

Круглый стол

Компоненты Индустрии 4.0: AR/VR-технологии

Современный бизнес вынужден находиться в процессе непрерывных изменений – бизнес-процессов, методов управления, технической и технологической базы. Это непреложный закон его развития и самого существования, который требует постоянно оптимизировать цикл создания новых продуктов, чтобы быстрее вывести их на рынок, первыми учесть ожидания потребителей, занять новые ниши, оторваться от конкурентов. Поэтому из огромного количества неустанно изобретаемых и предлагаемых бизнесу все новых технологий он стремится выбрать те инновации, которые помогают ускорить рабочие процессы, поднять уровень производственной эффективности, сократить издержки. Мы уже привыкли, что живем в информационном обществе, в котором информация является фундаментальной основой всех взаимодействий, и тот, кто лучше ею распоряжается, тот и в выигрыше. Однако с наступлением эпохи Больших данных и появлением Интернета вещей, запустившим процесс тотальной цифровой трансформации всех сфер жизни и производства, информационный взрыв привел к появлению таких невиданных объемов данных, что возможность успешно управлять этими данными чем дальше, тем больше заходит в тупик. Все новые поколения программного и аппаратного обеспечения, призванного обеспечивать обработку и представление информации, уже плохо справляются с этой задачей, и информационные коммуникации в бизнесе становятся все более затрудненными.

Закономерно, что поиски путей максимально эффективного представления большому количеству людей данных и обмена ими дали толчок бурному развитию технологий визуализации, позволяющих воспринимать информацию наиболее естественным для человека способом – с помощью органов чувств. И сегодня мы являемся свидетелями появления на свет разных типов “реальностей”, которые предоставляют людям невероятные по эффективности возможности взаимодействовать в виртуальной среде с физическими объектами и друг с другом. Технологии виртуальной и дополненной реальности, позволяющие в первом случае работать с

моделями создаваемых изделий с помощью естественных человеческих действий как с реальными объектами и во втором – “дополнять” физическую реальность необходимой информацией об имеющихся в ней объектах с помощью технических средств, таких как смартфоны, смарт-очки, шлемы, проекционные системы, уже получили устойчивый интерес со стороны промышленного бизнеса. Обсудить текущие возможности и перспективы развития AR/VR-технологий и их освоение российским индустриальным рынком мы пригласили за наш виртуальный Круглый стол специалистов западных и отечественных ИТ-компаний, а также представителей промышленных предприятий, обладающих экспертными, в том числе практическими, знаниями в данной области.

В Круглом столе принимают участие:

Эдуард Вазиров, инженер технической поддержки системы виртуальной реальности, ГК “ПЛМ Урал”;

Владимир Воркачев, директор Центра цифровых инноваций, ПАО “Газпром нефть”;

Виталий Данильчук, директор Департамента автоматизации производства, компания IBS;

Михаил Долматов, руководитель Центра виртуальных исследований, АО “Центр технологии судостроения и судоремонта” (АО “ЦТСС”);

Алексей Зеленцов, руководитель представительства в России, компания SENER;

Александр Киюц, инженер 2 категории высшей квалификации группы главного конструктора по информационным технологиям, АО ЦКБ МТ “Рубин”;

Владимир Ковалевский, технический директор, компания Pro|TECHNOLOGIES;

Сергей Ковалев, главный специалист по системам VR, ПАО “Судостроительная фирма “АЛМАЗ” (ПАО “СФ “Алмаз”);

Павел Кононов, главный инженер Дивизиона инженерных моделей, ГК “НЕОЛАНТ”;

Владимир Краюшкин, руководитель проектов, компания “Продуктивные технологические системы” (“ПТС”);

Иван Лаврентьев, специалист по VR-технологиям, компания Lenovo Russia;

Александр Лакизо, руководитель службы поддержки САПР FORAN, компания SENER;

Денис Мариненков, директор Дивизиона инженерных моделей, ГК "НЕОЛАНТ";

Артур Пярн, директор по решениям Департамента облачных услуг, компания Huawei Technologies;

Николай Сальников, заместитель директора Дивизиона инженерных моделей, ГК "НЕОЛАНТ";

Денис Сереченко, директор по развитию Департамента корпоративных решений, компания Huawei Technologies;

Илья Симонов, директор Центра виртуальной реальности, компания КРОК;

Вадим Тихонычев, консультант по клиентским системам, компания Dell EMC в России, Казахстане и Центральной Азии.

– Является ли применение AR/VR-технологий в промышленности принципиально новым способом решения тех задач, которые раньше выполнялись другими средствами, и следует ли ожидать, что развитие их потенциала вызовет к жизни идеологически новые процессы, с помощью которых будут создаваться новые продукты и объекты? Или все же мы имеем дело с совершенствованием привычных методов работы, только на новой технологической основе?

Эдуард Вазиров, ГК "ПЛМ Урал". Несомненно, применение AR/VR-технологий является новым подходом к решению задач, связанных с созданием новой продукции. Благодаря максимально реалистичному погружению в виртуальную среду, которое обеспечивают средства AR/VR, мы можем увидеть такие нюансы исследуемого объекта, которые трудно оценить даже на хорошо проработанной CAD-модели и плоских чертежах. Однако эти технологии основаны на привычных со школьной скамьи фундаментальных дисциплинах – математике, геометрии, физике, черчении, изобразительном искусстве, психологии и многих других, с помощью которых мы привыкли воспринимать и познавать мир. Поэтому большинство людей видит практическое применение AR/VR-технологий только в индустрии развлечений. Но возможности AR/VR для применения их в инженерной сфере весьма велики.

Используя дополненную и виртуальную реальность, инженеру легче проектировать, решать рабочие проблемы, доносить информацию до исполнителя и потребителя. Не говоря уже о том, что далеко не каждый обладает пространственным мышлением, и даже тем, кто им обладает, бывает трудно оценить "на глаз" проект, устройство той или иной детали, соединительного узла. Новые технологии визуализации, такие как AR/VR, обладают высоким потенциалом и, конечно, меняют подход к решению инженерных задач.

Вадим Тихонычев, компания Dell EMC. Принципиально новым способом решения задач производства технологии AR/VR назвать нельзя, но это серьезный game changer-фактор, который позволит в будущем со-

кратить производственный процесс и существенно увеличить КПД персонала.

Виталий Данильчук, компания IBS. После того как прошел пик внимания к этому ИТ-тренду, рынок сам расставил все на свои места. В одних проектах данная технология расширяет возможности визуализации уже существующих выстроенных процессов, придавая им дополнительную эффективность, но не делая революционного прорыва (пример – демонстрация модели объекта строительства или системы мониторинга технологических параметров), в других – открывает новые направления и возможности (удаленное управление процессами в реальном времени).

Артур Пярн, компания Huawei Technologies. Сейчас наметился новый технологический тренд – предоставление AR/VR-решений из облака, когда рендеринг идет не на устройства заказчика, а в облачной среде. Недавно открытая лаборатория Huawei по технологиям виртуальной реальности Huawei VR OpenLab представила прототип системы для своего решения E2E Cloud VR. Оно интегрирует облако, канал и устройство и создает единую платформу для различных сценариев использования, в том числе для промышленных решений. С учетом того, что сейчас облачные сервисы включают в себя комплексные решения по обработке данных, средства проектирования и конструирования, большие вычислительные возможности, это может сделать технологии AR/VR для промышленности более доступными.

Александр Киюц, АО ЦКБ МТ "Рубин". В судостроении, как и в других отраслях промышленности, долгое время применялся объемный метод проектирования на основе натурных или масштабных макетов судов в целом или отдельных насыщенных помещений – отраслевые стандарты на данный метод проектирования были введены еще в 70-ых годах прошлого века. С появлением САПР, способных отображать и обрабатывать модели помещений и судна в целом, применение объемного метода проектирования на основе макетов стало нецелесообразно. Технологии виртуальной реальности позволяют снизить или совсем исключить необходимость постройки дорогостоящего физического макета. Применение данных технологий на ранних стадиях проектирования дает возможность генеральному конструктору и заказчику оценить общую компоновку судна и при необходимости внести изменения в проектные решения до выпуска КД и постройки судна.

Михаил Долматов, АО "ЦТСС". AR/VR-технологии – это принципиально новые подходы, позволяющие представить результаты проектирования на качественно ином уровне и в ряде случаев дающие возможность отказаться от традиционно применяемого натурного макетирования. При выполнении эргономических исследований VR-технологии особенно эффективны при использовании в комплексе с системами трекинга для автоматизации трассировки действий персонала или с системами обратной тактильной связи для отработки операций монтажа/демонтажа и обслуживания сложного оборудования в стесненных условиях. Применение AR-технологий позволяет специалисту при обслуживании оборудования получать информацию в удобном виде без использова-



Эдуард Вазиров,
ГК "ПЛМ Урал"



Владимир Воркачев,
ПАО "Газпром нефть"



Виталий Данильчук,
компания IBS



Михаил Долматов,
АО "ЦТСС"



Павел Кононов,
ГК "НЕОЛАНТ"

ния бумажных или дополнительных электронных носителей информации.

Иван Лаврентьев, компания Lenovo.

VR-технологии вышли на масс-маркет около трех лет назад, чему предшествовало появление соответствующих концепций и первых устройств. Компания Lenovo присутствует на VR-рынке порядка двух лет, и на базе этого опыта могу сказать, что использование VR не совершит глобальной ре-

волюции, но эти технологии позволяют полностью погрузиться в проект, значительно облегчая восприятие информации, прекрасно визуализируют ее по сравнению с плоскостным представлением и оптимизируют работу. Таким образом, это, конечно, не революция, а новый, более удобный и эффективный, формат работы с привычными данными.

Александр Лакизо, компания SENER. Сама по себе технология виртуальной реальности не является новой. В Системе FORAN эта технология появилась 20 лет назад.

Проблемы, возникающие при проектировании, которые сегодня решаются с помощью VR, раньше решались классическим методом "проб и ошибок". Были 3D-модели, обычные или масштабируемые, но тем не менее в основном работа велась с реальными изделиями, что вносило определенную степень неопределенности, которая влияла на производительность и сказывалась на сроках сдачи продукции. По этой причине зачастую инновации приносились в жертву уже готовым, проверенным и работающим решениям. В современном мире высоких скоростей и конкуренции эти способы работают плохо, поскольку требуют больших усилий и времени.

Владимир Воркачев, ПАО "Газпром нефть".

Современные технологии открывают огромные возможности для бизнеса, снимая часть когнитивных ограничений человека и позволяя расширить горизонты воспринимаемой им информации. Технологии виртуальной и дополненной реальности сегодня одновременно способствуют и росту скорости принятия решений, и повышению их качества, когда дело касается задач проектирования объектов капитального строительства или приемки результатов проектирования от проектных институтов. Разработка и внедрение подобных технологий являются частью технологической политики Блока логистики переработки и сбыта ПАО "Газпром нефть". На сегодня наш опыт в разработке и применении подобных решений составляет более двух лет, и мы считаем важным озвучить рынку новые требования к проектированию и передаче



Иван Лаврентьев,
компания Lenovo



Александр Лакизо,
компания SENER



Денис Мариненков,
ГК "НЕОЛАНТ"



Артур Пярн,
компания Huawei Technologies



Алексей Зеленцов,
компания SENER



Александр Киюц,
АО ЦКБ МТ "Рубин"



Владимир Ковалевский,
компания Pro|TECHNOLOGIES



Сергей Ковалев,
ПАО "СФ "АЛМАЗ"

3D-моделей. При строительстве новых крупных установок на нефтеперерабатывающих заводах в компании уже сейчас применяется цифровое проектирование – все предлагаемые решения оцифровываются и загружаются в виртуальные модели. Во все информационные 3D-модели встраиваются виртуальные туры на основе фотопанорам, выполняется привязка к графику строительства и поставки материально-технических ресурсов. Прямо из своего офиса инженер в VR-очках может совершить рабочее путешествие по объекту, который находится за тысячи километров. Такой подход уже на этапах пилотных проектов позволил снизить многие риски и показал дальнейшую эффективность развития данного направления.

