применение e-F@ctory на российских предприятиях соответствует целям перехода к цифровой экономике, которые ставит перед бизнесом российское правительство, и способствует выводу российской промышленности на мировой уровень конкурентоспособности.

**Игорь Гуркин, компания Cisco.** Внедрение цифровых технологий на производстве, как правило, начинается с одного небольшого участка. После того как предприятие получило наглядные доказательства, что цифровизация несет несомненную выгоду, сфера применения таких технологий стремительно расширяется. Предприятия выбирают эволюционный путь развития вместо революционного, так как стремятся сохранить непрерывность собственной работы. Модернизация не должна стать причиной простоя.

Нужно всегда отдавать себе отчет в том, что технологии являются активатором, а не самоцелью. Прежде всего нужно, как уже говорилось, сформировать стратегию, после чего – планировать модернизацию физической и цифровой инфраструктуры. Две этих составляющих должны развиваться одновременно. Создавать автоматизированное производство с нуля проще и дешевле, так как отсутствует необходимость менять существующую инфраструктуру и приостанавливать рабочий процесс. Тем не менее, даже в этом случае приоритет нередко должен

быть отдан организации физической инфраструктуры. Запоздалые цифровые преобразования приводят к удорожанию проектов, так как экономический эффект от использования ИТ-решений не реализуется.

Проведенный Cisco анализ показал, что на промышленное производство приходится львиная доля “потенциальной цифровой выгоды” в частном секторе. Пример тому – крупнейший производитель тяжелых грузовиков в Северной Америке Daimler Trucks North America (DTNA). В результате цифровизации производственных операций на заводах DTNA, а именно модернизации сети, объединившей производственные и бизнес-подразделения, удалось организовать такое производство, при котором каждая производимая модель грузовика адаптируется и дорабатывается под конкретные требования конкретных заказчиков.

**Алексей Аникин, компания IBM.** Самые технологически продвинутые предприятия на сегодняшний день, как известно, – это гиганты немецкого автомобилестроения. У них есть и когнитивное производство, и самые новые штамповочные прессы, и они используют цифровые прототипы.

В среде заказчиков часто встречается мнение в том духе, что “сейчас мы обвешаем цех датчиками с “ног до головы” и все получим”. Считаю такую постановку вопроса неверной. Необходимо прежде создать цифровую модель предприятия. Причем создавать ее надо “снизу вверх” – то есть начинать с моделирования каждого отдельного станка, каждого отдельного актива, которые потом должны быть объединены в сеть с учетом всех взаимных ограничений. Таким же образом следует последовательно осуществлять цифровизацию всех вышележащих уровней.

“Сверху же вниз” детальное планирование до миллисекунд невозможно. Почему? Потому что гигабайты данных собираются с миллисекундными интервалами, которые показывают ограничения и структуру физического процесса именно снизу вверх.

Что касается примеров реализации концепции Industry 4.0, то они уже есть в России – например, в корпорации “Росатом”, которая сейчас очень активно включается в направление digital. Их цель – связать процесс проектирования (а это и “цифровой реактор”, и “цифровая станция”) с процессом эксплуатации (системы ТОиР, в частности на базе IBM Maximo, ERP) и впоследствии с процессом вывода из эксплуатации. Другой пример можно видеть у ОАО “РЖД”, которое разработало проект создания цифровой железной дороги.

**Антон Думин, АО “ОСК”.** Так как мой профиль – судостроение, выскажу мнение только в отношении данной отрасли. К сожалению, сегодня в отечественном судостроении, насколько мне известно, найти примеры реализации целостной концепции Industry 4.0 достаточно сложно. Существуют реализации части технологий, причем примеры достаточно успешные. Построение новых автоматизированных верфей с нуля, только ради самой идеи внедрения концепции Industry 4.0, думаю, не оправдано экономически, так как влечет за собой чрезмерные инвестиции, которые не смогут окупить себя. Однако совершенно очевидно, что существующие планы развития производств точно нельзя рассматривать вне данной концепции.

**Виталий Кононов, АО “НЕОЛАНТ”.** Сегодня не стать участником процесса цифровой трансформации рынка – значит остаться на обочине истории. Но я считаю, что инновационные информационно-технологические подходы в рамках происходящей промышленной революции должны в первую очередь применяться на объектах нового строительства и объектах реконструкции. Именно тут наиболее эффективно продвижение передовых производственных технологий. Это доказывает в частности совместный с нашими заказчиками опыт внедрения цифровых решений на таких объектах, как Новопортовское месторождение (ПАО “Газпром нефть”), Куюмбинское месторождение (ОАО “НГК “Славнефть”) и других.

Конечно, на существующих производствах тоже необходимо фрагментарно внедрять новые технологии. Но цифровой завод не возникнет с нуля, поэтому если это не новое строительство, то действовать необходимо аккуратно, маленькими, заранее спланированными шагами.

Примеры реализации подобных проектов уже есть, например, у ПАО “Газпром нефть”. Направление цифровой экономики, носящее в рамках корпоративной стратегии “Газпром нефти” название “Цифровое месторождение”, компания начала развивать еще три года назад.

Основные технологии, которые применяются при реализации этого инновационного проекта, – это прежде всего технологии информационного моделирования (BIM) для создания цифрового актива предприятия, его виртуального прототипа. Очевидно, что цифровое производство невозможно создать без его виртуального прототипа, как и цифровую экономику без цифрового актива. Цифровой актив объекта позволяет на каждой стадии его жизненного цикла всем участникам процесса (включая управляющие компании; эксплуатирующие, ремонтные, строительные, субподрядные, проектно-конструкторские и научно-исследовательские организации; органы надзора и контроля) взаимодействовать в едином информационном поле и получать соответствующие преимущества от доступа к качественной и полной информации.

**Алексей Кирченев, компания EPLAN.** Существуют десятки примеров выстраивания организационных структур, обеспечивающих процесс постановки задачи, сбора данных и их проверки в интегрированном цифровом формате. Практически вся автомобильная промышленность в мире (VW Group, Daimler, BMW, GM, Ford, Nissan и др.) использует формат EPLAN для постановки задач подрядчикам, сбора с них данных, необходимых для эффективной эксплуатации автоматизированных систем (роботов, конвейерных линий и т.д.). Подобные примеры создания интегрированных индустрий на платформе EPLAN существуют не только в автомобилестроении, но и в пищевой, фармацевтической, нефтегазовой отраслях, ЖКХ, производстве полупроводников, металлургии, судостроении, в железнодорожной отрасли и т.д. При этом модель данных EPLAN полностью соответствует как текущим, так и будущим задачам производств, развивающих концепцию

Индустрия 4.0. Модель данных EPLAN играет важную роль в этом процессе, так как это тот формат, в котором создается цифровая модель системы управления производством, именно в EPLAN поддерживается эта модель, и из формата \*eplan эта модель обменивается информацией с реальным физическим процессом. Реально это решение уже работает в ряде пилотных проектов, таких как, например, SmartFactory KL. SmartFactory KL – это проект, который разрабатывается в техническом университете Kaiserslautern при участии большого количества известных производителей (Cisco, IBM, Huawei) и который ориентирован на создание завода будущего – завода, который перенастраивается сам. Разработаны уже варианты как для дискретных, так и для непрерывных производств.

**Вячеслав Максимов, компания КРОК.** Как уже говорилось, концепция Индустрии 4.0 подразумевает тотальную цифровизацию и автоматизацию по всей производственной цепочке. В рамках отдельно взятого предприятия или группы компаний она будет работать только в том случае, если предприятие самостоятельно реализует все технологические операции и само производит все необходимые комплектующие. В противном случае ему придется держать у себя на складе большой запас разнообразных комплектующих, что значительно увеличит затраты. Модернизировать или менять производственные активы – это вопрос каждого отдельного предприятия. Универсальных рецептов не бывает.

**Марсель Вальдхаузен, компания Hexagon PPM.** Компании постоянно тратят деньги на новые технологии, заменяя старое производственное оборудование и внедряя новые решения. Принципы Индустрии 4.0 должны позволять делать это с минимальными перебоями в производственных процессах. Поэтому решение должно быть способным поддерживать бесперебойную работу и минимизировать время простоя, а значит, быть модульным и настраиваемым.

