

## ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В УПРАВЛЕНИИ ЦИФРОВЫМ АКТИВОМ ОБЪЕКТА ПРОМЫШЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Н.В. Сальников, П.В. Кононов, Е.А. Лушина (ГК «НЕОЛАНТ»)

Показаны возможности, открывающиеся в следствии интеграции технологии дополненной реальности (AR) с цифровым производственным активом. Рассмотрены конкретные примеры интеграции AR-очков Microsoft HoloLens с СУИД НЕОСИНТЕЗ при решении конкретных производственных задач: реконструкция/модернизация станции метро Пятницкое шоссе, проведение ремонтов и обслуживания оборудования, выполнение монтажных и демонтажных работ на Волжской ГЭС.

Ключевые слова: дополненная реальность, цифровой производственный актив, информационное моделирование, 3D модель, система управления инженерными данными, очки дополненной реальности.

### Введение

На текущий момент в отрасли промышленного и гражданского строительства активно используются и развиваются технологии информационного моделирования (ВМ), позволяющие эффективно управлять объектом на всех стадиях его жизненного цикла (ЖЦ) от проектирования до вывода из эксплуатации. Применение инновационных AR-технологий значительно расширяет возможности ВМ-инструментария и обеспечивает принципиально новое качество решения производственных задач. При этом синергетический эффект достигается за счет интеграции не только с виртуальной 3D моделью объекта, но и с полноценным «цифровым активом».

Под виртуальной 3D моделью объекта подразумевается трехмерное изображение объекта [1, 2], не несущее в себе никакой инженерной информации, только графическая часть. В то время как цифровой актив — это информационная модель, погруженная в систему управления инженерными данными (СУИД). Такая ВМ содержит все необходимые технологические атрибуты с привязкой к многомерной структуре объекта. При этом актуализация модели с учетом авторского и технического надзора на стадиях строительства, реконструкции/модернизации и эксплуатации происходит в СУИД.

Только в таком случае в любой момент времени и на любой стадии ЖЦ обеспечивается наличие достоверной, актуальной и полной информации об объекте реального мира, что является необходимым условием принятия обоснованных и безошибочных инженерных и управленческих решений.

На практике интеграция технологии дополненной реальности с цифровым активом открывает исключительные возможности [3, 4], поражающие не только визуальным эффектом, но и способностью достичь принципиально нового качества в решении прикладных задач промышленного предприятия.

### AR-очки как самостоятельное аппаратное обеспечение и интерфейс реализации производственных задач

В качестве примера и тестируемого устройства рассмотрим очки дополненной реальности Microsoft HoloLens. AR-очки — это компактный компьютер в виде шлема, который пользователь надевает на голову. Устройство полностью автономное, то есть не привязано к сторонним гаджетам (смартфону, ноутбуку, камере и т.д.) и работает под управлением ОС Windows вер.10 без какого-либо проводного подключения и т.д.

Устройство построено на основе собственного уникального процессора Holographic Processing Unit (HPU), имеет встроенную акустическую систему, камеру, видеоускоритель и сенсоры.

Очки HoloLens оборудованы двумя камерами, аналогичными тем, которые используются в Microsoft Kinect: одна работает в обычном спектре, другая — в инфракрасном. Они считывают и анализируют окружающее пространство. Это база устройства.

### Технические параметры очков Microsoft HoloLens

Дисплей включает: два микропроектора HD 16:9, световодные гололинзы, систему автоматической калибровки расстояния между зрачками. Суммарное голографическое разрешение дисплея — 2,3 млн. световых точек.



Рис. 1. Очки дополненной реальности Microsoft HoloLens и работа с ними при помощи характерных жестов



Рис. 2. Очки дополненной реальности Microsoft HoloLens: дисплей, сенсоры, аппаратное обеспечение

Сенсоры включают: инерционный датчик (гироскоп и акселерометр), четыре камеры окружающего пространства, камеру глубины, 2MP-фото/HD-видеокамеру, четыре микрофона, датчик освещенности.