Владимир Краюшкин, компания "ПТС". Я думаю и уверен, что почти все IT'шники от дискретного производства наверняка согласятся в той или иной степени с тем, что сейчас на ранних стадиях внедрения цифровой трансформации производства применение VR и AR на традиционных этапах жизненного цикла изделия – это просто улучшение информативности производственных процессов на соответствующих этапах. И в любом случае применение VR ли, AR ли – это пока лишь дополнительные средства в репертуаре информационных технологий, применяющихся на современном производстве. А если взять чуть шире – то и на всем ландшафте процессов ЖЦИ. Пока лишь. И сейчас. Возможно, когда-либо в будущем количественные изменения в "широте" приме-

нимости этих технологий революционно изменят и состав этапов ЖЦИ. Но пока что, повторю, AR/VR – это лишь вспомогательные инструменты в арсенале информационных технологий, применяющихся на современном производстве.

Павел Кононов, ГК "НЕОЛАНТ".

Любые технологии, применяемые в промышленности, должны способствовать повышению безопасности производства и снижению себестоимости эксплуатации предприятия. Большинство плановых мероприятий, проводимых на производстве, регулируются контролирующими органами (Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору, Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и т.д.) и достаточно жестко регламентированы. Сложно сказать, куда повернет развитие технологий и законодательства в долгосрочной перспективе, но, на мой взгляд, в ближайшем будущем появление принципиально новых процессов маловероятно, поскольку нет



Владимир Краюшкин,
компания "ПТС"



Николай Сальников,
ГК "НЕОЛАНТ"



Денис Сереченко,
компания Huawei Technologies



Илья Симонов,
компания КРОК



Вадим Тихонов,
компания Dell EMC

выгодоприобретателей. Развитие потенциала AR/VR-технологий не отменит проведение существующих регламентных мероприятий, а значит, увеличит количество персонала и стоимость эксплуатации.

Но для модернизации текущих бизнес-процессов технологии AR/VR вполне применимы. Например, для одного из наших заказчиков, компании ПАО «ФСК ЕЭС», мы внедрили AR-технологии в процесс проведения оперативных переключений на электроустановках. Процедура происходит следующим образом: на объект, который находится на расстоянии нескольких сотен метров, выдвигаются два сотрудника предприятия – один зачитывает инструкцию, а второй выполняет ее по пунктам. Внедрение в данный процесс AR-очков позволило воспроизводить инструкцию в дополненной реальности, а это значит, что второму сотруднику теперь необязательно присутствовать на месте проведения переключений. Дополнительным бонусом применения AR-очков также является возможность видеофиксации, которая значительно упрощает процесс выявления проблемы в случае аварии.

Основным же препятствием для использования этих технологий в промышленных масштабах является достаточно высокая стоимость оборудования для AR/VR. Пока эта тенденция сохраняется, будет сложно продвигаться дальше опытных образцов и пилотных проектов.

– На каких этапах проекта создания промышленных изделий и объектов наиболее эффективно применение технологий дополненной и виртуальной реальности? В каких случаях целесообразно использование одной, а в каких другой технологии?

Владимир Ковалевский, компания Pro | TECHNOLOGIES. Если ответить кратко – на всех! На этапе концептуальной проработки проекта изделия технологии VR/AR (в первую очередь VR) позволяют очень наглядно и точно, в реальном масштабе, увидеть дизайн изделия, его компоновку. На этапе детальной конструкторской проработки при помощи VR/AR разработчики могут предусмотреть и учесть такие нюансы, которые просто невозможно заметить на «плоском» мониторе и уж тем более на бумаге. Наш стратегический заказчик, РКК «Энергия», уже применяет эти технологии именно для таких целей. На этапе технологической подготовки производства технологии VR/AR (в данном случае речь идет в первую очередь уже об AR) оказываются крайне полезны и эффективны в качестве дополнения к технологической документации для сборочных операций сложных изделий. Этап эксплуатации (в том числе и первоначальный монтаж изделий) – отдельное широкое поле для применения в первую очередь AR, что обусловлено причинами как объективного, так и психологического характера – начиная с того, что AR-технологии позволяют наглядно совмещать визуализацию с реальными данными о текущих параметрах работы оборудования в режиме реального времени (совмещение AR с «Интернетом вещей») и заканчивая тем, что у нас инструкции по монтажу и эксплуатации никто не читает не только в быту, но и при выполнении производственных задач даже в области создания высокоответственных изделий (и тому есть масса

примеров), а вот виртуальные AR-инструкции нравится смотреть всем.

Илья Симонов, компания КРОК. Пока нет единой методологии, но в настоящее время тестируется подход, когда и AR-, и VR-технологии можно использовать на всех этапах разработки изделий и дальнейшего прототипирования. С их помощью можно согласовывать проекты в едином виртуальном пространстве, а также использовать 3D-модель, накладывая ее на реальный объект. Эти технологии могут также с успехом применяться в процессе обучения и при продвижении продукта на рынке. Сейчас эти подходы только внедряются на производстве, и их эффективность остается не до конца понятой из-за технологических и эксплуатационных ограничений. Например, те же очки Microsoft HoloLens имеют интересную концепцию, но на сегодняшний день – это пока хорошее демо возможностей, а не рабочий инструмент для проектировщика.

Виталий Данильчук, компания IBS. Технологии родственны, но их основные принципы и сценарии применения отличаются. AR используется на этапах Construction/Use, когда необходимо дополнить реальную визуализацию (например, при использовании real-time-параметров работающего оборудования в процессе обходов). VR используется, когда реальная визуализация недоступна или сложно реализуема, скажем, на этапах Prototype/Design (пример – моделирование на основе сводной модели совокупных свойств проектируемого изделия без физического прототипа).

Эдуард Вазиров, ГК «ПЛМ Урал». В рамках жизненного цикла изделия виртуальную и дополненную реальность логично использовать после создания основной CAD-модели, поскольку именно на основе 3D-модели моделируется с помощью AR/VR-средств окружение изделия, имитирующее условия, в которых оно будет функционировать, и производится всесторонняя оценка его поведения при реальной эксплуатации.

Александр Киюц, АО ЦКБ МТ «Рубин». Технологию виртуальной реальности целесообразно применять на стадиях, когда нет еще реального объекта, то есть на стадии проектирования, оценки эргономики, приемки заказчиком проектных решений, подготовки обслуживающего персонала. Технологию дополненной реальности эффективно использовать на этапах повышения квалификации обслуживающего персонала, текущего ремонта и утилизации. Совместное применение интерактивных электронных технических руководств и AR позволит существенно повысить качество обучения обслуживающего персонала и сократить сроки обучения.

Павел Кононов, ГК «НЕОЛАНТ». VR-технологии лишают пользователей возможности видеть то, что происходит вокруг, поэтому их использование рядом с опасным технологическим оборудованием исключено. Они применяются для обучения сотрудников, имитации технических процессов, то есть для «погружения» человека в виртуальную среду для дальнейшего взаимодействия с моделированными объектами. Приведу пример. У одного из наших заказчиков, ПАО «Газпром нефть», в районе Крайнего Севера есть предприятия. Представьте, насколько трудно организовать туда выезд руководящего состава для проведения оперативных совещаний. Перелет в одну

сторону может занимать несколько суток, и собирать подобные совещания ежемесячно означает тратить 20-30% рабочего времени просто на передвижение. Решить проблему помогла технология VR-облетов и сферических туров. На объект отправили специалистов по 3D-съемке, которые смонтировали тур, отображающий текущее состояние объектов. С помощью VR-очков участники совещания получили возможность “пролететь” над производственной площадкой “на вертолете”, не выходя из офиса в Санкт-Петербурге. Как мы видим, VR-технологии позволяют сэкономить огромное количество времени, а также финансы.

Спектр применения AR-технологий несколько шире. Очки дополненной реальности не перекрывают полностью обзор ближайшего окружения, поэтому их использование внутри помещений цехов допустимо. Спектр применения AR-технологий для помощи оперативному персоналу безграничен – это и визуализация инструкций, и удаленная консультация высококвалифицированных специалистов с видеотрансляцией происходящего, и видеофиксация оперативных действий. Основным недостатком, как я уже упоминал, является высокая стоимость аппаратной составляющей данной технологии, но анонсированные Apple и Google AR-технологии для разработчиков, адаптированные под мобильные устройства, позволяют предположить, что в течение нескольких ближайших лет основным средством взаимодействия с дополненной реальностью станет смартфон. В этом случае среди промышленных предприятий стоит ожидать высокого спроса на внедрение решений, основанных на технологиях дополненной реальности.

Иван Лаврентьев, компания Lenovo. По опыту работы с разработчиками софта и участия в различных бизнес-кейсах, могу сказать, что VR-технологии идеально подходят для работы с объемными объектами. Также VR подходит для дистанционного обучения и тренингов для специалистов. Когда нет возможности пригласить 30-50 человек, например к буровой установке, всегда можно продемонстрировать им процессы сборки и эксплуатации на объемных моделях. AR-технология больше связана с нашей действительностью, ее можно реализовывать в повседневной жизни и рабочей деятельности. Одна из областей, где

весьма эффективно применение AR-средств, – складское обслуживание, когда благодаря дополненной реальности уже нет необходимости ходить со сканером и считывать штрих-коды каждой полки на складе. В специальных очках вы просто смотрите на стеллажи, и у вас появляется визуальная информация о том, что там хранится, в каком количестве, откуда поступил заказ. Это – будущее складов А++.

Сергей Ковалев, ПАО “СФ “АЛМАЗ”. Как показывает практика, эти технологии могут быть полезны на любом этапе проектирования, но наиболее эффективно их применение тогда, когда еще не начата работа по строительству. Инструменты дополненной реальности более мобильны и могут применяться на строящихся объектах для предоставления оперативной информации по монтажным работам. Но до настоящего времени мы пока не увидели решения, позволяющего эффективно решать задачи в судостроении.

Михаил Долматов, АО “ЦТСС”. Применение виртуальной реальности, действительно, наиболее эффективно на ранних стадиях проектирования, поскольку позволяет выполнить оценку принимаемых решений, поиск ошибок и несогласований, например при выполнении работы над одним проектом группой специалистов профильных подразделений. Целесообразность применения AR-технологии должна определяться исходя из потребности заказчика в подготовке интерактивных инструкций по монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию проектируемого изделия, так как это требует дополнительных затрат, которые должны быть учтены при определении стоимости проектных работ.

Алексей Зеленцов, компания SENER. Технология дополненной реальности наиболее востребована для задач производства, сопровождения и эксплуатации. Технологии виртуальной реальности обладают широким спектром применения, начиная с этапа эскизного проекта и заканчивая этапами эксплуатации и сопровождения изделий любой сложности. Виртуальная реальность оптимальна для создания прототипов изделий, проектирования и для маркетинговых целей. Кроме того, применение VR эффективно для решения задач создания и оптимизации производственных процессов.

В течение ограниченного времени действуют скидки на Creo 5.0!

+7 (495) 66 335 88
office@pro-technologies.ru
pro-technologies.ru



creo



– Очевидно, что в области разработки продуктов наиболее сложной сферой применения AR/VR-технологий, где, однако, их использование способно дать высокий эффект, является проектирование сложных многокомпонентных изделий с длительным циклом производства и эксплуатации, например продукции судостроительной, авиационной промышленности. Сборка таких изделий в среде виртуальной реальности требует оперирования в реальном времени колоссальными объемами разнородных данных из различных источников – САПР, расчетных систем, ИТ-систем (PLM, ERP, CRM) и проч. Соответственно, специализированные VR-приложения, предназначенные для интеграции с этими системами, визуализации данных и обеспечения их взаимодействия с VR-устройствами, должны обладать особыми мощными возможностями. Предлагают ли рынок решения, которые уже сегодня могут справиться с задачами такой сложности? Какой конкретно функционал они предоставляют?

Владимир Краюшкин, компания “ПТС”. Безусловно, сборка сложных изделий требует работы с большим количеством гетерогенных данных. Только зачем там VR? Там и тогда, когда “сводятся” вместе модели из разных САПР и расчетных систем? Давайте посмотрим, как происходит процесс проектирования сложных многокомпонентных изделий на реальном современном производстве. Там квазипараллельно идет проектирование в системах, сложность которых на порядки меньше сложности конечного изделия. “Изолированно” внутри процессов проектирования любой системы сложного изделия (топливной, электроснабжения-электрораспределения, гидравлической и проч.) мощностей сегодняшнего дня достаточно и даже более чем достаточно для AR- или даже VR-сопровождения процессов разработки, если оно там вообще нужно. Напомню, что любая современная САПР – по сути VR-среда, в которой работает проектант: все, что делается на рабочем месте дизайнера, – это работа над виртуальным объектом в виртуальной же среде.