**– Функционирование полностью цифрового производства предполагает разработку и внедрение коммуникационной платформы, которая позволит интегрировать все информационные и технологические системы и устройства предприятия в единый производственный организм, что в свою очередь обеспечит четкое взаимодействие между компонентами общей системы. Существуют ли в настоящее время интеграционные платформенные решения, которые способны эффективно справиться с этой задачей?**

**Михаил Черкасов, компания Schneider Electric.** Такие решения есть. В соответствии с требованиями Индустрии 4.0 компания Schneider Electric разработала систему управления PlantStruxure PES, которая обладает открытой архитектурой с возможностью подключения различных устройств и не привязана к определенному типу или линейке оборудования. Программное обеспечение может применяться даже совместно с существующим оборудованием заказчика.

PlantStruxure PES обеспечивает интеграцию и управляет полевыми устройствами. Система обладает встроенной функцией управления активами: выбирая какой-либо технологический элемент, оператор получает полную информацию о его характеристиках, возможных режимах работы и о том, как себя вести в той или иной критической ситуации. В один клик оператор может увидеть данные о сроках техобслуживания, времени и причинах сбоев, периоде непрерывной работы и т.д. Вся эта информация становится доступной оператору благодаря концепции кросс-ссылок. Знания, содержащиеся в системе, позволяют даже начинающим сотрудникам быстро принимать корректные решения, что очень важно при современном дефиците кадров. Система дает возможность создавать связи между технологическими объектами и их характеристиками. Прежде это могли делать только опытные операторы.

Естественно, в рамках подобной системы должен быть реализован высокий уровень кибербезопасности. У PlantStruxure PES V4.2 он самый высокий на рынке, что позволяет обеспечивать бесперебойную работу систем заказчика. Данная система вызвана к жизни потребностями именно производств эпохи Промышленного Интернета вещей.

**Алексей Аникин, компания IBM.** Да, такие решения существуют. Программная платформа IBM Watson IoT Platform создавалась и позиционируется как решение, которое способно соединить в себе информационно-технологические системы и бизнес-процессы предприятия. У ИТ-провайдеров сейчас наблюдается тренд перемещать все задачи в облака. При этом заказчики хотят, чтобы все оборудование и ПО было установлено на местах. Поэтому, в отличие от многих других поставщиков инфраструктурных ИТ-решений, IBM предлагает опцию локальной установки платформы и, по желанию заказчика, – выборочного использования облачных сервисов.

**Алексей Кирченев, компания EPLAN.** Все необходимые технологии уже существуют. Есть единый стандарт OPC UA, разрабатывается его версия реального времени. Не хватает организационной зрелости предприятия. Руководители предприятий (особенно крупных) должны быть лично вовлечены в процесс цифровой трансформации, так как такая трансформация требует в первую очередь серьезнейших организационных изменений и изменения формата взаимодействия предприятия с его контрагентами. Мы же наблюдаем 100% карго культ – поиски “волшебной пилюли” – технологии/платформы, которая сделает всех счастливыми в рамках существующих оргструктур и без особых усилий со стороны высшего менеджмента предприятий.

**Марсель Вальдхаузен, компания Hexagon PPM.** Действительно, такие платформы уже есть. Одна из них – Intergraph Smart Production (SPx). SPx – проверенное решение, которое успело себя зарекомендовать: к нему обратились почти 500 клиентов из 40 стран, а более 8000 профессионалов используют его ежедневно. В число клиентских компаний входят крупные верфи, морские пристани, производители труб, сервисные центры сталелитейной промышленности, машиностроитель-

ные предприятия и производители металлоконструкций. Производственные процессы, в основе управления которыми лежит платформа Smart Production, применяются при производстве крупнейших круизных лайнеров мира, а также морских судов с очень сложным управлением, в том числе боевых судов и кораблей прибрежного патрулирования. Эта платформа не только не зависит от архитектуры, но и позволяет гибко внедрять новые технологии, например мобильные устройства, сканеры штрих-кодов, устройства лазерной печати и т. п.

**Андрей Гулаков, компания Mitsubishi Electric.** Системы, способные обеспечить высокую степень координации процессов взаимодействия всех систем и исполнительных механизмов на предприятии, необходимую для эффективного функционирования цифрового производства, безусловно, существуют, и e-F@ctory – одно из высокоперспективных решений в этой области. АСУП, созданная на основе данной платформы, позволяет с помощью современных сетевых технологий связать в логические цепи и обеспечить взаимодействие в автоматическом режиме всех уровней управления предприятием – от производственной линии до управленческого уровня. В промышленных сетях, обеспечивающих это взаимодействие, могут применяться как фирменные протоколы Mitsubishi Electric (CC-Link IE), так и другие распространенные в мире протоколы связи.

На нижнем (полевом) уровне структуры находятся элементы, которые устанавливаются непосредственно на объект управления (датчики, приводы, исполнительные механизмы). Чуть выше, на “контроллерном” уровне, располагаются ПЛК, оперативно управляющие технологическим процессом. Их основные отличительные черты – надежность и гарантированное время цикла скана программы, что позволяет управлять технологическим процессом в реальном времени и своевременно реагировать на события или внештатные ситуации.

На верхнем (ИТ) уровне находится система управления, реализованная, как правило, на базе группы промышленных компьютеров. Это может быть, например, резервированный сервер с подключенными к нему операторскими станциями и АРМ эксплуатирующих служб. На сервере и станциях устанавливается SCADA-система MAPS (Mitsubishi Adroit Process Suite) и СУБД.

Если предприятие крупное, то еще выше находятся серверы АСУ управления предприятием с MES и/или ERP-системой.

На предприятиях, входящих в крупную корпорацию или группу компаний, система управления имеет связь с единым диспетчерским центром или облачным сервисом управления всем бизнесом. В таких случаях связь реализуется с помощью выделенных кабельных каналов либо через зашифрованные Интернет-каналы.

Таким образом, в результате согласованной работы различных уровней предприятия и бесперебойной передачи актуальных данных между ними мы получаем целостную и информационно объединенную систему управления, обеспечивающую бесшовную интеграцию производственных операций и систем управления бизнесом – от самого нижнего полевого уровня до самого верхнего уровня управления предприятием.

Life Is On

Schneider  
Electric

# DIGITAL

EcoStruxure™  
Innovation At Every Level

## Решения высокой заводской готовности для вашего бизнеса

Prefab-ЦОДы Schneider Electric — высокая степень адаптации модульных конструкций под требования бизнеса, широкий ассортимент типоразмеров, возможность стыковки и многоярусной компоновки контейнерных модулей разного назначения (функциональные модули ИТ, охлаждения, питания, комплексные решения all-in-one), что позволяет оперативно развернуть ЦОД любого масштаба в любой точке мира.



Узнайте больше:

[schneider-electric.ru](https://schneider-electric.ru)

**Вячеслав Максимов, компания КРОК.** Рынок автоматизации богат на технологические системы: есть даже универсальные решения, которые позволяют на одной платформе реализовать все функции управления производством и предприятием в целом. Однако чаще всего приходится интегрировать решения различных производителей. В этом случае необходимо подбирать решение и интеграционную платформу, исходя из конкретной ситуации. С такой задачей эффективно справляются не отдельные продукты, а опыт специалистов профильных системных интеграторов.

**Дмитрий Бурцев, компания Dell EMC.** Компания Dell EMC в своих проектах активно сотрудничает с различными поставщиками таких платформ – GE, Microsoft, SAP, Nokia. Существующие на рынке платформы часто имеют уже отлаженные механизмы коммуникаций для взаимодействия отдельных компонентов на предприятии, функционирующих в рамках тех или иных конкретных бизнес- и технологических процессов. Но обеспечить взаимодействие всех участников для организации полностью автоматического производства пока невозможно. Однако, как я уже сказал, ситуация меняется и гораздо быстрее, чем мы ожидаем.

**Дмитрий Пилипенко, компания SAP.** Подобные интеграционные платформы уже существуют, в том числе и у SAP. Это одна из наших сильных сторон – системы и платформы SAP могут быть использованы для интеграции на всех уровнях, от самого низкого (уровня станка) до корпоративных ERP-систем, что обеспечивает им дополнительную ценность благодаря связанности всех процессов между собой. Интегрированность процессов означает, что, если на станке загорелась лампочка, – это не просто сигнал о поломке, а еще и сообщение техническим службам о необходимости замены.

У SAP есть как отдельные решения для каждой стадии производственного процесса, так и целостные системы и платформы, например ERP-система SAP S/4HANA, позволяющая контролировать процессы от производства до получения заказов, оплаты счетов и т.п.