Для управления используются: голосовые команды, жесты (рис. 1), пульт «кликер».

На корпусе: звук  $\pm$ , яркость  $\pm$ , выключатель, светодиодный индикатор, Micro USB 2.0.

Аудио: встроенные стереодинамики, 3.5 mm jack.

Соединение: Wi-Fi 802.11ac, Bluetooth 4.1 LE, Micro USB 2.0.

Питание: 2...3 часа активного использования от одного заряда батареи, до 2 недель в режиме ожидания, байпас (полная функциональность устройства во время заряда).

Охлаждение: пассивное охлаждение без вентиляторов.

Аппаратное обеспечение: материнская плата Microsoft HoloLens архитектуры Intel 32 с поддержкой TPM 2.0, изготовленный на заказ голографический блок обработки данных Microsoft Holographic Processing Unit (HPU 1.0). Память: 64 Гб накопитель, 2 Гб оперативная. Вес: 579 г.

Принцип работы. Голография обрабатывается посредством API и выводится на экран из полупрозрачного стекла, которое не мешает воспринимать настоящий мир.

Такое взаимодействие и создает эффект дополненной реальности. HoloLens распознает жесты и следит за тем, куда смотрит человек. В зависимости от направления взгляда изменяется положение голограмм на экране. Помимо этого, устройство полностью совместимо с Microsoft Cortana, поэтому поддерживает управление голосом.

### СУИД — централизованное хранение и анализ инженерно-технической информации

В основе СУИД НЕОСИНТЕЗ заложена BIM объекта с динамически настраиваемой структурой, атрибутами, множественными связями. Система обеспечивает хранение, доступ, обмен и анализ данных объекта на протяжении его ЖЦ. Она объединяет разнородную информацию об объекте и всех участников процесса управления (управляющие компании; эксплуатирующие, ремонтные, строительные, субподрядные, проектно-конструкторские и научно-исследовательские организации; органы надзора и контроля) в единую информационную среду; учитывает одновременно технологические, финансовые, геометрические параметры и временной фактор. За счет этого становится возможным поддерживать данные в актуальном состоянии в любой момент времени, что является необходимым условием создания полноценного цифрового актива.

Доступ к системе осуществляется через Web-портал, что обеспечивает оперативность получения необходимой информации в любое время из любой точки и с любого устройства.

### Функциональные возможности НЕОСИНТЕЗ

#### Учет, хранение и управление информацией об объекте

- Учет и хранение разнородной информации, характеризующейся разными наборами атрибутов, с возможностью установления связей между объектами системы и связанными с ними документами.

- Гибкая настройка учета и классификации данных об объекте без привлечения разработчиков и изменения структуры данных в соответствии с потребностями различных служб на объекте.



Рис. 3. Схема создания цифрового актива на базе СУИД НЕОСИНТЕЗ и загруженной в нее BIM объекта

- Создание иерархических (древовидных) группировок объектов любой сложности, а также альтернативных деревьев для различных подразделений предприятия (например, архитектурно-строительные, функциональные и т. д.).

- Возможность быстрых «бесшовных» переходов между различными представлениями одного объекта: деревом объекта; электронными документами; 2D генпланами, технологическими и электрическими схемами; ГИС/3D ГИС; 3D-4D-5D-6D моделями; сферическими панорамами; аналитическими панелями, тайм-лайнерами и другими.

**Работа с данными обеспечивается за счет встроеного конвертера и просмотрщика BIM — InterBridge**

- Просмотр атрибутивной информации по каждому отдельному элементу BIM.

- Поиск элементов BIM по атрибутивной информации с возможностью визуального отображения результатов, запросов пользователя, а также формирования отчетов.

- Выполнение измерений расстояний, площадей и углов, считывания координат и размеров отдельных элементов BIM.