Как правило, единственные задачи, которые требуют “посмотреть” весь проект целиком, – это DMDR (Digital Mock-Up Design Review) – регулярная проверка готовности проекта разработки изделия коллективом разных специалистов с возможностью визуализации результатов пространственного анализа на непротиворечивость сборки, кинематических особенностей взаимозависимостей составляющих в сборке, результатов прочностного, вибрационного, теплового и прочих видов анализа. И для всего этого пока что хватает мощностей современной информационной техники. Более того, все ведущие разработчики современных промышленных САПР (наиболее “прожорливых” в части программных 3D-средств современного производства) для такого рода задач специально применяют упрощенное 3D-представление. Взять хотя бы Siemens PLM с его JT-форматами, предназначенными

именно для этих задач. Так что наша компания пока что не видит принципиальной необходимости в повышении производительности технических средств для применения VR или AR в процессах сборки обозначенных выше изделий. А вот некоторые преимущества применения VR, а уж AR – обязательно и непременно – готово даже показать.

Только заметьте, технические возможности любого устройства VR, а также AR (“умные очки”, Head-Up Device и т.д.) – на порядки “жиже”, слабее, чем у типовой “обыкновенной” рабочей станции САПР. Таким образом, преимущества применения VR и AR видятся не столько в использовании еще более высокопроизводительного оборудования для реализации этих технологий (тем более что это не совсем так), сколько в разработке методологии “умного” применения таких технологий на том или ином этапе. И вот тут мы не видим различия между VR и САПР индустриального уровня (типа нашего любимого CREO, не менее мощной CATIA или всепроникающего во все 3D-задачи NX).

То есть, я хочу сказать, что при проектировании, даже с использованием мультиСАПР’овских инфраструктур, применение VR вряд ли даст какой-то новый интересный технологический эффект. Зато более простая технология AR, менее требовательная к техническим особенностям применяемого оборудования, как раз сможет упростить многие процессы, особенно на стыке применения с другими системами. Только при этом, и кстати, в полном соответствии с идеологией Industrie 4.0, процессы разработки и интеграции разнотипных корпоративных информационных систем надо выстраивать уже в концепции цифровой трансформации производства – IoT/IIoT. И компания ПТС как раз поставляет AR-систему, вернее несколько вариантов AR-систем, для выполнения сопровождения типовых задач IoT/IIoT. При этом мы рекомендуем рассматривать применение AR не как дополнение к САПР (VR) для связи с другими корпоративными системами, а как визуализационный компонент системы IoT/IIoT.

Артур Пярн, компания Huawei Technologies.

С точки зрения Huawei, облачные сервисы AR/VR, интегрированные с другими облачными ИТ-системами, такими как PLM, ERP, CRM, системами САПР, размещенными на облачных графических станциях, могут предложить решение данной задачи с приемлемыми для предприятия затратами. В этом случае предприятию не нужно вкладываться в развитие инфраструктуры для ИТ-систем, все необходимые сервисы можно арендовать по модели ежедневной подписки. Облако предлагает огромные мощности для размещения данных систем, и заказчик может воспользоваться масштабированием нагрузки по мере необходимости.

Эдуард Вазиров, ГК “ПЛМ Урал”. Использование решений виртуальной и дополненной реальности в силу их высокой стоимости нецелесообразно для выполнения обычных бытовых задач. Применение AR/VR эффективно в комплексных проектах, где нужно контролировать различные процессы, где можно множество раз создавать варианты жизненного цикла изделий, не переживая за финансовые, кадровые и временные ресурсы. На рынке уже есть достойные программы, которые отвечают данным требованиям. Например, система виртуальной реальности

IC.IDO французской фирмы ESI. Данный пакет обладает мощными средствами оценки изделий. Так, у программы имеется собственная графическая платформа (движок), с помощью которой пользователь может задавать исследуемым трехмерным объектам свойства твердых тел и моделировать для них возможные коллизии. Кроме того, на сегодняшний день ни у какой другой системы VR кроме IC.IDO нет возможности задавать объектам свойства гибких тел. Благодаря этому в IC.IDO у инженеров появляются новые возможности по оценке качества изделия. На ранних этапах проектирования, когда изделие еще не создано, разработчики могут найти недопустимые ошибки с точки зрения работоспособности, безопасности эксплуатации, удобства использования и обслуживания и исправить их, причем делать это можно бесчисленное количество раз, тем самым экономя огромную сумму денег. IC.IDO помогает также в обучении персонала. Люди не подвергаются риску, получая опыт в виртуальных комнатах, а не в стрессовых ситуациях, в плохих климатических условиях, в радиационной среде, что помогает сохранить их здоровье. IC.IDO также обладает достаточно фотореалистичной и красивой подачей презентуемых изделий.

Посмотрим на преимущества использования AR/VR-технологий, например, в судостроении. Скажем, судостроительное бюро ведет проект разработки и строительства нового военного корабля, и ему необходимо максимально исключить прошлые недоработки. Современные технологии позволяют спроектировать корабль в виртуальной среде, задать ему приближенные к реальности нагрузки и "проиграть" различные жизненные циклы всего проекта, выбрав из них самый удачный, без необходимости создавать дорогостоящие промежуточные физические прототипы. А когда

корабль уже смоделирован, с помощью технологий AR/VR легче контролировать процессы эксплуатации и обслуживания. Студенты, моряки, офицеры, которым, возможно, предстоит служить на этом корабле, могут досконально изучить его, не посещая доки, только на основе подробно спроектированной 3D-модели, включающей все имеющиеся на судне системы, – специализированные VR-приложения, предназначенные для интеграции с этими системами, визуализации данных и обеспечения их взаимодействия с VR-устройствами, обладают для этого мощными возможностями.

Александр Киюц, АО ЦКБ МТ "Рубин". Существующие VR-приложения недостаточно эффективны при обработке больших объемов данных, которые генерируются, например, при проектировании судна в целом. Для отображения целиком судна приходится проводить работу по уменьшению детализации проектной модели, подготавливать отдельную модель для визуализации, что занимает много времени и не позволяет в реальном времени оценить работу конструкторов. Интересное решение Virtual Model (ViMo) было опубликовано в 2015 году компанией ThyssenKrupp Marine Systems GmbH – OU Submarines, которое позволяет в реальном времени определять необходимую область модели для отображения. Однозначно то, что разработчикам VR-приложений есть куда стремиться, чтобы удовлетворить потребности заказчиков из судостроительной, авиационной и других отраслей промышленности.

Денис Мариненков, ГК "НЕОЛАНТ". На мой взгляд, существуют две проблемы, препятствующие полноценному применению AR/VR-технологий непосредственно при проектировании сложных изделий и инфраструктурных объектов.



Программное обеспечение со скидкой до 60%

Субсидии на решения



междисциплинарный инженерный анализ



моделирование термообработки, литья, сварки, штамповки



управление жизненным циклом изделия



программирование станков с ЧПУ и роботов



моделирование обработки металлов давлением

ГК «ПЛМ Урал» – российский интегратор комплексных CAD/CAM/CAE/CAI/PDM/MES/QMS решений, предназначенных для сопровождения изделия на всех этапах его жизненного цикла.





Подробнее
soft.plm-ural.ru

Первая проблема связана с недостаточными техническими возможностями AR/VR-гарнитур для работы со сложными инженерными объектами, состоящими из большого числа комплексных компонент. Инженерные расчеты – это дополнительный слой многомерных данных, визуализация которых крайне затруднительна на AR/VR-устройствах.

Вторая проблема – отсутствие полнофункциональной САПР, максимально адаптированной для работы в идеологии AR/VR. Несмотря на достаточно развитый рынок САПР все сегодняшние решения адаптированы для работы “за столом”. Пока нет виртуального инструмента, с помощью которого можно легко и быстро создать трехмерный инженерный объект, как в стандартной “настольной” САПР.

Ведущие разработчики пытаются решить данную проблему, и уверен, что в скором времени мы увидим новые САПР, изначально созданные для работы в AR/VR. Существующие же решения нацелены не на улучшение процесса проектирования, а на повышение качества проектных решений за счет дополнительных инструментов визуализации сложных инженерных объектов, которые дают возможность менять режимы представления, оценивать объект “изнутри”, изучать его в максимальном приближении вплоть до самых миниатюрных компонентов изделия. Появляется возможность реальной коллективной работы над одним объектом несколькими проектировщиками. Команда специалистов, взаимодействуя в AR/VR с одним объектом, но с разных позиций, способна обнаружить ошибки, скрытые от проектировщика, который работает с “обычной” САПР.

Илья Симонов, компания КРОК. В сфере разработки сложных изделий преимущественно применяются решения, интегрированные с PLM, в частности с САПР, для отработки компоновки, эргономики, проверки собираемости и удаленного коллективного согласования и принятия решений. Также такое ПО может интегрироваться с системами обратной связи, так называемыми Haptic-технологиями. Данные технологии широко распространены в области проектирования комплексных объектов (судостроение, авиастроение, автомобилестроение, строительство), где создание виртуальных прототипов наиболее целесообразно и обоснованно. Если говорить об интеграции с CRM, то эта функциональность уже используется в продажах – VR/AR-решение позволяет не только продемонстрировать возможности продукта, но и провести связь с информационной составляющей проекта (время, клиент, местоположение и т.д.). Компанией КРОК выполнен целый ряд проектов с такой реализацией, например в фармацевтической отрасли.

В сфере обучения персонала уже на этапе разработки VR-курсов продумывается интеграция с системой управления обучением LMS (Learning Management System). Это позволяет легко контролировать процесс обучения, понимать, где и когда сотрудник совершил ошибку, также это дает возможность предоставить обучаемым оперативную обратную связь. Например, для крупной газораспределительной компании мы разработали VR-приложение, предназначенное для удаленной отработки последовательности операций при обслуживании оборудования. Такие проекты позволяют до двух раз снизить расходы на обучение производственного персонала.

Сергей Ковалев, ПАО “СФ “АЛМАЗ”. Технологии VR в первую очередь загружаются на графическую карту, весь же процесс вычислений выполняет, как правило, остальная аппаратная часть на клиент-серверной стороне. Это – правильный баланс распределения нагрузки в обработке и передаче данных. Если мы говорим о работе в среде VR, следует помнить о специфике работы каждого предприятия в целом. Есть наработки для судостроения таких компаний, как AVEVA, которые имеют богатый опыт. Надеемся, что в ближайшее время увидим продукты, способные если не полностью, то хотя бы частично решать судостроительные задачи более-менее эффективно.

Михаил Долматов, АО “ЦТСС”. Представленные на российском рынке специализированные VR-приложения зарубежного производства (например, TechViz), представляют собой “буферное” программное обеспечение, выполняющее функцию подготовки и передачи трехмерных данных из исходной среды проектирования (ограниченный набор САПР) в системы виртуального прототипирования различных конфигураций без изменения исходных данных. Эти приложения построены по модульному принципу и предоставляют возможность создавать виртуальный макет на основе трехмерных моделей из САПР, а также позволяют взаимодействовать с виртуальным окружением в реальном времени, в том числе с отдельными компонентами в составе изделий. При этом исходная модель САПР изменениям не подвергается.

Применение подобных программных решений требует наличия набора специализированного программного обеспечения, включающего САПР, которое исключит потери при отображении данных за счет использования “родной” среды, а также обеспечит возможность внесения изменений в первоначальный проект изделия.

Появившийся недавно российский аналог зарубежных приложений VR Concept (разработчик ООО “ВР Концепт”) позволяет создавать виртуальное пространство на основе данных, получаемых в универсальных форматах из различных САПР, то есть без необходимости использования исходной среды проектирования. Опытное внедрение данного программного решения для применения в судостроительной отрасли началось еще в 2016 году на базе АО “Центр технологии судостроения и судоремонта” (Санкт-Петербург) и продолжается по настоящее время.

Опыт АО “ЦТСС” показывает, что проблема необходимости взаимодействия с “колоссальными объемами разнородных данных” в зависимости от рассматриваемой предметной области сильно преувеличена, поскольку при выполнении конкретных задач работа выполняется с ограниченным набором информации. Например, при выполнении эргономических исследований объекты часто упрощаются и представляются без внутреннего наполнения или изделие разделяется на подсистемы, которые рассматриваются отдельно.