**Павел Бехер, ПАО “ОДК-Сатурн”.** Не уверен на сто процентов, что все задачи должны быть реализованы на единой коммуникационной платформе. Считаю, что для определенной специфики лучше работают собственные решения. Безусловно, это добавляет сложности при интеграции решений, но открытость платформ и протоколов позволит решить эти задачи. Важно определить общую архитектуру, а затем реализовывать частные решения в ее рамках. Это позволит оптимизировать инвестиции, разделив их по времени при реализации различных проектов.

**Виталий Кононов, АО “НЕОЛАНТ”.** Подобных интеграционных программных платформ на сегодняшний день не существует. Со стороны поставщиков решений этот рынок пока не занят, со стороны потребителей – пока не востребован. Все-таки на данный момент разговоров больше, чем дел. Фрагментарно цифровые производства существуют, например, в компании Chrysler или в Китае, где клиенты производителей 3D-принтеров с помощью аддитивных технологий могут печатать целые дома. Но, повторюсь, это только начальные шаги и только фрагментарные реализации.

**Владимир Власов, ГК “ПЛМ Урал”.** Эти задачи как раз решает Промышленный Интернет вещей, и здесь, я думаю, все будет обстоять лучшим образом. В этой сфере быстро принимаются стандарты и на их основе быстро внедряются новинки. Информационная связь всех компонентов производственных систем может быть реализована уже в ближайшем будущем. Сложнее обстоят дела в области стандартизации механических интерфейсов производственных подсистем и создании на их основе новых станков, роботов, накопителей и внутрицеховых транспортных систем, которые можно легко объединить в гибкие производственные системы.

**– Учитывая степень интеллектуальности PoT-инфраструктуры, составляющей основу предприятия, организованного согласно концепции Industry 4.0, когда интеллектуальные компоненты самостоятельно управляют операционным планированием и вносят оперативные корректировки в технологический процесс в режиме реального времени, какая участь ожидает системы класса АСУП, выступавшие до недавнего времени в качестве главного инструмента стратегического и оперативного управления бизнесом (в том числе ERP-, PLM-, MES-системы)? Сохранят ли они свои функции в новом укладе производства или в конечном итоге уступят их исполнительным устройствам с новой интеллектуальной функциональностью?**

**Дмитрий Бурцев, компания Dell EMC.** В ближайшие 3-5 лет отказа от инструментов стратегического управления ожидать не стоит. Точно так же, как капитан воздушного судна несет ответственность за полет, менеджмент компании несет ответственность за успешность бизнеса. Конечное решение еще долго останется за человеком. Произойдет эволюция систем класса АСУП с точки зрения скорости обновления информации и помощи персоналу в принятии решений, но взять на себя полностью контроль за производством они не смогут. Уровень конвейера и технологических процессов, где требуется принятие решений в режиме реального времени (или близко к тому), будет, несомненно, автоматизирован полностью.

**Марсель Вальдхаузен, компания Hexagon PPM.** Ответ на этот вопрос тесно связан с тем, как решаются два других важных вопроса: организация обратной связи в реальном времени и выбор инструмента для стратегического и операционного управления бизнесом.

В условиях Индустрии 4.0 данные собираются в реальном времени, что обеспечивает гораздо более высокую прозрачность процессов, поскольку информация всегда актуальна и доступна для всех подразделений компании. Эта прозрачность автоматически повысит эффективность решений, принимаемых на различных уровнях организации. Развитие интеллектуальных компонентов и повышение доверия к ним со стороны операторов-людей будет способствовать полной автоматизации самых различных направлений деятельности, например планирования операций. Это значит, что по-

требуется строго разграничить области применения различных приложений.

Большая часть инструментов, которые используются в организациях, занимает определенное место в рабочем процессе. Здесь очень важно четко разделить сферы применения различных инструментов. Платформы приложений, такие как, например, Smart Production, позволяют интегрировать данные со всех этих платформ и представлять их единым стандартизированным способом. В свою очередь современные мобильные приложения позволяют с легкостью получать информацию из нескольких источников и представлять ее в форме, удобной для принятия стратегических или операционных решений. Здесь очень важно правильно разделить границы и области ответственности (распределить данные между владельцами).

**Вячеслав Максимов, компания КРОК.** Системы класса АСУП не только сохраняют, но и усиливают свои позиции. Цифровое производство требует полностью цифрового управления, а все системы, такие как ERP, PLM, MES, являются интеллектуальными компонентами управления предприятием. В ближайшее время можно ожидать, что в этих системах появится еще больше автоматических операций взамен ручных, которые выполнялись человеком.

**Андрей Гулаков, компания Mitsubishi Electric.** АСУ нового поколения, осуществляющие интеллектуальное управление предприятием, будут сохранять свою актуальность и востребованность, пока они отвечают требованиям бизнеса. А потенциал этих систем еще очень велик. Интеллектуальная промышленная платформа e-F@ctory, как уже говорилось, позволяет объединить весь широкий спектр автоматического оборудования, которым оснащены современные заводы, а также системы управления всех уровней (включая MES и ERP) в составе единой цифровой сети, в которой потоки информации благодаря высокоскоростным коммуникациям беспрепятственно циркулируют между уровнями и элементами АСУ, обеспечивая полную прозрачность и автоматизированное управление производственной цепочкой.

**Антон Думин, АО "ОСК".** Мне кажется очевидным, что старый уклад управления предприятием, основанный на последовательном взаимодействии PDM-, MES-, APS-, ERP-систем и т.д., должен уйти в историю. Грядет новый способ взаимодействия, основанный на симуляции технологического процесса и решениях, базирующихся на smart-технологиях планирования и загрузки производственных ресурсов, когда в процессе планирования производственные ресурсы (их виртуальные двойники) будут сами бороться за свою загрузку, а информацию об оптимальной организации технологического процесса им будут поставлять системы технологической симуляции, которые раз за разом будут просчитывать наиболее целесообразную технологическую цепочку, рассчитывая ее по таким параметрам, как качество, стоимость, срок, технологичность и т.д. Кстати, такие наработки уже существуют сегодня, но из-за несовершенности описания технологического процесса они не всегда могут применяться в "полную силу" своей функциональности.

**Алексей Липис, СПбГМТУ.** Анализируя перспективы развития концепции Industry 4.0, не следует упускать из виду существующие различия технологических процессов в разных отраслях промышленности с точки зрения возможности их автоматизации. По-прежнему в ряде отраслей остаются технологические процессы, крайне слабо поддающиеся автоматизации, либо автоматизация которых экономически не обоснована. Характерным примером такой отрасли является судостроение и в особенности кораблестроение. Практическое отсутствие серийности производства и большой объем ручных операций ограничивает возможности реализации здесь целостной концепции Industry 4.0. В таких отраслях, как судостроение, по-прежнему целесообразно использовать и развивать технологии PLM и ERP и одновременно активно разрабатывать новые технологии постройки судов и кораблей, несмотря на то что они становятся объективным ограничением для комплексной реализации Industry 4.0.

**Игорь Гуркин, компания Cisco.** На практике цифровизация позволяет оценивать состояние производства и его элементов, осуществлять "прозрачный" производственный и управленческий учет. Получая данные о функционировании промышленного оборудования с отображением его текущего статуса и различных параметров работы, предприятия могут заниматься тем, что определит их успех в дальнейшем, – ускоренной реализацией инноваций, разработкой и запуском новых изделий. Для решения этой задачи в этом году мы представили новейший технологический инструмент на основе разработок Cisco в области цифровизации производства, созданный специалистами российской компании Netcube, золотого партнера Cisco.

Система мониторинга промышленного оборудования OMNICUBE осуществляет интеграцию данных с уровня производства до уровня ERP-системы с целью автоматизации управленческого и производственного учета. OMNICUBE служит примером процесса объединения бизнес-процессов и объектов для преобразования рутинных операций, точного прогнозирования коммерческих результатов и выработки взвешенных управленческих решений.

При этом OMNICUBE не берет на себя управление работой станка или робота, не меняет состояние встроенных переменных и не влияет на систему управления производственным циклом. Потребность в опытных высококвалифицированных сотрудниках по-прежнему велика, так как несмотря на автоматизацию сбора и обработки данных ключевые решения на производстве принимает человек.

**Михаил Черкасов, компания Schneider Electric.** Решения в рамках концепции IIoT разрабатываются как для простых, так и для сложных непрерывных техпроцессов. Главная проблема – найти баланс, при котором система автоматизации не будет избыточна по своему функционалу и стоимости, но в то же время будет удовлетворять все требования заказчика.