- Построение различных сечений BIM динамическими ортогональными плоскостями, то есть возможность задать следующие ориентации: по виду, сверху/снизу, спереди/сзади, справа/слева.

- Автоматическое получение спецификации по заданному образцу для выделенных элементов BIM.

- Синхронная работа с различными представлениями данных.

СУИД НЕОСИНТЕЗ обеспечивает оперативный доступ к наглядной информации о любом элементе объекта и связанной с ним проектной, исполнительной, эксплуатационной и другой документации, что повышает эффективность решения прикладных задач:

1. *при проектировании за счет:*

- исключения пространственных (на 3D модели) и пространственно-временных (на 4D модели) коллизий благодаря сбору воедино всех разделов проекта и интеграции с системами управления проектами;

- эффективной организации контроля работ контрагентов в части учета и хранения проектно-конструкторской документации, полученной от субподрядчиков, с возможностью корректировки статусов ее согласования и утверждения;

2. *при строительстве за счет:*

- разрешения строительных коллизий благодаря оперативному моделированию вариантов предлагаемых решений непосредственно на площадке в BIM и проведение совещаний с удаленным доступом к модели заинтересованных специалистов проектной организации;

- мониторинга процессов капитального строительства за счет синхронизации с графиками календарно-ресурсного планирования и моделирования опережения/отставания выполнения СМР на 4D модели сооружения (интеграция 3D инженерной модели с планом-графиком выполнения работ);

- контроля закупок и поставок с созданием 5D (интеграция 4D модели с данными о закупках и поставках) — 6D моделей (интеграция 5D модели с данными о стоимости ресурсов);

- формирования в автоматическом режиме недельно-суточных заданий для рабочих на строительной площадке;

- информационной поддержки процессов авторского и технического надзора: ведение электронного журнала авторского и технического надзора с фиксацией допущенных отклонений и возможностью подкрепления любой информации (эскиз, чертеж и т. п.), редактирования и изменения статусов;

3. *при эксплуатации за счет:*

- ведения общего электронного реестра оборудования, включая паспорта оборудования;

- ведения электронных оперативных эксплуатационных журналов;

- автоматизации обходов и осмотров оборудования за счет использования мобильных устройств и портативных считывателей штрихкодов;

- информационной поддержки оценки риска аварий и связанных с ними угроз, позволяющей определить приоритеты в очередности ремонта парка оборудования в зависимости от степени критичности влияния на функционирование объекта;

- формирования и актуализации отчетности для органов государственного надзора и контроля в части управления промышленной безопасностью и производственного контроля в автоматическом режиме;

- управления ресурсными характеристиками оборудования за счет интеграции с системами класса АСУТП, визуализации, мониторинга и аналитики наблюдаемых показателей в режиме реального времени;

- учета и анализа производимых ремонтов, отказов, дефектов, отклонений и других событий, возникающих на объекте автоматизации (оборудование, здание, сооружение);

- контроля состояния сварных швов с внесением и отображением информации по каждому шву.

#### Различные сценарии синергии AR-очков + СУИД

Рассмотрим на конкретных примерах, как интеграция AR-очков Microsoft HoloLens с СУИД НЕОСИНТЕЗ позволяет наиболее эффективно решать конкретные производственные задачи.

**Реконструкция/модернизация объекта** на примере объекта транспортной инфраструктуры — станция метро Пятницкое шоссе.

Специалист, ответственный за концептуальное проектирование решения в очках дополненной реальности, прибывает на объект капитального строительства для формирования варианта модернизации и дальнейшего выпуска исполнительной документации. На месте он размещает виртуальные элементы оборудования и интерьера вестибюля станции метро из каталога семейств Autodesk Revit, в котором разработана 3D модель «как спроектировано», дополняя



Рис. 4. Планирование процесса демонтажа на примере гидроагрегата Волжской ГЭС, спроектированной АО «Институт Гидропроект»

реальный объект. Данные из очков дополненной реальности автоматически импортируются в 3D САПР (в данном случае — Autodesk Revit) или в СУИД (в данном случае — НЕОСИНТЕЗ).