Александр Лакизо, компания SENER. Как уже говорилось, сама по себе технология виртуальной реальности не нова. Например, в Систему FORAN она была внедрена еще 20 лет назад. Что действительно является новым, это широкие возможности нового аппаратного обеспечения и его доступность практически для всех, как

в бытовом, так и в промышленном применении, с очень широким ассортиментом и диапазоном цен. Сегодня существуют устройства и аппаратные средства, способные управлять не только сложными изделиями, но даже целыми производствами, на которых эти изделия изготавливаются. Например, можно визуальнo планировать и оптимизировать производственные процессы, устранять “узкие места”, производить оптимизацию склада, что позволяет реализовать оперативную систему производства с нулевым уровнем запасов, оценивать эргономику рабочих мест и т.д.

– Перспективными областями применения AR/VR-технологий следует, видимо, считать еще и задачи проектирования, строительства и эксплуатации промышленных и инфраструктурных объектов, а также разработку месторождений нефти и газа. Какие преимущества может дать использование данных технологий в связке с BIM и ГИС?

Алексей Зеленцов, компания SENER. Виртуальная реальность является своеобразным мостом между разными участниками из разных отраслей промышленности. Например, конструкторы применяют в своей работе BIM/ГИС на протяжении многих лет. Они пользуются тяжелым специализированным ПО, которое, будучи весьма дорогостоящим, недоступно всем остальным. Другими словами, только 5-10% участников процесса могут работать с этой информацией. Технологии виртуальной реальности делают эту информацию доступной гораздо более широкому кругу людей – подрядчикам, заказчику, конечным пользователям и т.д.

Виталий Данильчук, компания IBS. Использование этих технологий актуально в различных ситуациях и для решения разноплановых задач, связанных с необходимостью быстрого реагирования (при управлении процессом бурения сложных скважин, визуализации проектных решений в строительстве, создании пространственных моделей, фасадных решений и т.д.). Например, при проектировании строительства бизнес-центра инвестору будет гораздо проще выбрать оптимальный по стоимости и характеристикам вариант реализации фасадных решений, если у него есть наглядная визуализация. Раньше эту задачу выполняли макеты, но их подготовка требует больших временных и материальных ресурсов и ограничена с точки зрения количества предоставляемых вариантов.

Денис Мариненков, ГК “НЕОЛАНТ”. Многие функции по сопровождению и контролю процесса строительства промышленных и инфраструктурных объектов требуют физического присутствия специалистов, не участвующих непосредственно в строительных и монтажных мероприятиях, при этом объекты часто расположены в труднодоступных местах. Комплексное применение AR/VR-решений совместно с технологиями информационного моделирования (BIM) и панорамирования способно обеспечить эффект виртуального присутствия на объекте. Преимущества применения данных технологий очевидны: они существенно сокращают временные и

материальные затраты на логистику, гарантируют производственную безопасность, предоставляют возможность комплексного анализа ситуации на объекте строительства в виртуальном пространстве.

Необходимо отметить особую значимость AR/VR-технологий при обучении и тренировках персонала, участвующего в эксплуатации сложных промышленных и инфраструктурных объектов. Только с их помощью можно технически реализовать имитацию всех возможных штатных и аварийных ситуаций.

Эдуард Вазиров, ГК “ПЛМ Урал”. Использование AR/VR при BIM-проектировании, а также совместно с ГИС целесообразно и перспективно. Данные технологии приближают разработчиков к лучшему пониманию процессов проектирования, строительства, эксплуатации промышленных и инфраструктурных объектов. Эффективнее с их помощью контролируются и коммуникационные сети и узлы объектов.

На этапе эксплуатации “умных” объектов организации, управляющие компаниями или собственники могут с помощью гаджетов дополненной реальности контролировать инженерные сети и внутренний климат, предпринимать соответствующие действия для обеспечения безопасности людей от различных угроз. В гражданском строительстве гаджеты дополненной реальности могут помочь в выборе планировок и дизайна квартир. Однако на этапе покупки покупателям важна в большей степени выгодность сделки, а не зрелищность подачи объекта, поэтому такая практика пока не сильно популярна. При этом имеет значение, конечно, и уровень инвестиций в проект.

Илья Симонов, компания КРОК. В сфере строительства интеграция VR с технологиями BIM помогает ускорить работу над проектами, сделать ее более наглядной и избежать ошибок еще на начальных этапах проектирования зданий и сооружений. При разработке месторождений нефти или газа визуализация геологических данных, например полученных в ходе исследований шельфа, в среде виртуальной реальности является особенно наглядной. Для этого необходимо, однако, использование рабочих станций на базе производительных вычислительных кластеров и профессиональных систем визуализации. VR также можно применять при проектировании и строительстве буровых платформ с целью сокращения сроков принятия решений за счет удаленного и быстрого согласования проектов в VR-среде.

Иван Лаврентьев, компания Lenovo. BIM – это, как известно, информационное проектирование зданий, а виртуальная реальность как раз очень удобна для работы с 3D-проектами – сразу виден результат, основные несущие узлы здания, в режиме реального времени можно и поменять материалы, которые будут использоваться при постройке здания, и посмотреть систему вентиляции. В результате использование технологий виртуальной реальности значительно увеличивает скорость подготовки проектной документации, что сократит сроки ввода проектируемого объекта в эксплуатацию. То же самое касается и системы ГИС – в режиме реального времени можно комплексно оце-

нить площадку для строительства, внести корректировки в подбор строительных материалов и расположение объектов. Тем самым упрощается подача информации и дальнейшая работа с ней.

Михаил Долматов, АО “ЦТСС”. АО “ЦТСС” давно и активно применяет современные информационные технологии при проектировании промышленных объектов в рамках создания оргтехпроектов модернизации предприятий судостроительной отрасли. С 2003 года обязательной частью при представлении результатов проектирования заказчику является создание трехмерных моделей и анимаций на их основе, отражающих основные проектные и организационно-технологические решения. С недавнего времени для представления проектов нами начали применяться технологии виртуальной реальности на базе стационарных и мобильных решений. Полученные наработки и опыт являются серьезной базой для построения в дальнейшем BIM-моделей производств, в том числе с использованием сред виртуальной и дополненной реальности.

Сергей Ковалев, ПАО “СФ “АЛМАЗ”. Применение VR в связке с технологиями проектирования Multi-D позволит возводить конструкции виртуального объекта со всеми атрибутивными характеристиками в конструкторском бюро! Таким образом, совместное использование этих технологий повысит качество проектных решений, сократит потери и затраты как при проектировании, так и при строительстве и эксплуатации.

– Крупные промышленные проекты, как известно, выполняются большими рабочими коллективами, часто географически распределенными. Какие возможности обеспечивает существующее ПО для совместной разработки в пространстве виртуальной реальности?

Николай Сальников, ГК “НЕОЛАНТ”. Благодаря VR-технологиям большие рабочие коллективы вне зависимости от географического положения имеют возможность собраться на объекте в виртуальной реальности. Эксперты проектной организации могут защитить на виртуальном объекте принятые технические решения, а заказчик может “побывать” на будущем предприятии. Все участники смогут одновременно рассматривать и обсуждать не просто документацию, а модель объекта, и в режиме реального времени менять ее.

Виталий Данильчук, компания IBS. Когда речь идет о выполнении крупных промышленных проектов силами распределенных рабочих групп, на мой взгляд, наиболее важен сам факт объединения в едином рабочем пространстве профессионалов, ранее работавших строго последовательно.

Современные технологии позволяют построить единую среду виртуального взаимодействия, максимально приближенную к реальности, с интеграцией разных групп проектировщиков из различных дисциплин для работы с единой проектной моделью. Это в частности помогает технологам параллельно проектировать разные варианты технических решений реализации производственного процесса и решать, в том числе с использованием

инструментов VR, проблему коллизий по предварительно сведенной промежуточной модели.

Илья Симонов, компания КРОК. Работа в единой VR-среде позволяет улучшить и ускорить коммуникации между инженерно-конструкторским персоналом и подрядчиками. Часто лидеру проекта очень сложно донести главную мысль до всех коллег и подрядчиков, вовлеченных в проект. Возможность удаленной работы в VR позволяет сократить время на внесение исправлений в модель между итерациями, так как не требуется ждать, когда появится 2D-документация, чтобы внести в нее правки. Здесь также отлично работает интерактивное 3D, но для комплексных, сложных объектов присутствие участников проекта в масштабе 1:1 необходимо.

Эдуард Вазиров, ГК “ПЛИМ Урал”. Программный пакет IC.IDO может обеспечить эффективное взаимодействие большого количества пользователей, географически удаленных друг от друга. Возможности удаленного использования системы IC.IDO позволяют наладить сотрудничество разрозненных подразделений, избегая расходов на поездки и транспортировку тестируемых моделей.

Владимир Краюшкин, компания “ПТС”. Как я уже говорил, технологии VR, а в большей степени AR, ориентированы на концепцию современного “умного” предприятия. В основе информационной структуры любой такой концепции лежит идея “федерализации контента”, то есть создания одного единого “виртуального” источника актуальных проектных данных. Это означает, что для каждого проекта определяется контекст (“предприятие”, “изделие”, “заказ” и т.д.), в рамках которого происходит объединение распределенных информационных ресурсов. С этой задачей и ранее с успехом справлялись системы класса PLM. Что дает применение AR/VR в дополнение к существующим практикам применения PLM? Самое главное – ведение ревизии (обсуждения) проектных решений, где средствами VR, а лучше AR, производится совместное рассмотрение 3D-модели разработки с внедрением в пространство визуализации аннотаций, пометок, просмотра анимационных заготовок, мультимедийного контента и проч. Ни технология VR, ни тем более технология AR не накладывают никаких ограничений на местоположение участников обсуждения, их применение основано на том, что сами эти технологии принципиально сетевые и в рамках концепции “умного” производства – “облачные”.

Иван Лаврентьев, компания Lenovo. Один из партнеров Lenovo, компания VR Concept, реализует и успешно вводит в эксплуатацию систему виртуальной реальности VR-autoCAD. Эта технология позволяет, например, проводить обучение специалистов нефтегазовой области. Им нет необходимости выезжать на место бурения скважины, чтобы увидеть, например, как работают задвижки, – в виртуальной реальности сразу можно подключить неограниченное количество людей, и они в режиме реального времени будут видеть, что делает мастер. Благодаря наличию активных джойстиков, которые в VR могут заменять руки, можно брать любой рабочий инструмент, откручивать гайки, показывать всем, как что работает, в какой последовательности выполняются дей-

ствия. По итогам обучения таким же образом можно проводить проверочные тесты.

Михаил Долматов, АО “ЦТСС”. Существующие в настоящее время VR-приложения обеспечивают возможность совместной работы над проектом путем вовлечения в процесс дистанционно удаленных специалистов. Эти возможности реализуются посредством специализированных модулей и часто требуют отдельных лицензий. При этом специалисты могут принимать участие в процессе как в качестве наблюдателей, так и активных участников, взаимодействующих с виртуальным окружением в ходе выполнения работ.

АО “ЦТСС” в 2017 году выполняло внедрение технологии совместной работы в среде виртуальной реальности в рамках опытной апробации приложения VR Concept. В настоящее время на базе АО “ЦТСС” работы в этом направлении продолжаются.

Ограничивающими факторами применения данного подхода могут стать необходимость оснащения и обеспечения инфраструктуры внутреннего и внешнего информационного взаимодействия организаций-участников процесса разработки, в том числе необходимость решения вопроса возможности работы с данными ограниченного распространения.

Артур Пярн, компания Huawei Technologies. В случае географически распределенного коллектива очень удобной является облачная модель использования систем: все сервисы выполняются в облачном ЦОД, а подключение пользователям к своим приложениям осуществляется через защищенные Интернет-каналы. В этом случае нет необходимости строить собственную систему удаленного доступа, управления виртуальными рабочими столами – все это на текущий момент является достаточно стандартной облачной функциональностью.

Алексей Зеленцов, компания SENER. Несомненно, богатейший функционал средств виртуальной реальности обеспечивает невиданное ранее по эффективности взаимодействие между географически удаленными участниками процесса разработки. Возможность одновременного погружения в виртуальную среду людей, находящихся в разных странах и на разных континентах, позволяет им максимально синхронизировать свои действия и работать с самой достоверной и актуальной информацией.

– Существует уже множество мобильных приложений дополненной реальности, которые могут быть использованы для решения прикладных задач в промышленности. Какие из этих продуктов и для каких конкретно применений заслуживают внимания руководителей, желающих расширить арсенал инструментов повышения эффективности своего бизнеса? Каким облачным решением, поддерживающим данную технологию, стоит отдать предпочтение при выборе платформы для предоставления данных сервисов?