Как правило, для сложных непрерывных процессов применяются распределенные системы управления (PCU), а для простых дискретных – ПЛК-системы. Од-



нако есть производства, находящиеся в промежуточном положении. Для них классическая PCY – избыточна, а связка контроллер + SCADA-система – недостаточна, так как для ее функционирования необходима интеграция элементов и централизованное управление. В таких случаях особенно эффективно применять комплексную систему управления производством.

В данном отношении речь в первую очередь идет о таких отраслях, как водоснабжение, водоотведение, добыча полезных ископаемых и пищевая промышленность. Для этих сегментов в системах, подобных PlantStruxure PES, существуют уже готовые библиотеки технологических элементов с преднастроенными контурами управления. Благодаря этому построение и запуск систем требует минимального вмешательства специалистов, как со стороны разработчиков, так и со стороны заказчиков.

**Виталий Кононов, АО “НЕОЛАНТ”.** Системы класса АСУП останутся, но претерпят определенные изменения. Автоматизированная система управления производством будет основана на тех же подходах, которые несет с собой новая промышленная революция. В рамках философии Интернета вещей изменится концепция взаимодействия персонала и оборудования на предприятии. Это будет, например, не пересылка данных в единый репозиторий, а взаимодействие устройств между собой по схеме “точка-точка”. И такие примеры уже есть – это автоматизированные линии, где роботы самостоятельно осуществляют полный цикл сборки.

Поэтому так или иначе все технологии, применяемые в рамках концепции Industry 4.0, будучи ориентированы на повышение автономности производственного оборудования, приводят к уменьшению степени участия человека в технологических процессах. Такая тенденция имеет в том числе и экономическую подоплеку – всем известно, что одна из крупных статей затрат в формировании себестоимости товара – это зарплата сотрудников.

Тут, помимо всего прочего, встает и важный социальный вопрос – куда девать людей. С одной стороны, “бесчеловечное” производство, работающее на основе киберфизических систем, минимизирует негативное влияние человеческого фактора, а с другой стороны, оно сокращает число рабочих мест и создает социальные проблемы в обществе. О таких “побочных эффектах” революционных преобразований в промышленной сфере нельзя забывать, надо своевременно принимать соответствующие меры.

Именно поэтому, в частности, процесс внедрения технологий новой промышленной революции будет растянут на десятилетия. Чудес не бывает.

**Владимир Власов, ГК “ПЛМ Урал”.** Несмотря на предполагаемую интеллектуальную автономность компонентов производственных систем, все равно нужен будет единый мозговой центр, который должен хранить информацию и управлять ею. Он и включит в себя функциональность ERP- и MES-систем. Что касается PLM-систем, они как были источником первичной конструкторской и технологической информации, так им и останутся. Но уже сейчас PLM-системы становятся слишком сложными для пользователя из-за увеличивающегося объема хранимой информации. Их функционал изменится, и работа

упростится с развитием искусственного интеллекта, который возьмет на себя все рутинные вопросы управления требованиями, изменениями, ревизиями, конфигурирование изделия и прочее. То же произойдет и с ERP- и MES-системами под влиянием искусственного интеллекта, которые будут самостоятельно принимать решения исходя из потребностей заказчиков в условиях текущей оперативной обстановки. Трансформация этих систем нам особенно интересна, так как “ПЛМ Урал” работает как раз в области внедрения PLM-систем, готова предприятие к переходу на бесчертежные технологии.

**Павел Бехер, ПАО “ОДК-Сатурн”.** Так же как у работников есть разделение труда, так и у информационных систем оно существует. Между разными уровнями управления должно существовать разделение задач, но общесистемная оркестровка также должна быть реализована. Это остается задачей систем класса ERP. Отдельные элементы функций безусловно нужно передавать на уровень умных компонентов систем, но общая их координация должна происходить на общезаводском уровне, чтобы принятые местные “правильные” решения были эффективны для деятельности производства в целом.

**Дмитрий Пилипенко, компания SAP.** В обозримом будущем автоматизированные системы управления предприятием никуда не исчезнут, потому что они отвечают за основные функции бизнеса. Вопрос, скорее, в том, как они будут интегрированы в единую систему. Если раньше системы для планирования, производства, управления персоналом, ERP функционировали отдельно, то теперь они все плотно интегрированы. Системы будут меняться – появится машинное обучение, искусственный интеллект, будет уменьшаться влияние “человеческого фактора”.

**Алексей Аникин, компания IBM.** Системы класса АСУП еще долго не исчезнут, они просто будут трансформироваться в ходе нормального генезиса. Производители этих систем постоянно развивают свои решения с целью придания им все большей интеллектуальности и автономности, что естественным образом соотносится с концепцией Industry4.0, в свою очередь отражающей закономерный ход технологического развития.

Другой вопрос – можно ли совсем избавиться от человека? Нет, нельзя. Именно человек управляет этим оркестром. Все, что может искусственный интеллект, – это посоветовать ему, подсказать, помочь. Принимать решения за него ИИ не может и не должен.

**– Считается, что аддитивные технологии будут неотъемлемым компонентом завтрашнего цифрового производства. Каковы особенности встраивания аддитивных технологий в общий производственный процесс?**

**Вячеслав Максимов, компания КРОК.** 3D-печать и аддитивные технологии вызывают сегодня всеобщий интерес, но они пока малоприменимы для массового производства. Однако такие технологии позволят перейти к кастомизированному производству, при котором клиент будет не только выбирать цвет, комплектацию и отделочные материалы, но и самостоятельно формиро-

вать форму и внешний вид изделия. Для этого необходим качественный скачок в технологиях аддитивного производства. И уже сейчас есть примеры, когда использование новых технологий позволяет производить продукцию с уникальными характеристиками за меньшую стоимость и в более короткие сроки по сравнению с традиционным подходом. Приведу очень простой, но наглядный пример. У меня на рабочем столе лежит напечатанный на 3D-принтере титановый шар. Он пустотелый, имеет специальную двухслойную конструкцию. При диаметре 5 см он весит 15 грамм, при этом спокойно выдерживает вес взрослого человека и прыгает, как теннисный мячик. Этот “пробный шарик” можно считать маленьким привагом из нашего производственного будущего.

**Алексей Кирченев, компания EPLAN.** Основная особенность аддитивных технологий – короткий путь от разработчика до производства. В результате – никаких тебе технологов по металлообработке, производства пресс-форм, программистов и наладчиков станков с ЧПУ. То есть, эти технологии четко работают на концепцию Batch of One, высвобождая множество людей и сокращая время и расходы на выпуск изделий. Аддитивные технологии создают параллельный, более простой (по сравнению с традиционным) производственный процесс, предприятию просто нужно на организационном уровне научиться управлять двумя процессами вместо одного.

**Марсель Вальдхаузен, компания Hexagon PPM.** С каждым днем публикуется все больше новостей о потрясающих разработках в сфере аддитивного производства, и нам уже не кажется столь отдаленным время, когда мы сможем печатать рабочие детали сложных механизмов в любое время и в любом месте, когда только потребуются, например критически важную деталь двигателя, причем так же просто, как документ на принтере. Однако, для того чтобы аддитивные технологии можно было применять в производстве крупных металлоконструкций (например, размером 12x3 метра), предстоит еще многое сделать. В том же, что касается производства мелких деталей, коммерциализация этой технологии движется гораздо быстрее.

**Дмитрий Бурцев, компания Dell EMC.** С уверенностью можно утверждать, что очень сильно изменятся логистические цепочки. Уже сейчас получает распространение концепция “Логистика 4.0”, одним из возможных сценариев в которой рассматривается печать необходимых комплектующих на 3D-принтерах прямо на месте производства. Возможность не зависеть от внешних поставщиков, логистических компаний, складских помещений ведет к снижению удельной стоимости продукта.

**Владимир Власов, ГК “ПЛИМ Урал”.** Конечно, аддитивные технологии будут и дальше развиваться и занимать все больше места в общем объеме производства, тем не менее, они останутся лишь одним из компонентов общего производственного процесса, который надо автоматизировать. Я не вижу каких-то особенностей их встраивания. Возможно, их даже проще встроить в производственный процесс, чем, скажем, литье или механообработку.

**Дмитрий Пилипенко, компания SAP.** Работа технологов уже сильно меняется благодаря возможностям моделировать технологические процессы производства. Рабочий процесс тоже полностью изменится. Если раньше технологии были зависимыми от “железа”, на которое загружена программа, то теперь все переносится на программную часть – технолог может скачать нужный софт в любой момент времени из облака и запустить производство. Кроме того, такие технологии, как 3D-печать, ощутимо ускорят процесс прототипирования и разработки новых продуктов.

