

Дополненная Реальность в системах индустриального интернета вещей: носимые устройства конечного пользователя

М.А.Пирогова, канд. техн. наук; И.Е. Лешихина, канд. техн. наук
ФГБОУ ВО НИУ «Московский Энергетический Институт», Москва, Российская
Федерация

В.А.Краюшкин, канд. техн. наук ООО «Продуктивные Технологические Системы»,
Москва, Российская Федерация

Аннотация

В статье представлено современное состояние рынка промышленных устройств дополненной реальности для задач промышленного интернета вещей

Ключевые слова: интернет вещей, промышленный интернет вещей, дополненная реальность.

Введение

В прошлом году авторы настоящей статьи опубликовали обзор такой области передовых информационных технологий как «Дополненная Реальность» [1], Augmented Reality, AR. Необходимость освоения технологии AR связана прежде всего с цифровой трансформацией производственных процессов, без чего невозможно поддержание промышленного способа производства на современном уровне, решение задач четвёртой промышленной революции (т.н. Industrie 4.0). Как было показано в предыдущей статье, ценность того или иного решения по AR для IoT/IIoT зависит от того, как быстро и полно, с наименьшими трудностями, могло бы быть внедрено это решение. С одной стороны, это зависит от функционального наполнения AR-решения (сервисы, удобство программирования, степень охвата производственных процессов, ориентация на конкретные производственные отрасли вплоть до наличия настраиваемых отраслевых «шаблонов» и т.д.), с другой стороны, качество внедрения AR-решения для пользователя

зависит и от того, как легко и быстро такой пользователь освоит интерфейс работы с предлагаемым ему AR-решением. В последнем случае речь идёт о устройствах, позволяющих «погрузить» наблюдателя в смешанную визуальную среду с on-line отображением виртуальных объектов поверх реальной «картинки» - устройствах AR-визуализации. Удобство пользования ими, их эргономические характеристики, качество воспроизводимой ими картинка, дружелюбность интерфейса, ну, и не в последнюю очередь – доступность на рынке – это те факторы, которые могли бы считаться существенными при принятии решения об использовании AR-технологии IoT/IIoT на предприятии. В настоящей статье авторы хотели бы показать состояние рынка устройств AR-визуализации, которые можно бы было отнести к оконечным AR-устройствам пользователя в системах IoT/IIoT. В популярной литературе и технических обзорах часто такие оконечные устройства называют «умными очками» (smart glass) или «очками дополненной реальности» (AR-glass). Будем также применять эти термины и в нашем обзоре, хотя иногда эти устройства мало напоминают очки, а иногда принципиально очками не являются. Для единой терминологии в этом случае в иностранной литературе применяется термин «eyewear», который пока не имеет устоявшегося русскоязычного аналога, поэтому в рамках настоящей статьи авторы предпочитают использовать термин AR-устройство.

AR-устройства конечного пользователя

Примеры реализации AR-технологий в рыночных приложениях IoT/IIoT компаниями-производителями таких систем обычно демонстрируются с применением в качестве оконечного оборудования каких-либо широко распространенных устройств, включающих в себя камеру, экран, имеющих в своем составе сетевой доступ, простой дружелюбный интерфейс и возможность загрузки специализированного ПО из внешних сетевых источников. Наиболее распространённым типом таких устройств являются смартфоны и планшеты. Устройства такого типа, хотя изначально они не разрабатывались и не разрабатываются для AR-приложений, за счёт их широкого распространения и наличия в их составе достаточных технических и программных ресурсов, всегда предлагаются в качестве типового AR-устройства конечного пользователя. Однако, особенности AR-

решений систем IoT/IIoT требуют от AR-устройств большей специализации и иных, более соответствующих промышленному применению способов использования, чем могут дать смартфоны и планшеты. Именно особенности промышленного использования требуют применения в качестве AR-устройств «очков дополненной реальности».

Устройства типа «очки дополненной реальности», причём для применения совсем не в системах IOT/IIOT, появились на рынке High-Тес в 2013-2015 г. 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 картинку VR, только виртуальную реальность. 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.