Владимир Ковалевский, компания Pro | TECHNOLOGIES. Обсуждая вопрос о том, что существующие мобильные AR-приложения могут быть использованы для решения прикладных промышленных задач, следует иметь в виду, что ключевое слово здесь “могут”. То есть, потенциально могут, но реального опыта еще нет. В отношении облачной платформы для предоставления AR-сервисов можно сказать, что предпочтение следует отдавать тому решению, которое уже зарекомендовало себя при выполнении серьезных производственных задач. Промышленные предприятия не должны инвестировать в исследования в области ИТ, это задача “тестовых площадок” и “лабораторий”. Бизнес должен инвестировать в готовые решения, которые дают реальный экономический эффект. Соответственно, в первую очередь я бы рекомендовал обратить внимание на способность конкретного приложения к реализации тех сценариев, которые предприятие определило для себя как средство достижения желаемого результата. И эта способность должна быть подтверждена практикой применения приложения для решения подобных задач.

Что касается компании Pro|TECHNOLOGIES, то мы строим наши решения на платформе ThingWorx компании PTC, которая в полной мере отвечает данному критерию и уже зарекомендовал себя как зрелая платформа для реализации практических задач предприятий реального сектора экономики.

Виталий Данильчук, компания IBS. Мобильная диагностика и мобильные обходы – инструмент, позволяющий существенно повысить эффективность работы полевых сотрудников. Стоимость и доступность таких технологий уже приемлема. Оснащение такими инструментами сотрудников, отвечающих за обходы оборудования, позволяет получать с “полей” актуальные данные о режимах и параметрах работы оборудования и оптимизировать маршруты обхода с учетом текущего состояния оборудования и геопозиции специалиста.

Владимир Краюшкин, компания “ПТС”. В компании “Продуктивные Технологические Системы” видят наибольшие преимущества при промышленном применении программных систем IoT/IIoT/AR, которые разработаны компанией PTC и распространяются на территории РФ и СНГ нашей командой. Речь идет о семействе ThingWorx. Применение предлагаемых технологий (IoT/IIoT/AR) мы видим прежде всего для типовых задач “умного” производства, задач сопровождения, сервисного обслуживания, ТОиР изделий, особенно “умных изделий” – результатов “умного производства”. Наша компания однозначно рекомендует платформу ThingWorx в том числе как полностью адаптированную облачную среду для работы с мобильными промышленными AR-приложениями. К настоящему времени уже имеются многочисленные примеры применения в современном машиностроении, как зарубежном, так и отечественном, облачных AR-решений на базе ThingWorx.

Николай Сальников, ГК “НЕОЛАНТ”. Среди наших заказчиков востребованной услугой является оказание дистанционной поддержки специалисту со стороны эксперта, территориально находящегося в другом месте. Через приложение дополненной реальности или

AR-гарнитуру специалист может поделить тем, что видит перед собой, с помощью функций, позволяющих эксперту удаленно наблюдать за происходящим в поле зрения AR-гарнитуры или планшета. Специалист может также взаимодействовать с экспертом: просматривать изображения на одном из виртуальных экранов, получать указания, наложенные на реальный объект, который нуждается в ремонте. Это позволяет сократить время, затрачиваемое на определение неисправностей, за счет уменьшения количества действий, которые требуются для осуществления связи с экспертом или вызовом его на объект. Физическое присутствие эксперта на объекте станет необязательным, благодаря чему возможно сокращение затрат на командировки. Кроме того, экономия времени, получаемая благодаря применению вышеописанных опций, позволит уменьшить расходы, связанные с простоем оборудования, техники и др.

Услуга информационной поддержки специалистов, не имеющих достаточного практического опыта и навыков по обслуживанию оборудования, тоже пользуется повышенным спросом. AR-гарнитуры позволяют использовать пошаговые инструкции по сборке, техническому обслуживанию или ремонту оборудования. Инструкции загружаются в AR-гарнитуру и могут быть воспроизведены на виртуальном экране с помощью голосовых команд или жестов. Они могут иметь форму контекстуальных аудио- или анимированных подсказок, объемных видеоинструкций, которые в режиме реального времени способны с помощью AR-гарнитуры проецироваться на реальные объекты. Последовательность подсказок формируется исходя из выполненных ранее действий. Визуализация последовательности сборки деталей гораздо эффективнее бумажных инструкций, потому что делает процесс более быстрым и наглядным.

Илья Симонов, компания КРОК. Дополненная реальность как технология широко применяется в качестве инструмента продвижения бизнеса и продуктов. С помощью AR можно демонстрировать продукцию практически на столе у потенциального покупателя. Это помогает не только всесторонне показать продукт, но и сделать это максимально технологично. Например, в одном из проектов КРОК для компании ДеЛаваль – крупнейшего мирового производителя умных ферм – было разработано AR-приложение для демонстрации в действии высокотехнологичных комплексов для молочного животноводства. Приложение размещено в облаке КРОК, и оно оказалось очень полезным при работе с потенциальными клиентами, так как привезти целую ферму на встречу невозможно. Продолжением проекта стала разработка решения на основе стола виртуальной голографии для наглядной демонстрации работы умной фермы на выставках.

Михаил Долматов, АО «ЦТСС». АО «ЦТСС» в 2016 году выполнялось исследование рынка программного и аппаратного обеспечения дополненной реальности и в том числе пилотный проект, касающийся процессов обслуживания продукции КБ «Армас», на базе одного из аппаратных решений, доступного на российском рынке. По результатам пилотного проекта была выявлена проблема недостаточной производительности и качества визуализации контента у представленного на рынке аппаратного обеспечения.

В части применения облачных технологий АО «ЦТСС» имеет небольшой опыт при выполнении ряда проектов. В основном эта технология использовалась для реализации обратной связи с заказчиками.

– С расширением использования в промышленном секторе всех направлений цифровых технологий, в том числе и VR, и стремительным увеличением объемов обрабатываемых данных, естественным образом и весьма остро встает вопрос о строительстве новых либо расширении и модернизации существующих дата-центров, собственно и обеспечивающих процессы обработки, хранения и предоставления этих данных. Специалисты по технологии виртуальной реальности считают, что для данных задач VR – совершенно незаменимый инструмент. Чем конкретно может быть полезна эта технология для индустрии ЦОД?

Илья Симонов, компания КРОК. Во-первых, для работы VR-технологий требуется дополнение оборудования стандартных ЦОД графическими серверами, которые позволяют обеспечить высокопроизводительные удаленные вычисления для систем виртуальной реальности, что напрямую влияет на качество воспроизведения контента, исключая возможность задержек. Во-вторых, ЦОД – это катастрофоустойчивое здание, которое нужно проектировать, продавать его вычислительные мощности, также нужно обучать сотрудников работать с инженерным и вычислительным оборудованием, отрабатывать регламенты действий в нештатных ситуациях. Для ЦОД «Компрессор» компании КРОК был разработан специальный VR-симулятор для обучения инженеров, полностью эмулирующий условия и оснащение дата-центра. Применение таких тренажеров позволяет отрабатывать процессы эксплуатации практически любых систем в разных режимах без остановки ЦОД.

Виталий Данильчук, компания IBS. В рамках типичных задач строительства ЦОД (разработка инженерных коммуникаций, энергоснабжения или охлаждения) технологии VR сложно назвать незаменимым инструментом. Скорее, они применимы в задачах моделирования нагрузок и для проверки отказоустойчивости создаваемой инфраструктуры.

Денис Сереченко, компания Huawei Technologies. Вообще, появление таких технологий, как виртуальная реальность, заставляет задаться глубоко философским вопросом о том, насколько реален физический мир. Возможно, создатели «Матрицы» правы, и все вокруг – только плод нашего воображения. С этой точки зрения виртуальная/дополненная реальность является технологичным продолжением мира физического и в известном смысле не менее реальна, чем сервера и системы хранения, на которых она существует. Если говорить об использовании VR-решений непосредственно для развития технологий ЦОД, то на текущем уровне их реализации видится несколько возможных вариантов применения этой технологии: использование дополненной реальности для получения оперативной информации об установленном

в ЦОД оборудовании; использование AR/VR для быстрого поиска неисправностей и устранения сбоев; построение виртуальных моделей для оперативной оценки вариантов масштабирования и оптимизации текущих ресурсов ЦОД. В любом случае, использование дополненной/виртуальной реальности имеет существенные перспективы в части повышения эффективности работы инженерной и ИТ-инфраструктур ЦОД.

– Проникновение Интернета вещей в индустриальную сферу и происходящая интеграция его с производственными процессами естественным образом приведет к вовлечению в среду информационных взаимодействий и AR/VR-технологий. Какие перспективы для “серьезных” производств сулит “сращивание” Промышленного Интернета вещей и AR/VR и есть ли разработки в этой области, готовые к практическому использованию?

Вадим Тихоничев, компания Dell EMC. Потенциал связи IIoT и AR-технологии представляется весьма многообещающим. Для AR необходимы актуальные данные, привязанные к конкретным условиям, расположению или устройству. Интернет вещей как раз и возник как идея отслеживать и фиксировать изменяемые параметры онлайн. Так что думаю, очень скоро мы увидим интересные идеи в этой области.

Александр Лакизо, компания SENER. Виртуальная реальность на сегодня уже интегрирована с проектными инструментами и PLM-системами, которые в свою очередь все больше и больше “погружаются” в Интернет вещей. Так что, на самом деле это не вопрос будущего, а реалии настоящего – уже сегодня информация успешно передается с производства в приложения виртуальной реальности.

Артур Пярн, компания Huawei Technologies. В отношении решений, доступных в облаке Huawei, Интернет вещей является в сущности одним из облачных сервисов, к которому пользователь получает доступ через консоль управления. Благодаря специализированному промежуточному программному обеспечению Huawei для IIoT, разработанному специально для агрегации различных IIoT-устройств, разработчики имеют возможность работать с данными, получаемыми из Интернета вещей, как с обычными данными, хранящимися в облаке, поскольку все данные и устройства агрегируются на уровне платформы. Благодаря возможности работы с облаком через API разработчики могут конструировать решения, состоящие из множества компонент, обращаясь с ними через интерфейсы облака как с программными сущностями. Также появляется возможность обрабатывать данные с помощью технологий машинного обучения, инструментариев для работы с Большими данными, тоже доступными из облака.

Виталий Данильчук, компания IBS. Конкретные применения, где существенно повышается эффективность прикладных решений на основе AR/VR, – это сбор данных с оборудования, идентификация и геопози-

ционирование. Чем быстрее, точнее и дешевле мы сможем собрать “полевой” контент, тем эффективнее будет использование AR/VR. Пример – те же обходы производственного оборудования, о которых уже говорилось.

Владимир Краюшкин, компания “ПТС”. Это как раз “наша” тема – именно ПТС является лидером в области разработки ПО для Промышленного Интернета вещей, а наша компания – партнер компании ПТС- полностью разделяет подходы и решения ПТС в этой области. И в соответствии с основными теоретическими положениями ПТС в сфере IIoT технология AR является неотъемлемой частью IIoT.

Перспективы IIoT/AR/VR для “серьезных” производств видны прежде всего (и легче всего поддаются реализации) в использовании AR при выполнении разнообразных сложных сборочных операций и на тех участках производства, где необходимо применение человеческого труда. То есть, там на производстве, куда еще не добрались роботы.

Оценивая готовность российских предприятий к реализации IIoT-проектов с применением AR, прежде всего следует учитывать, что по сравнению с остальными IT-решениями, имеющими дело с 3D-представлением изделия, промышленные AR-решения в области IIoT стоят достаточно дорого. Здесь возможно несколько подходов, которые в основном сводятся к двум методам: использование AR-решений “игрового” рынка или же покупка промышленной среды разработки AR-решений. Первый кажется достаточно простым, легким и недорогим: на рынке рабочей силы имеется огромное количество фрилансеров от AR-программирования (игр), которым несложно поручить реализацию любых сценариев по работе с 3D-моделями, и этот подход поначалу не требует больших затрат ни по времени разработки одного сценария, ни по стоимости используемого ПО. Однако модели, с которыми работают такие специалисты, – это не 3D-САПР-модели, а полигональные поверхностные модели. Для промышленного применения, например в операциях сборки, необходима конвертация в структурированное представление (“сборку”). Чем сложнее модель, тем больше непроизводительного труда требуется по ручной “разборке” полигонального поверхностного представления.

Кроме того, базовые платформы AR-разработок, которые применяют такие специалисты, – это принципиально платформы загружаемых программных решений, а не среды разработки облачных решений, следовательно, любое новое задание будет означать новое программное решение, непосредственно загружаемое в устройство просмотра, а не получаемое при необходимости по сети только на время использования. И кроме того, даже при самых простых сценариях (например, типовые сборочные операции) велика доля “чистого” программирования. В результате стоимость таких работ постоянно растет при увеличении количества задач.