Развитие 3D-принтеров существенно изменит производственную логистику. С помощью аддитивных технологий производители смогут развертывать небольшие производственные площадки рядом с клиентами, а не у источников сырья и быстро исполнять производственные задания. Предприятия будут концентрироваться на своих конкурентных преимуществах, а не быть предприятиями полного цикла – от добычи руды до производства автомобиля.

**Андрей Гулаков, компания Mitsubishi Electric.** Аддитивные технологии – это, безусловно, одна из важнейших составляющих формирующегося нового промышленного уклада. Однако сегодня большая часть производителей 3D-принтеров и аддитивных систем предлагают лишь отдельные средства производства, не способные интегрироваться в технологический поток с использованием киберфизических систем. Благодаря открытости платформы e-F@ctory компания Mitsubishi Electric не только решает эту проблему, но идет дальше, предлагая инновационную разработку, которая еще шире раздвигает горизонты применения аддитивных технологий.

Научно-исследовательское подразделение Mitsubishi Electric Research Laboratories (MERL) разработало метод пятиосевого аддитивного производства (его еще называют “5D-печать”) для изготовления изделий, которые получаются в 3-5 раз прочнее тех, которые произведены способом 3D-печати, и пригодны для применения в жестких условиях эксплуатации. Этот метод подразумевает выращивание объекта на платформе, способной раскачиваться назад и вперед по двум осям, в результате чего количество осей вырастает до пяти. Благодаря добавлению еще двух осей на 3D-принтере стало возможным изготовление объектов с абсолютно новой внутренней структурой, что позволяет отказаться от привычного “плоского” послойного наложения материала. Значительное повышение прочности изделий, равно как и сокращение расхода материалов при использовании метода пятиосевого аддитивного производства превращают его в открытие, сулящее уникальные преимущества для мировой промышленности.

**– Как изменится логика производства, функционирующего по принципам Industry 4.0 – в смысле организации полного цифрового цикла производственного процесса?**

**Павел Бехер, ПАО “ОДК-Сатурн”.** Глубинная логика, я думаю, не изменится. Точно также будет осу-

ществляться прохождение информации от описания объектов производства до контроля их изготовления. Другое дело, что уже появляются абсолютно новые методы реагирования на события, несущие с собой грандиозное сокращение времени реакции и времени принятия решения по этим событиям. Эти быстрые решения будут основываться не столько на интуиции и опыте конкретных работников, сколько на объективных данных, доступных в нужное время в нужном месте. Искусственный интеллект в производстве может быть более эффективен в целом ряде задач, но сейчас он в любом случае может выступать только помощником управленцев.

**Дмитрий Бурцев, компания Dell EMC.** Если охарактеризовать одним словом грядущие изменения, я выберу определение “скорость”, поскольку время на сбор требований, формирование нового продукта, запуск в производство, внесение изменений, продажи конечному потребителю и вывод из производства уже устаревшего продукта будет снижаться драматически.

**Виталий Кононов, АО “НЕОЛАНТ”.** На мой взгляд, речь надо вести не о том, как изменится логика производства, а о том, что такую логику надо возвращать, то есть создавать условия для вызревания внутри самих предприятий необходимости во внедрении соответствующих технологий, мотивировать к их использованию. Важно не просто иметь набор таких технологий, важно их правильно применять. Для этого необходим также определенный уровень психологической готовности собственника предприятия. Наличие даже на государственном уровне программы по “Цифровой экономике” совсем не означает, что промышленные предприятия готовы к четвертой промышленной революции.

**Алексей Аникин, компания IBM.** Благодаря современным технологиям моделирования будет ускорена обратная связь между покупателем и производством с учетом вопросов экологии и требований техники безопасности. Соответственно, процесс выведения продукта на рынок будет все больше сокращаться.

**Алексей Кирченев, компания EPLAN.** Потребуется изменить не только и не столько производство, сколько организационные процессы внутри предприятия и способы взаимодействия с контрагентами предприятия.

**Михаил Черкасов, компания Schneider Electric.** С переходом к новому индустриальному укладу наступает переломный момент как для логики построения систем автоматизации промышленного производства, так и для их функциональных возможностей. Сегодняшние преобразования связаны с такими техническими достижениями, как аналитика больших и малых данных, облачные вычисления, высокоскоростные (в том числе беспроводные) каналы передачи информации, возможность легкой интеграции различного оборудования за счет появления открытых протоколов и т.д. Все это в той или иной мере служит предпосылками для перехода к так называемым естественным промышленным архитектурам (Natural Industrial Architecture, NIA), которые определяются непосредственно архитектурами активов промышленных предприятий, а не ограничениями цифровых технологий.

Поскольку в производственных операциях задействованы различные материальные и бизнес-активы, то в этом

отношении каждое промышленное предприятие можно описать как сложную иерархию активов. Соответственно, успех производственной деятельности в Индустрии 4.0 будет зависеть от эффективного управления процессами в рамках каждого актива и их совокупностей. При этом важно будет добиваться максимальной эффективности и рентабельности активов, одновременно сводя к минимуму риски информационной, экологической и физической безопасности. Самый простой и наиболее действенный способ добиться этого – создать систему управления, которая будет полностью адаптирована под решение задач каждого из первичных активов и групп этих активов.

**Дмитрий Пилипенко, компания SAP.** Производство становится умным (digital), интеллектуальным (smart) и виртуальным (virtual). В этой связи в ближайшее время новыми лидерами станут компании, которые переходят на цифровое, роботизированное и распределенное производство (digital smart and virtual enterprise).

Само производство будет высококастомизированным и индивидуальным. При этом благодаря роботизации из него будет исключен монотонный ручной труд и будут радикально уменьшены производственные риски из-за человеческого фактора.

**Вячеслав Максимов, компания КРОК.** Изменится подход к производственному планированию. Производство будет начинаться с заказа изделия со спецификацией, составленной самим клиентом. Не будет типовых конфигураций, тем более не будет работы производства на склад. Рабочая схема будет выглядеть следующим образом: получили заказ – доставили комплектующие – изготовили и собрали изделие – отгрузили клиенту. И никакой бумаги во всей этой цепочке использоваться не будет, за исключением печати чека для покупателя.

**– Существуют ли уже на рынке системы, способные осуществить “от и до” моделирование нового цифрового предприятия?**

**Антон Думин, АО “ОСК”.** Безусловно. Такими системами по праву могут считаться программные комплексы от компаний Dassault Systems и Siemens. Остальные вендоры так и или иначе предоставляют не полную функциональность в этом отношении.

**Алексей Кирченев, компания EPLAN.** Подобной “волшебной пилули”, как я уже говорил, не существует. Для каждого из компонентов “цифрового предприятия” уже существуют best-in-class решения. Для построения реального цифрового предприятия потребуется внедрить и интегрировать десятки таких решений.

**Павел Бехер, ПАО “ОДК-Сатурн”.** Есть такие системы у ведущих западных компаний. Однако решение задачи моделирования требует большого объема работы инженеров с этим софтом. И здесь, наверное, уместна аналогия с САПР – не система разрабатывает деталь, а конструктор, САПР лишь ему помогает. Также и с цифровой моделью предприятия – разработка цифровых двойников элементов производственной системы, подбор и верификация методов моделирования работы производства, оптимизация – это все зона ответственности специалистов.

**Алексей Аникин, компания IBM.** Опять же в качестве примера могу привести систему, которую IBM

разрабатывает на основе своих программных продуктов совместно с корпорацией “Росатомом”. Система моделирует цифровую атомную электростанцию “от и до”. Она носит название MultiD (Multi Dimension) и обеспечивает полностью процессы проектирования, производства, управления и эксплуатации.

**Владимир Власов, ГК “ПЛМ Урал”.** Учитывая отсутствие элементной базы нового производства, вряд ли стоит ожидать опережающего появления моделирующих систем.

**Марсель Вальдхаузен, компания Hexagon PPM.** Да, ряд таких решений уже существует (в частности, в сфере механики), однако в традиционных отраслях (кораблестроение, информационное моделирование зданий, нефтегазовая отрасль) потенциал для развития в этой области еще весьма велик. Часто проблема заключается не в отсутствии нужных технологий, а в неготовности компаний пробовать и внедрять такие решения.

Одно из основных препятствий на пути к успеху компании в эпоху цифровых технологий — недостатки внутренней культуры организации. Такой вывод сделалo агентство McKinsey по результатам недавнего опроса, проведенного среди высших руководителей компаний различных стран мира. Исследование выявило три распространенных недостатка, связанных с цифровой культурой: недостаточный уровень интеграции направлений деятельности и подразделений, страх принятия рискованных решений, проблемы с формированием единого образа клиента и принятием решений в соответствии с ним.