Когда все объекты размещены, инженер-проектировщик с помощью голосовой команды сохраняет результаты своей работы. Полученные данные импортируются проектировщиками, ответственными за выпуск рабочей документации, в САПР. При необходимости проектировщик может изменить положение элементов с учетом технологических ограничений и в соответствии с нормами и правилами проектирования, после чего выпускается рабочая документация. Таким образом, трехмерная модель дополняется результатами концептуального проектирования.

Рабочая документация вместе с обновленной информационной моделью публикуется в систему управления инженерными данными, что позволяет создать исполнительную информационную модель «как построено» для последующей передачи на этап эксплуатации.

Такой метод выполнения проекта по реконструкции или модернизации объекта позволяет оптимально и быстро провести виртуальную верификацию проектных решений прямо на месте и избежать инженерных ошибок, устранение которых в реальности могло бы привести к незапланированным затратам.

#### Проведение ремонтов и обслуживания оборудования

Предположим, на объекте вышло из строя какое-то оборудование, и инженеру по сервисному обслуживанию и ремонту необходимо максимально оперативно определить и устранить причины неисправности для восстановления его работоспособности. Для снижения влияния человеческого фактора и обеспечения четкого следования регламенту ремонтов очки дополненной реальности могут служить в качестве своеобразной портативной базы знаний об объекте с подгружаемой информацией из СУИД и других специализированных эксплуатационных систем (в частности, из ТОиР).

Надев очки Microsoft HoloLens, инженер подходит к реальному оборудованию на объекте и выявляет неисправность. Далее необходимо диагностировать причину такой неисправности и определить пути ее устранения, то есть определить в каком порядке и какие действия нужно выполнить без влияния на безопасность функционирования объекта в целом и без угрозы жизни человеку. Для этого инженер работает с моделью оборудования в AR-очках, то есть выбирает из виртуального меню (дополненная информация к реальному объекту) соответствующий пункт (в данном случае — Техническое обслуживание и ремонт) с указанием конкретной неисправности из перечня

часто встречающихся. В зависимости от неисправности ему будет необходимо выполнить анимированную пошаговую инструкцию по выявлению и устранению причины неисправности.

Анимированная инструкция визуально подсказывает специалисту, о каком элементе оборудования идет речь, указывая на него красной стрелкой в очках дополненной реальности. Следующий шаг в виртуальной инструкции можно выполнить только в том случае, если инженер реально выполнил предыдущее действие. Таким образом обеспечивается своего рода контроль за надлежащим исполнением инструкции специалистом по сервисному обслуживанию и ремонту оборудования.

Устранив неисправность и восстановив работу оборудования, инженер ставит соответствующую отметку на модели с применением очков дополненной реальности (например, Причина неисправности устранена), которая получит автоматическое отражение в СУИД и в системе ТОиР. Таким образом, весь процесс сервисного обслуживания реализуется на месте, что обеспечивает его оперативность и высокое качество.

#### Выполнение монтажных и демонтажных работ на примере объекта гидроэлектроэнергетики — Волжской ГЭС

Предположим, необходимо произвести демонтаж гидротурбины диаметром 10 м на демонтирующей площадке площадью 20х20м. Возникает вопрос, где размещать элементы оборудования (например, крышку, лопадки и т.д.), чтобы вписаться в геометрию ограниченного пространства, выделенного под демонтаж.

Надев очки Microsoft HoloLens, специалист по демонтажу может работать с дополненной моделью гидротурбины и виртуально прорабатывать различные сценарии позиционирования ее элементов на площадке до тех пор, пока не получит нужный результат. Кроме того, сразу же будет учитываться вся

инженерная информация по оборудованию, подгружаемая из СУИД НЕОСИНТЕЗ, что влияет не только на оперативное принятие инженерных решений, но и на обеспечение безопасного производства работ в реальности (рис. 4).