Второй путь принципиально изначально дорог – нужно развертывание платформы IIoT, нужна покупка платформы разработки облачного AR-решения. Зато затраты начального периода в дальнейшем окупаются: при использовании промышленной платформы IIoT/

AR не нужно программирование, типовые сценарии разрабатываются один раз, а в дальнейшем только модифицируются. И самое главное, 3D-модели – это настоящие твердотельные параметрические модели, полученные из промышленных САПР, никаких конвертаций дополнительно не требуется, все параметры моделей сохраняются. Вывод, который напрашивается сам собой, – для профессиональной работы, особенно в ответственных и сложных проектах, производство должно использовать только IIoT/AR-решения второго типа. Именно к таким и относится представляемая на отечественный IT-рынок система ThingWorx.

Илья Симонов, компания КРОК. VR/AR-технологии позволяют создавать новые интерфейсы к данным. В условиях цифровой трансформации промышленных предприятий это будет стимулировать спрос на инструменты виртуальной реальности для визуализации информации, поступающих от датчиков и сенсоров. В сфере производства в скором времени встанет задача создания инфраструктуры, готовой к “цифровому вихрю” и переходу к Индустрии 4.0 со всем стеком технологий для цифровых изменений. Дальнейшее проникновение этих технологий в область промышленного производства повлечет за собой в будущем интеграцию на самых непредсказуемых уровнях и приведет к созданию кросс-технологических платформ.

Михаил Долматов, АО “ЦТСС”. Интернет вещей, объединенный с AR-технологией, при внедрении на крупных предприятиях позволит достигнуть максимального эффекта за счет сокращения времени на обслуживание и повышения качества и своевременности выполнения регламентных работ, а также благодаря возможности прогнозирования аварийных ситуаций и планирования планово-предупредительных ремонтных работ. Внедрение подобного подхода потребует от организации значительных первоначальных затрат на создание информационной модели предприятия, оснащение оборудования датчиками, закупку мобильных аппаратных решений для реализации AR-технологий и разработку интерактивных инструкций по обслуживанию оборудования и объединения всех этих компонентов в рамках единой информационной среды.

В настоящее время АО “ЦТСС” принимает участие в проектировании (на начальной стадии) ряда судостроительных предприятий, основной парадигмой при модернизации производств которых является реализация концепции цифрового производства, в том числе с применением AR/VR-технологий и Промышленного Интернета вещей.

Владимир Ковалевский, компания Pro|TECHNOLOGIES. AR/VR является, по сути, одним из важнейших компонентов Индустрии 4.0, Интернета вещей. Почему? Потому что главный смысл и назначение Интернета вещей – это передача информации. Но информация совершенно бесполезна без дальнейшей обработки и визуализации. Безусловно, информацию можно отображать и “классическими” способами – как “плоскую” картинку (хотя изначально это может быть и 3D-модель), как пульт оператора на мониторе. Но при этом мы теряем две ключевые составляющие. Во-первых, возможность естественного восприятия информации человеком. Мы

живем в трехмерном мире, и отображение 3D на плоском мониторе не позволяет человеку воспринимать объект и его окружение естественным образом. Во-вторых, оперативность доступа к данным. Если вам вначале необходимо посмотреть на датчики оборудования (пусть и на мониторе), проанализировать показатели и понять, что требуется выполнить определенные действия по обслуживанию оборудования, затем найти инструкции, как эти операции выполнить, то вы теряете массу времени, за которое реальность может просто измениться. То есть, в итоге мы имеем ситуацию, когда информация есть, ее очень много, но пользователь этой информации либо не воспринимает ее в полной мере, либо информация доводится до него не оперативно. Избежать такой ситуации как раз и помогают технологии AR/VR как логичное продолжение IIoT-платформы.

– Имеется ли в России достаточная экспертиза для реализации AR/VR-проектов как со стороны поставщиков AR/VR-решений, так и со стороны специалистов на предприятиях? Можете вы привести конкретные примеры встраивания AR/VR в технологические и бизнес-процессы на тех или иных производствах? Каков уровень сложности таких проектов, какие задачи ставят в них клиенты? В проектах используются преимущественно готовые системы или реализуемые решения изготавливаются индивидуально?

Денис Мариненков, ГК “НЕОЛАНТ”. Безусловно, в России есть компании, успешно реализующие AR/VR-проекты не только в индустрии развлечений, но и в серьезном производственном сегменте. Наши проекты с АО “Институт Гидропроект”, ПАО “Газпром нефть”, ПАО “Казанский вертолетный завод” – прямое тому подтверждение. Стоит отметить, что среди технологических лидеров нашей страны AR/VR-решения пользуются высоким спросом, ведь это эффективный способ решения задач инжиниринга и эксплуатации промышленных объектов, включая реконструкцию/модернизацию объектов капитального строительства, организацию технического обслуживания и ремонта оборудования, сопровождение монтажных/демонтажных работ.

По моему мнению, наиболее подготовлены к внедрению AR/VR-технологий компании из атомной и нефтегазовой отраслей, авиа- и судостроения.

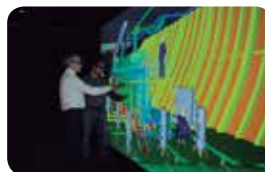
Если говорить о конкретных успешных примерах интеграции AR/VR в технологические и бизнес-процессы, то стоит упомянуть реализованный ГК “НЕОЛАНТ” проект “Программно-технический комплекс виртуальной реальности и тренажер для отработки действий персонала при реализации плана защиты персонала при радиационной аварии для Нововоронежской АЭС” для АО “Концерн Росэнергоатом”. В настоящее время этот инновационный инструмент обучения встроен в программу подготовки персонала учебно-тренировочного центра и регулярно используется. Он помогает обучаемому попасть в ситуацию, близкую к реальной обстановке на блоке, и отработать все необходимые навыки до выхода на реальный



People accessing FORAN design data

Smart and intuitive

FORAN Virtual Reality improves predictability from multiple platforms



FORAN **v80**

The right shipbuilding oriented CAD/CAM System

объект. В мае 2017 года метод обучения с применением виртуальной реальности получил высокую оценку экспертов миссии ОСАРТ Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ).

Эдуард Вазиров, ГК “ПЛМ Урал”. Такие компании, как Уралвагонзавод, Северное и Зеленодольское ПКБ, Ельцин Центр уже реализуют свои проекты со встраиванием AR/VR в технологические и бизнес-процессы. Подобные проекты действительно сложны. В них используется преимущественно готовая система виртуальной реальности IC.IDO. Что касается решаемых задач, их спектр достаточно широк, но в основном это предотвращение ошибок в процессе проектирования, обучение персонала и презентация продукта.

Илья Симонов, компания КРОК. На российском рынке VR только недавно стали появляться проекты, где применяется комплексный подход. Компании начали задумываться уже не о локальном применении технологии, а о централизованном внедрении, меняющем некоторые устоявшиеся подходы и методологии. Например, в нефтехимии стали применять VR-симуляторы для обучения производственного персонала более эффективному управлению рисками. В производственном секторе существует целая система KPI и политики, направленные на снижение травматизма.

Если говорить о разовых внедрениях, то они существуют как на уровне специализированного ПО, так и в плане создания инфраструктуры для VR. В этом случае экспертиза в основном приходит с зарубежных рынков с привлечением местных партнеров. Однако сейчас российские разработчики VR стали производить продукты на уровне зарубежных аналогов, а само производство VR-контента в России не уступает уровню американских или европейских разработок при более низкой стоимости работ. Например, Центр виртуальной реальности КРОК сотрудничает в том числе и с зарубежными заказчиками, заинтересованными в коммерческом VR-контенте.

Вадим Тихоничев, компания Dell EMC. Существуют уже реализации AR/VR-решений различного типа – как проекты, локализованные под конкретную задачу, так и построенные на базе универсальных систем. Это, собственно, вопрос личного подхода предприятия и бюджета. Но общим у всех таких проектов является возможность альтернативно отработать существующий процесс, не меняя конечный результат. Первые внедрения прекрасно отработали как проверочные решения. По мере роста доверия к VR появляются внедрения, где технология VR полностью вытесняет традиционный процесс. У Dell EMC есть великолепное внедрение в британской автомобилестроительной компании Jaguar, куда Dell EMC поставила мощные графические станции Precision для отдела инженерной разработки и студии дизайна новой модели I-PACE. Результат мы все сегодня видим на наших дорогах.

Александр Киую, АО ЦКБ МТ “Рубин”. Что касается российского судостроения, то отрасль только начала применение AR/VR-технологий, однако уже идет процесс их “встраивания” в сложившийся процесс проектирования, подготовки и эксплуатации судов. Так, например, в ЦКБ “Рубин” в 2015 году были введены в эксплуа-

тацию CAVE-система, состоящая из пяти стен-экранов, и стерео-стена. Данный комплекс применяется для оценки компоновочных решений, принятых на стадии проектирования, и сдачи заказчику модели судна, на основе которой будет выпущена рабочая конструкторская документация. В общем же и целом можно сказать, что российские поставщики программных и аппаратных средств AR/VR пока только набирают опыт и отзывы о применении VR-технологий в отечественном судостроении.

Сергей Ковалев, ПАО “СФ “АЛМАЗ”. В России экспертный уровень как со стороны поставщиков, так и квалифицированных сотрудников предприятия достаточен для реализации VR-решений. Правда, в полной мере в этом отношении мы можем отвечать только за свое предприятие, где VR активно применяется в целом ряде процессов проектирования, таких как защита технического проекта, сдача помещений, виртуальное макетирование, анализ эргономики и систем, презентация проекта заказчику, а также многих других. Уровень сложности выполняемых задач зависит от многих факторов, но, как правило, это преимущественно типовые задачи, требующие максимальной производительности, информативности и удобства использования.

Михаил Долматов, АО “ЦТСС”. Так как AR/VR-технологии начали внедряться в российском судостроении только в 2013-2014 годах, то в организациях отрасли еще не успели сформироваться специалисты-эксперты, имеющие достаточный опыт практического применения этих решений.

Центр виртуальных исследований АО “ЦТСС” был первым исследовательским центром судостроительной отрасли России, который стал применять технологию VR в практике своей работы. В настоящее время Центр уже обладает положительным опытом применения VR-решений при проектировании специализированного стендового оборудования (совместно с КБ СТО), судопроводной арматуры (совместно с КБ “Армас”) и проектов модернизации судостроительных предприятий (совместно с ПФ “Союзпроектверф”) в рамках выполнения НИР, ОКР и хозяйственных работ. В ходе этих проектов специалистами АО “ЦТСС” накоплена определенная компетенция, которая может быть эффективно использована в будущих работах.

Владимир Ковалевский, компания Pro|TECHNOLOGIES. Pro|TECHNOLOGIES – инженеринговая компания, и мы как раз больше практики, чем теории, поэтому я могу привести даже несколько свежих примеров практической реализации AR-функционала в проектах, где были приложены опыт и компетенция специалистов нашей компании. Это, например, пилотный проект по использованию AR-технологии компании РТС в концерне РУСЭЛПРОМ при разработке и производстве электродвигателя ТДВМ (тяговый двигатель вагонов метро). Цель, которую преследовали руководители Концерта, состояла в том, чтобы познакомить потребителей с преимуществами продуктов РУСЭЛПРОМ, помочь им разобраться в принципах сервисного обслуживания электрической машины и побудить сделать выбор в пользу отечественного производителя. Еще один свежий пример – отработка применения AR

для сложных сборочных операций в аэрокосмической отрасли. По этому направлению мы активно работаем с РКК “Энергия”.

Для реализации этих проектов в качестве готовой технологической платформы мы используем продукт компании PTC – ThingWorx Studio. Эта система является фактически готовой платформой, которая может быть развернута как в облаке, так и полностью в ИТ-инфраструктуре предприятия (без подключения к Интернету). ThingWorx Studio обеспечивает полный замкнутый цикл для AR-решений – от создания самого AR (experience, “опыт” в терминах компании PTC) до его публикации, вывода на клиентские устройства (будь то мобильные телефоны, планшеты или очки HoloLens) и интеграции с данными из других информационных систем, данными с оборудования (интеграция с Интернетом вещей).