Группы промышленных устройств AR

Все промышленные устройства AR, те самые «eyewear» для промышленного применения технологии AR, в настоящее время делятся с технической точки зрения на три группы:

- Monocular Augmented Reality Smart Glasses («монокли» дополненной реальности)
- Binocular Augmented Reality Smart Glasses (очки дополненной реальности)
- Binocular Head Hoop Augmented Reality Smart Glasses (шлемы дополненной реальности или AR HMD - Head Mounted Device)

Принципиальные различия между этими типами состоят в степени «погруженности» пользователя в AR.

В технической литературе и маркетинговых материалах также приводится «вспомогательная» классификация устройства AR («eyewear») по тому, как реализуется наложение AR-объектов на картинку окружающей реальности:

- Устройства с видеотрансляцией AR непосредственно на органы зрения пользователя (Video see-through devices)
- Устройства оптического воспроизведения AR поверх реальной картинки (Optical see-through devices)

К разряду промышленных устройств AR в настоящее время не относят планшеты и смартфоны, даже если на них установлены приложения AR просмотра. Для промышленного применения теперь могут использоваться только устройства «hands free», освобождающие руки пользователя для выполнения производственных операций, то есть, по вышеприведённой классификации к разряду промышленных AR-устройств относятся умные «монокулярные» устройства, «умные очки» и шлемы дополненной реальности.

«Монокли» проецируют виртуальные объекты поверх реальной картинки, наблюдаемой пользователем непосредственно, только в область обзора одного глаза. Вторым глазом пользователь видит чистую реальную картинку без каких-либо виртуальных объектов. Погруженность в AR здесь не допускает полного стереоэффекта, поскольку дополненная реальность проецируется только на один глаз. Технические требования к аппаратному обеспечению принципиально наиболее низкие по сравнению с очками или шлемами дополненной реальности («монокль – это всегда половинка от очков»). Стоимость, которая также зависит от того, чем и как реализуются технические требования – ожидаемо минимальна по сравнению с двумя другими типами. Другие технические и эргономические характеристики – вес, энерговооруженность, наличие дружественного пользовательского интерфейса – в большей мере зависят от усилий производителя данного типа устройств, но при прочих равных вес таких устройств – минимален по сравнению с остальными двумя типами. «Монокли» как правило являются устройствами с видеотрансляцией AR непосредственно на органы зрения пользователя (Video see-through devices), точнее, на один орган зрения. Современный класс персональных устройств воспроизведения дополненной реальности как раз «начинался» именно с монокулярных

носимых AR-устройств: появление на рубеже 2013-2014 годов HMD-устройства Google Glass положило начало этому сегменту рынка и этому классу устройств.

«Очки дополненной реальности» проецируют виртуальные объекты поверх реальной картинке уже в обе области просмотра – и в область левого, и в область правого глаза. Применение очков позволяет получать полноценный стереоэффект при погружении в AR. Технические требования для «очков дополненной реальности» выше, чем для «моноклей» именно по причине реализации видеотрансляции параллельно и синхронно для правого и левого глаз («очки – это всегда пара моноклей»). Соответственно, стоимость очков дополненной реальности ожидаемо выше, чем «моноклей» с сопоставимыми параметрами проецируемого изображения. Другие технические характеристики – вес, энерговооруженность – также «растут» по сравнению с «моноклями». Что же касается эргономики и интерфейса, то, как правило и пока, в очках за счёт БОльших IT-возможностей и ресурсов, шире и богаче набор пользовательских интерфейсов по сравнению с «моноклями» (голосовой, тактильный, даже в некоторых случаях интерфейс жестов). «Очки дополненной реальности» как правило являются устройствами оптического воспроизведения AR поверх реальной картинке (Optical see-through devices)

Шлемы дополненной реальности – самый сложный, и пока что самый малочисленный класс AR-оконечных устройств. В шлемах, как и в очках, виртуальные объекты проецируются отдельно на оба глаза, чем создаётся богатый стереоэффект, наилучший среди всех трёх классов AR-оконечных устройств. Технические требования для «шлемов дополненной реальности», по аналогии с «очками», выше, чем для «моноклей» также в первую очередь по причине реализации видеотрансляции параллельно и синхронно для правого и левого глаз («очки – это всегда пара моноклей»). Снижение существенных ограничений на вес, по сравнению как с «моноклями», так и с очками, позволяет разместить на носимом устройства AR дополнительные функциональные модули и/или расширить функциональность основных (процессор, видеопроцессор, память, сетевые мощности и т.д.). Соответственно стоимость шлемов дополненной реальности - наивысшая в рассматриваемой группе устройств. «Шлемы дополненной реальности» - это

устройства оптического воспроизведения AR поверх реальной картинке (Optical see-through devices).