**– Главной мотивацией для многих владельцев предприятий, внедряющих новые цифровые бизнес-модели, помимо соображений соответствия требованиям завтрашнего дня, является расчет на получение дополнительной выручки от цифровых решений. Как скоро после внедрения соответствующих технологий из “арсенала” Industry 4.0 предприятие может рассчитывать на доход от инвестиций в реализацию этой концепции?**

**Алексей Аникин, компания IBM.** Возврат инвестиций возможен, как правило, в течение 3-5 лет. Поэтому уже сейчас некоторые европейские автопроизводители даже платят гонорар своим покупателям за данные, полученные от них в ходе эксплуатации продукции. Прямая плата за подобные данные — еще не общепринятая бизнес-практика. Но к этому все идет.

**Павел Бехер, ПАО “ОДК-Сатурн”.** Я бы также оценил этот временной лаг в 3-5 лет. Какие-то функциональные задачи могут начать окупать себе уже в течение года. Некоторые требуют больших инвестиций, даже создания рынка соответствующих цифровых продуктов, решения серьезных технических и коммуникационных задач, принятия соответствующих законодательных решений. Другое дело, что речь идет не только о конкретной выручке с привычными показателями расчета окупаемости инвестиций. Уже завтра работа

в рамках Industry 4.0 может стать базовым требованием к компании, присутствующей на рынке.

**Марсель Вальдхаузен, компания Hexagon PPM.** Некоторым компаниям удалось окупить сделанные вложения такого рода за 3–6 месяцев, но, разумеется, этот срок во многом зависит от зрелости процессов, которые уже применяются в компании, и, как уже говорилось, от готовности компании меняться.

**Вячеслав Максимов, компания КРОК.** Сами по себе цифровые решения не дают дополнительную выручку. Внедрение новых решений, скорее, наоборот несет с собой новые затраты. Выручка идет от заказчиков. Цифровые бизнес-модели же как раз позволяют повысить клиентоориентированность компании, расширить ассортимент, снизить издержки на конструкторскую и технологическую подготовку, комплектацию и логистику. Что в конечном итоге приводит к повышению производительности труда.

**Владимир Власов, ГК “ПЛМ Урал”.** Эффективность цифровых фабрик будет определяться стоимостью и сроками их запуска. Если каждую фабрику будут делать по индивидуальному проекту, это будет дорого, долго и не эффективно, значит, надо собирать ее из стандартных компонентов. Отсюда эффективность таких фабрик зависит от того, как быстро на рынке появятся все компоненты инфраструктуры промышленного производства, увязанные между собой на базе единых стандартов и интерфейсов и не требующие изготовления уникальных деталей и длительной настройки.

**Дмитрий Пилипенко, компания SAP.** Если компания начинает реализовывать подходы Индустрии 4.0, результаты видны практически сразу и без серьезных денежных затрат, что позволяет быстро оценить перспективы выбранного направления. Поэтому предприятиям лучше стартовать с маленьких пилотных проектов и оценивать полученные результаты.

**Андрей Гулаков, компания Mitsubishi Electric.** Благодаря распределенной обработке данных, с помощью которой платформа e-F@ctory максимально точно и быстро фильтрует потоки информации на производстве, обеспечиваются настолько качественные процессы аналитики Больших данных, оперативного контроля над производством, принятия управленческих решений, что это реально обеспечивает сокращение производственных издержек, снижение совокупной стоимости владения активами предприятия, повышение продуктивности производства и рентабельности бизнеса в целом. И что самое важное, предоставляемые e-F@ctory возможности — это база для адекватного функционирования современного предприятия в условиях цифровой экономики.

**Игорь Гуркин, компания Cisco.** Современные ИТ-решения интуитивно понятны и просты, и поэтому их освоение зачастую не требует много времени. Чуть больший срок нужен на подготовку специалистов и адаптацию инфраструктуры.

Инвестиции в инновационные технологии окупаются довольно быстро — зачастую быстрее, чем ожидается. В качестве иллюстрации могут служить вложения компаний в обеспечение информационной безопас-

ности, которые сегодня рассматриваются не только как текущие расходы на защиту данных, но и как средство обеспечения инновационных аспектов роста организации, содействующее развитию бизнеса. Технологии ИБ нейтрализуют преимущества киберпреступников. Они могут не только обезопасить информацию, но и предоставить возможности для внедрения инноваций и увеличения маневренности в плане ускорения операционного реагирования, улучшения адаптивности и информированности, формирования потребительской лояльности и роста конкурентоспособности.

Последние события, а именно масштабная атака программы-вымогателя Wannacry, еще раз подчеркнули чрезвычайную важность защиты цифровых сетей от существующих и появляющихся угроз. Средства ИБ позволяют сохранить ценную информацию, сэкономить сотни часов рабочего времени администраторов, которые занимаются управлением сетевыми политиками, и обеспечить необходимую среду, в которой бизнес сможет развиваться со скоростью, необходимой для укрепления позиций на рынке и получения дополнительной прибыли.

**Дмитрий Бурцев, компания Dell EMC.** Как я уже говорил, основной показатель успешности внедрения технологических новшеств – получение заметного результата за небольшой период времени. Именно это дает возможность инициатору перемен доказать, что такие проекты – не впустую выброшенные деньги, а эффективный инструмент оптимизации бизнеса и затрат, который способствует повышению маржинальности конечных продуктов. И зачастую при составлении дорожной карты проектов акцент делается не на “соответствии требованиям завтрашнего дня”, а на том, чтобы достичь результата сегодня.

**Алексей Кирченков, компания EPLAN.** Внедрять отдельные компоненты цифровизации можно уже сейчас. При этом каждый из компонентов должен давать существенный доход от инвестиций, а внедряемые компоненты должны быть увязаны в единую концепцию, актуальную на долгосрочную перспективу. Другими словами, бессмысленно закупать дорогие модные “умные изделия”, если у предприятия нет оргструктуры, которая способна определить, какие данные нужны для повышения эффективности производства, и которая сможет собрать эти данные с производителей оборудования и подрядчиков и поддерживать их в актуальном состоянии на протяжении всего жизненного цикла производства. Если же такая оргструктура существует, она может дать отдачу и на более дешевых “не слишком умных изделиях”, при этом применение “умных изделий” в рамках такой оргструктуры действительно даст существенную отдачу на инвестиции.

**Михаил Черкасов, компания Schneider Electric.** Могу привести конкретный пример – программный пакет PlantStruxure PES. Это решение внедряется в первую очередь для простоты разработки и обслуживания АСУ ТП. С помощью такой системы инженер ничего не программирует, он только настраивает систему, конфигурируя ее элементы. В рамках системы управления предусмотрена возможность параллельной работы инженеров над различными частями проекта при постоянной синхронизации. Это значительно снижает

вероятность ошибок и сокращает время ввода системы в эксплуатацию. Таким образом, применение PES обеспечивает значительное сокращение затрат на инжиниринг – в среднем на 30 %.

**– Напоследок традиционный вопрос о будущем. Какие перспективы развития у цифрового производства в масштабе ближайших 10 лет? С какими, может быть, неожиданными проблемами нам, возможно, придется столкнуться на этом пути?**

**Андрей Гулаков, компания Mitsubishi Electric.** В рамках четвертой промышленной революции будут, очевидно, создаваться гигантские цифровые сети и экосистемы, которые охватят постепенно весь мир, однако при этом будет, вероятно, сохраняться уникальная региональная специфика. Так, в Японии уже сейчас под эгидой японской федерации крупного бизнеса “Кэйданрэн” и при участии Национального института продвижения цифровой экономики и цифрового сообщества (Japan Institute for Promotion of Digital Economy and Community, JIPDEC) разработаны основы концепции создания суперинтеллектуального общества (Super Smart Society, Society 5.0) или Общества 5.0.

Примечательно, что базовым элементом японской национальной концепции выбрана платформа e-F@ctory.

Задачи Общества 5.0 охватывают решение глобальных проблем как в экономической, так и в социальной сфере Японии и других стран. Концепция Общества 5.0 расширяет границы Индустрии 4.0 и направлена на устранение в производственной сфере неравенства информационных платформ и промышленных производителей, присущее эпохе промышленной революции 4.0, а также преследует цель обеспечить устойчивое развитие японской экономики.