– В России уже ряд лет функционируют центры виртуального прототипирования, создаваемые системными интеграторами, крупными КБ, научно-исследовательскими и проектными организациями. С ростом интереса к технологиям виртуальной реальности со стороны промышленных предприятий они начали активно развивать направление VR, оказывая заказчикам профессиональные услуги в разработке продуктов на базе полноценных VR-систем, построить которые собственными силами экономически или технологически нецелесообразно для большинства производителей. Каковы плюсы и минусы для них при решении своих задач в подобных центрах?

Владимир Ковалевский, компания Pro | TECHNOLOGIES. Вопрос освоения центрами виртуального прототипирования технологий AR/VR очень актуален. Действительно, AR/VR-технологии, Интернет вещей в настоящее время для подавляющего большинства промышленных предприятий все еще являются малоизученной новацией. Соответственно, бизнес-эффект от этих технологий не до конца понятен руководству предприятий.

В связи с этим хотелось бы несколько слов сказать о нашем опыте создания Лаборатории технологий Индустрии 4.0 (включая AR-технологии и Интернет вещей) на базе одного из высших учебных заведений – Владимирского Государственного Университета. Цель этой лаборатории – организация площадки, позволяющей предприятиям реального сектора экономики реально видеть, оценивать и отрабатывать практические сценарии применения в бизнесе концепции Индустрии 4.0, в том числе технологий AR. Лаборатория технологий Индустрии 4.0 и дополненной реальности предоставляет комплекс аппаратных и программных средств, позволяющий решать следующие задачи: сбор данных о состоянии и работе технологического оборудования; обработка полученных данных с целью мониторинга текущего состояния функционирования физических объектов; визуализация режимов работы оборудования и операций по его об-

служиванию в AR-среде. В качестве программной платформы для создания этой лаборатории использовалась платформа ThingWorx компании PTC.

Илья Симонов, компания КРОК. На ряде предприятий, действительно, сейчас создаются центры компетенций в области VR, однако это достаточно капиталоемкие инвестиции. Здесь нужно учитывать и затраты на инфраструктуру, обучение персонала работе с оборудованием, инвестиции в штат VR-разработчиков, в дальнейшую модернизацию центра и т.д. Кроме того, не всем предприятиям под силу самостоятельно создать VR Ready-инфраструктуру и точно рассчитать ее загрузку. Оптимальной бизнес-моделью здесь может стать сотрудничество промышленных предприятий с центрами, оказывающими профессиональные услуги в разработке VR-контента или оснащении предприятий необходимым оборудованием. В этом случае промышленный заказчик получает квалифицированный консалтинг, доступ к экспертизе VR-разработчиков по модели аутсорсинга, снижает расходы на содержание и обучение собственного штата VR-разработчиков и инженеров. Именно для этих целей в 2013 году был создан Центр виртуальной реальности КРОК. Одним из факторов, который замедляет переход к такой модели, является конфиденциальность интеллектуальной собственности и секретность разработок. Однако этот вопрос также может быть решен с помощью ряда юридических инструментов и средств информационной безопасности.

Центр виртуальной реальности КРОК

Центр виртуальной реальности КРОК – инновационное подразделение компании КРОК, осуществляющее разработку и внедрение решений для бизнеса на базе технологий виртуальной и дополненной реальности. С 2012 года Центр виртуальной реальности реализует проекты для российских и международных корпоративных заказчиков в таких областях, как обучение персонала, проектирование объектов строительства и промышленных изделий, реклама, продажи и сфера искусства. Специалисты Центра виртуальной реальности КРОК выполняют полный цикл работ: аудит и консалтинг перед внедрением VR-инструментов, разработка AR- и VR-приложений, проектирование VR Ready-инфраструктуры для оснащения промышленных предприятий и центров компетенций по цифровой трансформации бизнеса. Среди заказчиков Центра виртуальной реальности КРОК – крупнейшие мировые производители высокотехнологичного оборудования, производственные компании, предприятия нефтегазового сектора, ведущие российские музеи, девелоперы и энергетические холдинги.

На международном рынке специалисты КРОК выполняют проекты по визуализации для продаж коммерческой недвижимости премиум-класса, разрабатывают контент для международных выставок и культурных событий. С 2016 года КРОК в составе первого в России VR-Консорциума отвечает за развитие экспертизы промышленного применения технологий виртуальной реальности и выступает в роли технологического партнера в области инфраструктуры для VR-решений.

Центр виртуальной реальности КРОК:
тел.: +7 (495) 974-2274
e-mail: infoVR@croc.ru

Александр Киюц, АО ЦКБ МТ “Рубин”. Использование центров виртуального прототипирования с коллективным доступом для небольших организаций позволяет им не отстать в технологии проектирования от крупных организаций, которые могут себе позволить построить собственные центры и сэкономить достаточно большие денежные средства. Однако применение центров с коллективным доступом в судостроении, а особенно в кораблестроении, достаточно затруднительно, если не сказать почти невозможно, из-за необходимости передачи большого объема информации и решения вопросов разграничения доступа.

Сергей Ковалев, ПАО “СФ “АЛМАЗ”. Плюсы решения VR-задач в сторонних центрах прототипирования состоят в минимизации затрат на оборудование, разработку и сопровождение. Недостатки – угрозы конфиденциальности информации при передаче ее третьей стороне, необходимость присутствия в таком центре специалистов предприятия.

Алексей Зеленцов, компания SENER. Наибольшая сложность при работе с такими центрами связана не с их техническими возможностями, а с вопросом доверия клиентов этим центрам, поскольку они доверяют им самое ценное – свою информацию. Речь идет, конечно, не о маркетинговой информации, а о представляющей коммерческую тайну, например о 3D-модели корабля, утечка которой не может быть допущена.

Михаил Долматов, АО “ЦТСС”. Отработка решений в среде VR позволит проектным организациям отрасли выявить самостоятельно или с привлечением представителей соисполнителей и заказчика допущенные ошибки и несогласования на ранних стадиях проектирования, которые при традиционных подходах могли быть выявлены только на этапе изготовления или строительства. Например, по результатам проектирования заказчику может быть представлен виртуальный макет действующего производства с визуализацией процессов применительно к отдельным единицам оборудования и возможностью интерактивного взаимодействия с ними. Максимальный эффект может быть достигнут при участии центров виртуального прототипирования непосредственно в процессе проектирования, то есть при максимальном “сближении” всех участников процесса. Идеально это реализуется в рамках одной организации. При совместной работе над проектом нескольких сторонних организаций использование стационарных решений может стать ограничивающим фактором.

Дополнительными преимуществами являются “переход” от простого наблюдения к интерактивному взаимодействию с проектируемым изделием, использованию антропометрически точных манекенов при оценке изделия с точки зрения эргономики.

Владимир Воркачев, ПАО “Газпром нефть”. ПАО “Газпром нефть” также в скором времени откроет в Омском технопарке промышленной автоматизации собственную лабораторию технологий виртуальной и дополненной реальности с целью дальнейшего развития системы подготовки новых технических решений к промышленному внедрению. AR на НПЗ предполагается применять для помощи персоналу при выполнении широкого

спектра задач. Наводя устройство на оборудование, сотрудник сможет получать всю необходимую информацию – технологические параметры, время последнего обслуживания и т.д. VR-решения, в свою очередь, открывают новые возможности в обучении. Один из примеров – тренажер, который позволяет отрабатывать алгоритмы действий на установке нефтеперерабатывающего завода. Благодаря VR-технологиям физическое присутствие уже не нужно – достаточно надеть очки и в учебном центре выполнить все необходимые действия. Такой подход способен улучшить существующие решения по обеспечению безопасности на производственных объектах, поскольку большинство внештатных ситуаций можно будет заранее моделировать в виртуальной реальности и отрабатывать меры оперативного реагирования.

Следует отметить, что в общем и целом промышленный сектор не готов пока перейти к массовому внедрению VR/AR-технологий, и одним из сдерживающих факторов является отсутствие на данный момент на рынке готовых решений от разработчиков, которые можно было бы сразу интегрировать в реальные бизнес-процессы. В связи с этим в Центре Цифровых Инноваций ПАО “Газпром нефть”, запущенном в апреле 2018 года, будет оказываться системная помощь перспективным стартапам. Специалисты Центра будут формировать проектные команды с авторами перспективных стартапов для подготовки их разработок под конкретные задачи бизнеса. Такое взаимодействие со стартап-сообществом позволит “Газпром нефти” сделать рывок в освоении инновационных технологий, создании новых сервисов и услуг.

– Разработка, проектирование, проведение тестовых испытаний в среде виртуальной реальности – высоко ресурсоемкие задачи, для эффективного выполнения которых требуется особо мощное вычислительное оборудование. Каким требованиям должны отвечать вычислительные системы для данных применений? Какова оптимальная конфигурация и характеристики оборудования для VR-площадок и CAVE-систем, предназначенных для решения этих задач?

Артур Пярн, компания Huawei Technologies. Действительно, вычислительные мощности, необходимые для решения данных задач, порой являются весьма существенными, кроме того, требуется использование вместе со стандартным серверным оборудованием еще и мощных графических карт. Какую-то оптимальную конфигурацию выделить сложно, так как все зависит от конкретной задачи. На текущий момент Huawei выпускает сервера различных конфигураций – от обычных двухпроцессорных систем до 32-х процессорных суперкомпьютеров, построенных на платформе Intel. Поэтому мы можем обеспечить реализацию любой VR-задачи. Кроме того, компании, производящие графические ускорители, например NVIDIA, являются нашими технологическими партнерами, поэтому все предлагаемые Huawei решения поддерживают установку GPU-ускорителей с максимальной плотностью размещения.

Эдуард Вазиров, ГК “ПЛМ Урал”. Что касается вычислительных ресурсов и мощности железа, то здесь уместен подход “чем больше, тем лучше”. Требования к программному обеспечению, предназначенному для работы с виртуальной реальностью, можно продемонстрировать на примере системы IC.IDO, которая в полной мере им отвечает:

- ▶ реализация всего необходимого функционала в едином программном продукте с возможностью его модульного расширения;
- ▶ независимость от аппаратного обеспечения, возможность работы с любым проекционным оборудованием, а также в режиме настольного приложения ПК;
- ▶ наличие графического пользовательского интерфейса с доступом ко всем функциям программы;
- ▶ поддержка OpenGL, DirectX;
- ▶ возможность осуществлять любые операции, производимые с моделями, и действия в системе в режиме реального времени;
- ▶ соответствие возможностей функционала программного обеспечения поставленным задачам;
- ▶ совместимость с имеющимися на предприятии CAD-системами.

Решение может использоваться как стандартное приложение для компьютера, так и как ПО для больших виртуальных сред, которые могут транслироваться на один (PowerWall) или несколько экранов (Multi-Side Powerwall), а также в “Пещере” – виртуальном кубе (CAVE).

Владимир Краюшкин, компания “ПТС”. В “традиционных” подходах применения промышленных САПР для каждого из перечисленных процессов существует минимум отдельный модуль, а то и целая отдельная система, что означает на деле работу на нескольких рабочих местах или даже в нескольких системах и при этом опять же – на нескольких рабочих местах. Это, соответственно, снижает требования к каждому из них, поскольку нет необходимости иметь вычислительные мощности для решения всех задач на одном рабочем месте.

Илья Симонов, компания КРОК. Каких-то единых требований к вычислительной инфраструктуре для поддержки решений виртуальной и дополненной реальности не существует. Речь следует, скорее, вести о создании XR Ready-инфраструктуры, готовой к работе с тяжелыми графическими данными и всем стеком технологий VR. Это могут быть как выделенные инсталляции с графическими серверами в дата-центрах заказчиков, так и облачные ресурсы для размещения контента VR- и AR-приложений. Например, концерн PSA Peugeot-Citroen применяет эти технологии уже около 10 лет, постоянно повышая мощность своей системы VR. Сейчас их инфраструктура объединяет CAVE и вычислительный кластер на базе 72 карт NVIDIA Quadro. А на рабочих местах можно использовать HMD-системы, подключенные к производительным рабочим станциям для проектирования.

Алексей Зеленцов, компания SENER. На сегодняшний день существует несколько вариантов оп-

тимальных комбинаций аппаратного и программного обеспечения, которые позволяют применять технологии виртуальной реальности в широчайшем диапазоне возможностей и проектов. Оптимальное решение зависит от того функционала и требований, которые применяются в каждом конкретном проекте. Однако в большинстве случаев работать с VR можно практически на любом компьютере (стоящем к тому же относительно небольших денег), используя весь арсенал специализированных, но вместе с тем также доступных аппаратных средств – стереоскопических очков, перчаток, пультов, комнат виртуальной реальности, 3D-мониторов, 3D TV и т.д.