Состояние рынка AR-устройств для IoT/IIoT

Рынок AR-устройств для задач промышленного применения, для задач IoT/IIoT, сформировался довольно быстро, так как совсем немногие поставщики индустриальных IoT/IIoT систем могли предлагать готовые AR-приложения или приложения, допускающие применение любых AR. Как правило, промышленное применение AR-технологий требует от поставщиков IoT/IIoT систем сертификации окончательного оборудования под требования тех или иных государственных или прочих общественных регуляторов. К концу 2017 года сертифицированный рынок AR-устройств для промышленного применения состоял из следующих устройств, которые в этой нише занимали совместно более 90%:

- Vuzix M300 – «Монокль» дополненной реальности, Video see-through- устройство (Рис.1)
- ODG R-7+ - «Очки» дополненной реальности, Optical see-through- устройство (Рис.2)
- Epson Moverio BT-300 - «Очки» дополненной реальности, Optical see-through- устройство (Рис.3)
- Microsoft HoloLens – «Шлем» дополненной реальности, Optical see-through- устройство (Рис.4)

Ниже, на рисунках Рис.1 – Рис.4, представлены фотографии перечисленных выше устройств.



Рис.1. Монокулярные очки дополненной реальности Vuzix M300



Рис.2. Бинокулярные очки дополненной реальности ODG R-7+



Рис.3. Очки дополненной реальности EPSON Moverio BT-300

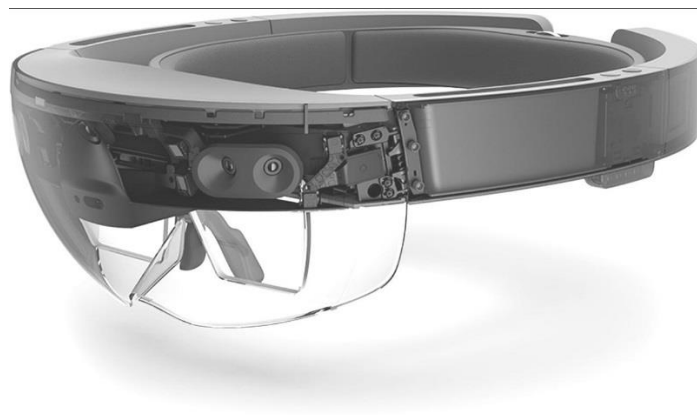


Рис.4. «Шлем» дополненной реальности Microsoft HoloLens

Технические характеристики этих устройств в самом общем виде сведены в таблицу Таб.1

Таб.1

Параметр	Vuzix M300	ODG R-7+	Epson Moverio BT-300	Microsoft HoloLens
Тип	Монокль	Очки	Очки	Шлем
ОС	Android 6	Android 5.1	Android 5.1	Microsoft Windows 10
СРU	Dual Core Intel Atom CPU	Qualcomm® Snapdragon™ 805 2.7GHz quad-core	Intel Atom X5	Intel 32 bit + TPM 2.0 (GPU) Microsoft Holographic Processing Unit (HPU 1.0)
Память	2 GB ОЗУ 64 GB внутренняя флеш-память	3 GB ОЗУ 64 GB	2 GB ОЗУ 16 GB пользовательская	2 GB ОЗУ 64 GB
Интерфейс пользователя	4-х кнопочный + голосовой + 2-х осевой тачпад	Гоосовой, оптический «трекпад» с кнопкой	Кнопочный и тачпад на блоке управления	Жесты + голосовая поддержка
Сетевой интерфейс	Wi-Fi b/g/n/ac BT 4.1/2.1-+EDR	Wi-Fi a/b/g/n/ac BT 4.1/-+EDR/BLE	Wi-Fi b/g/n BT 3.0/4.0	Wi-Fi ac
Эквивалент проекции AR	1080p video 16:9	720p при 82 кадр/сек 16:9	1280x720	2HD в режиме 16:9
Вес	100-120 грамм	200 грамм	70 грамм – очки, 130 г.– блок управления	579 грамм
Время автономной работы	От 2 до 12 часов	До 8 часов	Не более 6 часов	2-3 в режиме работы, до 2 недель - ожидание