Общество 5.0 – это также долгосрочная стратегия реформирования японского общества, призванная ответить на наиболее острые вызовы XXI века, которые могут в долгосрочной перспективе привести к катастрофическим последствиям. Это такие проблемы, как сокращение численности работоспособного населения и его старение, стихийные бедствия, экологическое загрязнение, нехватка природных ресурсов.

Концепция Общества 5.0 предполагает решение социальных проблем с помощью интеграции физического и киберпространств и активного использования передовых технологических достижений, в том числе индустриального Интернета вещей, роботизации и искусственного интеллекта, с тем чтобы сделать человека жизнь удобной и полноценной, среду обитания максимально комфортной, а инновации безопасными и экологичными.

Так, уже в ближайшем будущем технологии дополненной реальности позволят полноценно трудиться и участвовать в жизни общества людям с ослабленным зрением. А быстро совершенствуемые технологии экзоскелетов дадут возможность поднимать тяжелые грузы и активно физически трудиться даже людям весьма преклонного возраста. Системы автономного вождения снимут практически все ограничения на передвижения людей в личном автотранспорте.

**Дмитрий Бурцев, компания Dell EMC.** Четвертая промышленная революция (частью которой является цифровое производство) будет происходить в более сжатые сроки, чем это было с первыми тремя. Основные изменения коснутся трех основных составляющих – людей, процессов и продуктов.

Например, уже сейчас конвейер на заводе Фольксваген в Вольсбурге автоматизирован на 92,5%, а труд людей в основном задействован в области контроля качества. В недалеком будущем почти полностью исчезнет ряд профессий, что неизбежно повлечет за собой рост социальной напряженности. Ценность специалистов в области автоматизации производства, робототехники, аналитики Больших данных, программистов будет только расти, при этом потребность в обслуживающем персонале будет снижаться.

Непростые проблемы встанут перед нами с развитием искусственного интеллекта, на который будут завязаны многие технологические процессы. А это потребует регулирования со стороны государства.

Применение технологий цифрового производства, возможность услышать потребителей, создать уникальный продукт и вывести его на рынок быстрее всех конкурентов даст колоссальный толчок развитию множественных бизнесов. В результате на вершину рейтингов выйдут абсолютно неизвестные компании подобно тому, как в свое время поднялись компании в области fast fashion, например Zara или H&M.

Нельзя также не упомянуть проблему информационной безопасности, которая слабо реализована в существующих сетях АСУ ТП или в продуктах IIoT. К сожалению, мы еще не раз услышим неприятные новости о взломах и хакерских атаках на такие сети. И с распространением цифрового производства такие атаки будут все более чувствительными.

**Игорь Гуркин, компания Cisco.** Уже к 2020 году глобальный объем Интернет-трафика вырастет по сравнению 2005 годом в 95 раз. Цифровизация и Интернет вещей станут причиной стремительного роста объемов Интернет-трафика и увеличения потребности в широкополосном доступе.

Данные превратятся в важнейший стратегический ресурс любого предприятия. Успех бизнесов будет зависеть от того, насколько они защищены и как используются. Преуспеть – будет означать, получить информацию, сохранить ее от злоумышленников, на основе ее анализа разработать инновационную схему взаимодействия с заказчиком и действовать! Именно для этого потребуются соответствующим образом подготовленные сети.

Изменяются способы взаимодействия людей, их поведение в деловой среде. Возрастет роль сотрудничества с коллегами на других площадках и с внешними контрагентами, включая партнеров, поставщиков, заказчиков и консультантов. Используя технологии для совместной работы, такие как облачные вычисления, корпоративные порталы управления контентом, видеоконференции, задачи можно будет решать без лишних ресурсных затрат.

Предприятиям придется повышать эффективность производства и производительность труда, снижать издержки, оптимизировать процесс принятия решений.

Чем быстрее организации внедрят новые цифровые бизнес-модели, тем выше вероятность того, что выпускаемые товары будут конкурентоспособны и востребованы в стране и за ее пределами. Рост трафика данных открывает широкие возможности для появления рекомбинационных инноваций – новых платформенных бизнес-моделей, распределенных производств, цифровизации существующих процессов и продуктов.

**Алексей Аникин, компания IBM.** Если прогнозировать направления цифровизации производства в перспективе ближайших 10 лет – а это, согласно предложенной исследовательской компанией Gartner кривой стадий зрелости (Gartner Hype Cycle) любой выводимой на рынок технологии, как раз тот временной промежуток, который совпадает с циклом зрелости новой технологии, – то к этому времени мы, по всей видимости, увидим уже готовые решения универсального искусственного интеллекта. Сейчас же мы наблюдаем фокус в разработках, проводимых в области ИИ, на когнитивных помощниках как специализированных системах, помогающих человеку в конкретных предметных областях.

Что касается возможных проблем при взаимодействии человека с искусственным интеллектом, то могу предположить следующую коллизию. Известно, что цифровой помощник обучается на исторических данных. То есть он анализирует в том числе и прошлые решения и ошибки. Дальше он начинает уже на основе текущих данных сообщать технологу, что ему следовало бы делать. Предположим, технолог согласен с рекомендациями помощника и будет их выполнять. Однако как повлияет эта “согласительная” статистика на поведение помощника в будущем? Ведь чем больше помощник будет уверен в своей правоте, которая подтверждалась прошлым опытом, тем, возможно, труднее будет технологу ему объяснять, в чем именно искусственный интеллект не прав в той или иной ситуации в дальнейшем. Не возникнет ли в этом случае нежелательная обратная связь, которая приведет к этакому “цифровому резонансу” и нарушит равновесие системы?

**Михаил Черкасов, компания Schneider Electric.** С всеместным переходом промышленности на рельсы Индустрии 4.0 Промышленный Интернет будет обычным стандартом для организации производства. И чем раньше компания начнет соответствовать требованиям нового индустриального уклада, тем больше конкурентных преимуществ она получит и тем быстрее сможет сделать качественный рывок вперед.

В ближайшие 10 лет в рамках разработки систем управления современными предприятиями на первый план может выйти вопрос кибербезопасности. Обязательными требованиями станут доступность, целостность и конфиденциальность информации. Schneider Electric в вопросе организации кибербезопасности придерживаемся следующих принципов. Во-первых, решения компании позволяют внедрять внутренние процедуры безопасности, гарантирующие возможность восстановления утраченной информации в кратчайшие сроки. Во-вторых, они предполагают внедрение различных технологических процедур, например сегментацию сетей. Еще одна важная мера – защита

периметра системы (применение фаерволов, аутентификация, авторизация).

**Виталий Кононов, АО “НЕОЛАНТ”.** Одна из ожидающих нас очевидных проблем лежит в сфере кибербезопасности. Если сегодня атакам хакеров подвергаются в основном какие-то политические ресурсы либо банки, которые находятся в зоне цифровой экономики уже давно, то когда в промпроизводстве все начнет функционировать в безлюдной среде, на основе компьютерного управления, вмешательство извне станет вполне реальной угрозой с высоким коэффициентом риска.

Таким образом, цифровая экономика, цифровое производство и цифровой актив – это, безусловно, тренды времени, и не реагировать на них – значит, как я уже говорил, остаться на обочине истории.

**Владимир Власов, ГК “ПЛМ Урал”.** Срок 10 лет маловат для кардинальных изменений в производстве. За этот срок мы, скорее, выйдем только на создание элементов автоматизированных производств, где будем отлаживать частные решения. Много лет займет процесс создания нормативной базы и согласования новых стандартов и интерфейсов, ориентированных на цифровое производство, как в разделе информационном, так и в разделе техническом. Ключевым прорывом должна стать экономичная замена человека на вспомогательных операциях – перемещениях, переналадке оборудования, уборке и решении нестандартных ситуаций, таких как поломки оборудования. Проблема же будет одна – дефицит квалифицированных кадров, так как подготовка инженеров для обслуживания такого производства будет на порядок сложнее подготовки рабочих в существующих условиях производства.

Неясно, как быстро будет развиваться искусственный интеллект. При хороших темпах прогресса интересные изменения можно ожидать в развитии САД-систем. Могут кардинально поменяться принципы построения компьютерных моделей за счет перехода к диалогу с машиной вместо пошагового построения геометрических элементов и различных манипуляций с ними. САМ-системы, скорее всего, исчезнут в том виде, в котором они существуют сейчас. Это будет первая жертва, которую пожнет искусственный интеллект.