#### Заключение

Использование очков дополненной реальности в интеграции с системой управления инженерными данными дает заказчикам экономию рабочего времени, увеличивает производительность труда и сокращает финансовые издержки. Это происходит за счет автоматизации поиска и комплектации деталей и инструментов, процесса сборки оборудования. Результат:

*Сальников Николай Викторович* – заместитель директора Дивизиона инженерных моделей,

*Кононов Павел Витальевич* – главный инженер проектов Дивизиона инженерных моделей,

*Лушина Екатерина Александровна* – руководитель сектора маркетинговых коммуникаций ГК «НЕОЛАНТ».  
Контактный телефон +7 (499) 999-00-00.

#### Список литературы

1. Дж. Ли, Б. Уэр. Трёхмерная графика и анимация. 2-е изд. М.: Вильямс. 2002. 640 с.
2. Россохин А., Измагурова В. Виртуальное счастье или виртуальная зависимость. М.: Смысл. 2004. с. 516-523.
3. Таратута Е.Е. Философия виртуальной реальности. СПбГУ. 2007.
4. Brian X. Chen. If You're Not Seeing Data, You're Not Seeing//Wired. 2009. August.

## ПРИЛОЖЕНИЕ УДАЛЕННОГО АССИСТЕНТА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

И.В. Симонов (Компания КРОК)

Показано, что технология дополненной реальности уже активно применяется на сборочных операциях машиностроительных предприятий для визуализации справочной информации. В приложениях удаленного ассистента данная функциональность дополняется возможностями эффективной коммуникации разных категорий пользователей посредством мобильной аудио- и видеосвязи. Приводятся примеры использования удаленного ассистента на предприятиях. Обосновывается актуальность создания приложения удаленного ассистента для российских заказчиков.

Ключевые слова: дополненная реальность, удаленный ассистент, средства коммуникации, мобильная аудио- и видеосвязь, интеграция.

#### Место технологии дополненной реальности в структуре цифрового промышленного производства

Технологические изменения привели наше общество к Четвертой промышленной революции (Industry 4.0). Такое название получила нынешняя эпоха инноваций, когда передовые технологии радикально меняют целые отрасли экономики потрясающе быстрыми темпами. Возникнет абсолютно новый тип цифрового промышленного производства, который будет основываться на так называемых больших данных и их анализе, полной автоматизации производства, технологиях дополненной реальности, Internet of Things (IoT) [1].

Реализация принципов цифровизации заключается, в том числе в масштабном оснащении производств датчиками и прочими многочисленными средствами соединения «вещей» физического мира с виртуальными сетями. По мнению аналитиков Gartner, число соединенных устройств в мире достигнет 21 млрд. ед. к 2020 г. Быстрый рост мобильных технологий и IoT дает компаниям возможность объединить цифровую и физическую сферу так, чтобы облегчить труд сотрудников, автоматизировать ру-

тинные операции, повысить эффективность их работы за счет доступа к большому объему информации. При обработке больших объемов данных на помощь человеку приходят технологии искусственного интеллекта дополненной реальности. Они смогут выстраивать производство с меньшим числом ошибок, взаимодействовать с производимыми объектами и при необходимости адаптироваться под новые потребности потребителей [1].

Дополненная реальность (Augmented Reality, AR) — результат введения в поле восприятия любых сенсорных данных с целью дополнения сведений об окружении и улучшении восприятия информации.

К устройствам, поддерживающим технологию дополненной реальности, относятся:

— *мобильные телефоны и планшеты;*

— *очки дополнительной реальности.* Надев такие очки, человек видит как реальность, так и дополнительную информацию, выводимую перед ним. При этом весь контент видит только человек, надевший очки. Руки у человека, надевшего такие очки, остаются свободными. Предположительно сам термин дополненной реальности был введен инженером