Сергей Ковалев, ПАО “СФ “АЛМАЗ”. Задачи проектирования и проведения тестовых испытаний в среде виртуальной реальности способна выполнять любая современная вычислительная ЭВМ, но каждое решение нужно оптимизировать с точки зрения загрузки ресурсов.

Михаил Долматов, АО “ЦТСС”. Невозможно сформировать четкие требования к вычислительным системам, реализующим виртуальную реальность, без привязки к конкретным предметным областям. Они зависят от размера и детализации трехмерной модели и объема проводимых исследований. Для задач, связанных с представлением и обсуждением небольших проектов, может быть достаточно одноэкранной проекционной системы (типа CADWALL), отработка технологических операций требует наличия как минимум четырехэкранной системы (типа CAVE), специализированного оснащения типа “костюма” виртуальной реальности (MotionCapture) и системы обратной тактильной связи (Haption).

Вадим Тихоничев, компания Dell EMC. Dell EMC производит оборудование, полностью удовлетворяющее требованиям к вычислительным ресурсам при выполнении VR-задач. Наши системы Precision и Alienware покрывают полный спектр таких задач – от высокоскоростных расчетов или параллельных вычислений до бытовых применений VR обычными пользователями у себя дома. Также добавлю, что Dell EMC на сегодня является единственным производителем, имеющим у себя в портфеле все технологические компоненты для построения VR-платформ – от настольного монитора и персональной рабочей станции до огромных гипермасштабируемых систем хранения и серверов обработки данных.

– Хотелось бы также услышать мнение экспертов относительно перспектив развития таких разработок, как устройство дополненной реальности Microsoft HoloLens, которое называют первым в мире автономным голографическим компьютером и которое представляет собой головной комплект в виде очков, взаимодействующий с создаваемыми голограммами как с реальными объектами при помощи голоса или жестов рук. HoloLens, как известно, является полностью самостоятельной системой, имеющей собственный процессор и графический модуль, то есть для работы в

этих очках не требуется никаких дополнительных технических средств. В связи с появлением этого революционного девайса возникает вопрос, насколько целесообразно заниматься наращиванием производительности традиционных графических станций и не лучше ли разработчикам сконцентрировать усилия на инициативах типа HoloLens?

Владимир Краюшкин, компания "ПТС".

HoloLens – устройство, предназначенное принципиально для AR-визуализации, относится к классу Smart Glass. Для просмотра VR очки HoloLens служить не могут, поскольку пользователь всегда видит сквозь полупрозрачное стекло окружающую его “реальность”. Но HoloLens – не первое и не единственное устройство такого типа. Существует уже целый рынок подобного рода устройств, носящих название HUD-HMD-SmartGlass для AR.

Устройства типа “очки дополненной реальности”, причем для применения совсем не в системах IoT/IIoT, появились на рынке High-Tec в 2013-2015 годах. Именно тогда были выполнены первые розничные продажи таких устройств, как Google Glass и аксессуар для смартфонов Google CardBoard (первый выпуск, не VR-версия). Эти устройства, особенно Google Glass, были ориентированы на применение на формирувавшемся тогда рынке AR-приложений. Существовавшие многочисленные устройства типа Oculus Rift и HTC Vive принципиально не могли быть устройствами для AR, так как транслировали пользователю только изображение виртуальной реальности. Таким образом, главная особенность AR-устройства состояла в том, что с его помощью всегда можно было наблюдать реальную картинку, окружающую пользователя, непосредственно или через видеотрансляцию со встроенной видеокамеры, но всегда. К 2016 году сложилась ситуация, когда рынок промышленных AR-устройств сформировался и в дальнейшем развивался в русле своих, уже отличных от рынка VR-устройств, тенденций.

Наше мнение: дальнейшее совершенствование устройств AR для применения в составе IoT/IIoT-систем связано с улучшением характеристик устройств, выпуском модернизированных и реконфигурированных их вариантов.

В отношении самой Microsoft очевидно, что компания пока не спешит с каким-либо обновлением или модификацией своего “шлема” HoloLens. Как отмечается некоторыми аналитиками IT-рынка, это, скорее всего, связано с тем, что даже несмотря на “заоблачную” стоимость HoloLens и с учетом растущей моды на них их продажи еще не окупили даже затрат на организацию производства этих устройств.

Ожидаемой новинкой рынка AR является устройство Lightwear компании Magic Leap. По сути дела, оно занимает место между очками и шлемом дополненной реальности. Устройство состоит из собственно очков, в оправе которых расположены два (по одному на каждый глаз) проектора, проецирующих изображение виртуального объекта на сетчатку с большой глубиной яркости, контрастности и резкости. В оправу очков также встроены несколько (минимум шесть) камер для пространственного

определения места применения, а собственно окружающую действительность пользователь видит непосредственно через стекла очков. Кроме того, на оправе расположена “тактильная зона”, своеобразный тачпад для возможности управления изображением в приложениях AR. Компьютерная начинка устройства – CPU, графический процессор, память, сетевые контроллеры, а также аккумуляторная батарея – “спрятаны” в небольшое носимое устройство размером с переносной CD-плеер – Lightpack. Компания-производитель пока не раскрывает подробности технического исполнения, не сообщает данных о CPU, графическом процессоре, объеме памяти, но, судя по первым отзывам тестеров, эта модель будет очень сильным конкурентом HoloLens.

Что касается конкуренции, которую могут составить обсуждаемые девайсы рынку традиционных рабочих станций, то это вопрос еще далекого и туманного будущего, потому как:

- ▶ во-первых, все рассматриваемые как самые современные очки дополненной реальности, включая, естественно, и HoloLens, не дотягивают ни в какой мере даже до нижней планки самых простых рабочих станций ни по мощности GPU, ни по вычислительной мощности CPU, ни по объему памяти, а также возможностям сетевого (сетевых) интерфейса (интерфейсов). Поэтому вряд ли в настоящее время производители рабочих станций ощущают свою ненужность перед угрозой наступления эры очков допреальности. Единственное преимущество технического характера у этих устройств – наличие у некоторых представителей класса Smart Glass возможностей стереоскопической демонстрации виртуальных изображений;
- ▶ во-вторых, даже сама Microsoft не ставит задачу продолжать развитие модельного ряда HoloLens;
- ▶ в третьих, все-таки области применения рабочих станций и AR-очков – это принципиально разные области: в очках не проектируют, а с рабочими станциями не заезжают в зоны ремонта и обслуживания сложных изделий.

Вадим Тихоничев, компания Dell EMC. Идея очень хороша, ждем ее полноценную реализацию и первый опыт использования. Я думаю, ничто не помешает развиваться обоим подходам параллельно, так как их диктует рынок, да и технологии полностью не перекрывают друг друга.

Виталий Данильчук, компания IBS. Безусловно, активности таких мощных вендоров, как Microsoft или Google, могут существенно продвинуть технологию к этапу серийного производства и принципиально снизить стоимость такого комплекта. Другие технологические компании “подхватывают” эти наработки для использования в собственных решениях, при этом существенно снижая требования к инфраструктуре. Это справедливо для массовых, условно типовых задач. Не думаю, что это будет оправдано в сложных единичных задачах, где VR является ядром решения, а не дополнительным средством визуализации.

Николай Сальников, ГК “НЕОЛАНТ”. Несомненно, появление Microsoft HoloLens открывает новые перспективы применения AR-технологий в промышлен-

ности — взаимодействие человека с цифровым миром посредством голограмм. При этом AR-гарнитура, в силу текущего уровня развития технологий и своей автономности, имеет два существенных недостатка: во-первых, малый экран отображения и поля взаимодействия с голограммой; во-вторых, малые вычислительные мощности для взаимодействия с большими голограммами.

Учитывая указанные ограничения, в ближайшие 3-5 лет AR-гарнитурам будет еще требоваться наличие внешних вычислительных мощностей — рабочей станции, планшета, ноутбука, вычислительного облака.

Александр Киюц, АО ЦКБ МТ “Рубин”. Пока еще рано говорить о промышленном применении устройств, подобных Microsoft HoloLens. Однако сама по себе идея использования автономного устройства дополненной реальности очень перспективна, в частности в области обучения и повышения квалификации обслуживающего персонала. Такие устройства могут в будущем применяться для отработки действий персонала при ликвидации аварийных ситуаций путем моделирования зрительных образов в зависимости от изменения ситуации, например для имитации плохой видимости при задымлении или имитации появления воды в помещениях судна. Дальнейшее развитие Microsoft HoloLens и подобных устройств от других разработчиков даст ответ относительно целесообразности и “места” их применения в судостроении.

Илья Симонов, компания КРОК. Технология Microsoft HoloLens пока не получила массового распространения, и на данном этапе ее можно отнести к категории перспективных прототипов. Чтобы оценить потенциал данной разработки, необходимо проведение R&D и тестирования на реальных задачах. Пока это устройство не готово к промышленному внедрению, что очевидно ввиду наличия множества технических ограничений на его использование и нерешенных вопросов, касающихся сертификации. В будущем, когда появится “боевой” экземпляр, станет понятно, насколько такое устройство подходит для корпоративного применения.

Сергей Ковалев, ПАО “СФ “АЛМАЗ”. До настоящего времени у нас не было возможности протестировать данный продукт, но он безусловно представляет интерес для судостроителей. Весь вопрос в производительности данного комплекта, что можно установить только опытным путем.

Михаил Долматов, АО “ЦТСС”. Графические станции и мобильные решения типа Microsoft HoloLens, реализующие технологию AR, решают различные задачи и применимы на разных этапах жизненного цикла изделий. Результаты, полученные на этапе проектирования с использованием стационарных графических станций, могут быть использованы в качестве основы для контента, демонстрируемого посредством мобильных решений. Представить обратную ситуацию в настоящий момент сложно. Скорее всего, эти типы аппаратного обеспечения будут развиваться параллельно, и требования к их производительности будут определяться предметной областью, а также сложностью и масштабом рассматриваемых изделий.

Александр Лакизо, компания SENER. Технология HoloLens задала один из векторов развития компьютерных технологий. Насколько применение этого решения оправдано сегодня, покажет время, но можно сказать с уверенностью, что это направление непременно получит развитие в ближайшем будущем.

Как видим, в России уже есть примеры успешной практической реализации AR/VR-функционала в проектах, и корпоративные заказчики из таких отраслей, как атомная, нефтегазовая, авиа- и судостроение, уже рассматривают AR/VR как технологии, способные приносить реальную экономическую отдачу. Использование технологий виртуальной реальности значительно увеличивает скорость подготовки проектной документации и проведения тестовых испытаний, что напрямую сокращает сроки ввода проектируемых изделий и объектов в эксплуатацию. С помощью AR/VR-средств предельно реалистично моделируется окружение изделия, имитирующее условия, в которых оно будет функционировать, и производится всесторонняя оценка его поведения при реальной эксплуатации. Эксперты прогнозируют, что по мере роста доверия к VR будет появляться все больше проектов, где отработка решений в среде виртуальной реальности полностью вытеснит традиционные подходы к процессу создания и согласования изделий. Совсем скоро заказчикам по результатам проектирования может быть представлен виртуальный макет действующего производства с визуализацией рабочих процессов применительно ко всему оборудованию и возможностью интерактивного взаимодействия с ним. Обе технологии уже начинают широко применяться в качестве высокоэффективного инструмента обучения, в том числе дистанционного, специалистов процессам сборки и эксплуатации.

Однако эксперты не готовы утверждать, что уже в ближайшем будущем может состояться переход промышленного сектора к массовому внедрению VR/AR-технологий. Существенным сдерживающим фактором, как они считают, является отсутствие на данный момент на рынке готовых решений от разработчиков, которые можно было бы сразу интегрировать в реальные бизнес-процессы. При этом они признают, что российские разработчики VR-контента стали производить продукты, не уступающие уровню американских или европейских разработок при более низкой стоимости. Это означает, что мы являемся равноправными участниками грядущего процесса глобальных изменений в индустриальной отрасли.

Благодарим экспертов за высказанные мнения и информируем читателей, что компании, принявшие участие в данном Круглом столе, которые имеют тестовые лаборатории и центры виртуального прототипирования, приглашают представителей производственных компаний для демонстрации им AR/VR-инструментов в действии и обсуждения возможностей решения на базе этих технологий конкретных задач их бизнеса.

Круглый стол провела Елена Васильева