В результате слияния САД- и САЕ-систем в процессе проектирования будет создаваться цифровой прототип изделия, включающий не только геометрию, но и физику процессов в изделии. Так как “ПЛМ Урал” занимается одновременно внедрением и САД- и САЕ-систем, мы уже сейчас пробуем понять, что же будет из себя представлять цифровой прототип и как на его основе можно строить цифровые двойники сложных изделий. Интересно было бы найти желающих создать такой прототип для своих изделий и поработать совместно. Все равно когда-то придется начать.

**Павел Бехер, ПАО “ОДК-Сатурн”.** Думаю, что ключевой проблемой будет поиск баланса в вопросе принятия решений между искусственным интеллектом и человеком, появление новых профессий и отмирание существующих. Будем ли мы готовы перейти на пожизненное обучение и саморазвитие, получение новых навыков и компетенций, чтобы остаться принимающими

решения специалистами? Или будем выполнять указания компьютеров там, где роботы и программы слишком дороги? Это, на мой взгляд, ключевая задача для решения сообществами профессионалов и обществом в целом.

**Дмитрий Пилипенко, компания SAP.** Ближайшие перспективы – это постепенное удешевление технологий. Через 10 лет их стоимость значительно упадет, и технологические новинки, которые сейчас являются очень дорогими, станут всем доступными.

Будут постепенно меняться технологические и бизнес-лидеры. Половина компаний из списка Fortune 500 за 2000 год уже не существуют, и эта тенденция сохранится. Поэтому существующим компаниям нужно серьезно задуматься о том, как меняться и как быстро меняться, какие инновации стоит внедрять, каким образом следует создавать центры для разработки новых технологий, акселераторы, надо искать и продвигать инициативных сотрудников.

Наконец, характерной чертой ближайшего времени станет отмирание многих профессий из-за внедрения искусственного интеллекта, развития машинного обучения, “экспансии” роботов. Бизнес ожидают большие инвестиции в переквалификацию сотрудников, уход от выполнения рутинных обязанностей к профессиональному труду.

**Алексей Кирченков, компания EPLAN.** Цифровое производство – неизбежность. Главная проблема, как всегда, – это люди, точнее вопрос их соответствия требованиям нового времени при смене существующего производственного уклада. В первую очередь – руководителей. Во вторую – специалистов. В третью – высвобождаемых масс людей, способных выполнять только ограниченный набор повторяющихся действий.

**Александр Леус, компания КРОК.** Одним из главных трендов перехода к Industry 4.0 станет внедрение на производствах технологий виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности, для совместного обозначения которых используют название XR. VR и AR кардинально изменят производственные процессы и подходы к обучению персонала промышленных предприятий. На российском рынке уже есть успешные пилотные проекты по применению дополненной реальности при обслуживании узлов и компонентов оборудования, которые продемонстрировали существенное повышение эффективности управления производственными активами. VR-технологии используются при обучении сотрудников, когда необходимо эмулировать реальные операции и процессы, с которыми сталкиваются специалисты предприятий в ходе своей ежедневной работы. VR-тренажеры позволяют отрабатывать отдельные технологические процедуры, связанные с обслуживанием оборудования, последовательность производственных операций, действия в нестандартных ситуациях. Благодаря высокой степени погружения в моделируемые сценарии сотрудники получают новый опыт, который сложно воссоздать в реальной жизни. Один из главных вызовов, с которыми уже в ближайшее время предстоит иметь дело предприятиям, – создание XR Ready инфраструктуры, то есть среды, полностью готовой к внедрению VR- и AR-приложений.

## Марсель Вальдхаузен, компания Hexagon PPM.

Единственное, что остается неизменным в этом мире, – это сами изменения, причем их скорость во всех областях человеческой деятельности только растет. А значит, и актуальность задачи внедрения принципов цифрового производства, которое уже является текущим этапом индустриального развития, становится для компаний с каждым годом все острее. Очевидно, что производители, которые успешно реализуют цифровые производственные процессы, с большой долей вероятности станут (новыми) лидерами. Например, производительность и уровень сложности некоторых кораблей, которые изготавливаются в странах Европы с традиционно более высоким уровнем цен, можно обеспечить только путем внедрения этих процессов. При этом мы видим, что стоимость труда в так называемых странах с дешевой рабочей силой стала подтягиваться к средне-европейскому уровню, соответственно и их конкурентоспособность в мировом кораблестроении упала. Однако они тоже прошли текущую фазу спада и начали инвестировать в цифровое производство, что дает им все шансы бороться за лидерские позиции.

Кроме того, некоторые маленькие компании-стартапы, которые полностью сделали ставку на принципы цифрового производства, сейчас успешно конкурируют с именитыми предприятиями и также стремятся занять ведущее положение в отрасли.

**Вячеслав Максимов, компания КРОК.** Уверен, что проблем будет много и многие из них будут неожиданными. Но сейчас важны не перспективы как таковые – производственным компаниям необходимо выживать на насыщенном, конкурентном рынке. Без перехода к Индустрии 4.0 это будет сделать сложно, так что внедрять технологии цифрового производства российские предприятия точно будут.

*Попробуем кратко подытожить мнения экспертов. Все, оказывается, не так уж и страшно, в смысле “если не успел – то опоздал”, хотя прозвучали и категоричные заявления в том духе, что не стать участником процесса цифровой трансформации рынка сегодня – значит остаться на обочине истории.*

*Безусловно, в настоящее время с проникновением элементов Industry 4.0 в промышленную сферу начинается формирование новой конкурентной среды, и передовые компании, которым удастся раньше других успешно внедрить технологии цифрового интеллектуального производства, займут гораздо более выгодное положение в своем рыночном секторе, чем их конкуренты. Более того, сами промышленники, как показывает наше обсуждение, допускают, что уже завтра работа в рамках Industry 4.0 может стать базовым требованием к производственной компании, присутствующей на рынке.*

*Тем не менее, это не означает, что мы приближаемся к некоему критическому рубежу, за которым не успевших вовремя добежать ожидает крах. Специалисты по-разному оценивают характер происходящих перемен. Одни говорят о том, что отечественная промышленность не может одним махом “шагнуть” в*

*Industry 4.0, требуется огромная подготовительная работа по решению фундаментальных технологических и организационных задач, в том числе на уровне государства. Другие полагают, что вопрос вообще так остро не стоит. Они считают, что концепция Industry 4.0 является логическим шагом по развитию и объединению существующих технологий, и, чтобы использовать ее инновационный потенциал, не требуется производить глобальные преобразования на предприятии, надо просто планомерно продвигаться в данном направлении, выбирая наиболее оптимальные пути.*

*В любом случае что же именно руководители компаний должны сделать, чтобы оценить свои возможности и цели для вхождения в эпоху Industry 4.0? Участники обсуждения солидарны в том, что начинать следует с определения уровня производственно-технологической и организационной зрелости предприятия, то есть оценки эффективности процессов управления и степени готовности информационных систем для освоения цифровых подходов. Это поможет сформулировать стратегию важнейших мероприятий и спланировать работы по поэтапному внедрению концепции Industry 4.0, начиная с тщательного выбора пилотного проекта.*

*Последний момент имеет принципиальное значение, и в отношении него высказавшиеся специалисты проявили полное единодушие. Начинать внедрение технологий Industry 4.0 нужно с того участка (возможно, это будет и наиболее проблемный для бизнеса функциональный блок), где наилучшим образом можно реализовать стратегию “быстрых побед” с целью оценки возможностей данной концепции. На этом направлении необходимо сконцентрировать определенные ресурсы и усилия предприятия, как технические, так и интеллектуальные, чтобы гарантированно получить результат. После того как предприятие получает наглядные доказательства того, что цифровизация несет несомненную выгоду, сфера охватываемых ею зон на предприятии стремительно расширяется.*

*Немаловажную роль в успешном прохождении по пути цифровизации может сыграть помощь, которую компании из числа как западных вендоров, так и отечественных интеграторов готовы оказать российским компаниям, – от оценки технологической зрелости их процессов и вплоть до разработки дорожной карты по внедрению цифровых технологий с их увязкой в единую концепцию, актуальную на долгосрочную перспективу, а также содействие в проведении самого процесса трансформации.*

*Формат заключительного редакционного послесловия никак не позволяет очертить даже основные итоги подготовленного обширного обсуждения, но после беглого просмотра читателя, заинтересованные в повышении уровня цифрового развития своих компаний, имеют возможность подробно ознакомиться со многими аспектами этих преобразований, а также с другой интересной информацией, в том числе о радужных перспективах цифрового комфорта, ожидающего нас уже в совсем недалеком будущем.*

Круглый стол провела Елена Васильева