Сертифицировано в РФ	РФ: Да, пока только для рынка игровых устройств	Mil-STD 802G, ANSI Z87.1+, Zone 2 "Intrinsically Safe"	РФ: Да, пока только для рынка игровых устройств	РФ: Нет ANSI Z87.1, CSA Z94.3 EN 166
Стоимость	170 000 руб \$1949.99 €1600.00	РФ: ~180 000 руб – только предзаказ \$2750.00 €2300.00	60 000 руб. \$699.99 €566.36	280 000 руб \$5000 -

Дальнейшее совершенствование устройств AR для применения в составе IoT/IIoT систем связано с улучшением характеристик представленных в таблице устройств, выпуском модернизированных и реконфигурированных их вариантов.

Так, вместе с выпуском Epson Moverio BT-300 на той же аппаратной платформе налажен выпуск Epson Moverio BT-350 (стоимость в РФ 120 000 руб.). Основное отличие от предшественника – увеличенная в два раза емкость памяти.

Модифицированные новые модели на платформе ODG R – ODG R8 и ODG R9 (начало выпуска – первый квартал 2017) – это на самом деле облегчённые «потребительские» варианты профессиональной модели ODG R7+. В новых устройствах в рамках тех же самых архитектурных решений произведена замена процессора Snapdragon 805 на Snapdragon 835, остальные изменения не принципиальны, но такое решение позволяет выходить с новыми устройствами на оптовый рынок с меньшими по сравнению с ODG R7+ ценами: \$1000 и \$1800 соответственно.

Компания Vuzix, представив в начале 2017 года на выставке CES 2017 модель Vuzix M3000 – по сути дела, полный аналог устройства Vuzix M300 с тем только отличием, что вместо монокулярного OLED-дисплея в этом монокле использовалась волноводная оптика толщиной 1,4 миллиметра и линейный DLP-движок Cobra с разрешением WVGA, по сути превращавшая устройство в очки с одним (правым) «стеклом» - экраном волноводной оптики. Однако, на рынок в таком виде «монокль» дополненной реальности не поступил, а все наработки по волноводной оптике и DLP-движку Cobra компания передала коллективу, подготовившему выпуск устройств 3000-серии, но уже в виде очков. А в этом секторе уже основательно обосновались упомянутые выше ODG и Epson.

Microsoft пока не спешит с каким-либо обновлением или модификацией своего «шлема» HoloLens, как отмечается некоторыми аналитиками IT рынков – это скорее всего связано с тем, что даже несмотря на «заоблачную» стоимость HoloLens, и с учётом самой настоящей «модой» на них, их продажи ещё не окупили даже затрат на организацию производства этих устройств.

Тем не менее, рынок AR-устройств для IoT/ПоТ систем ждут перемены.

С чем они могли бы быть связаны? Тут есть как минимум три перспективных, интересных, прорывных проекта, промышленного выпуска которых с нетерпением ждут IoT/ПоТ/AR специалисты.

Первое: весь 2017 год сообщество разработчиков промышленных систем IoT/ПоТ/AR ожидало выход на рынок анонсированного в январе 2017 года «монокля» НМТ-1 компании RealWear (Рис.5). НМТ-1 с заявленной стоимостью всего в полторы тысячи долларов (тысяча евро) оснащена 8-ми ядерным 2ГГц ЦПУ Snapdragon 625, графическим процессором Adreno 506, 2GB ОЗУ + 16GB пользовательской памяти, 16 МП камерой, 0.33” WVGA-дисплеем, проецирующим непосредственно на зрачок изображение, воспринимаемое как расположенный на расстоянии 25-30 см 7” планшет. Плюс богатый набор интерфейсов – беспроводной связи и пользовательский голосовой (русификация есть и проверена на практике). И всё это «богатство» уместилось в 380 граммовом обруче, что позволяет отказаться наконец от пристёгиваемых к поясу IT-модулей AR-устройства (процессор, память, сеть), перенести всё в «оправу» монокля. Кроме того, монтаж проектора на кронштейне позволяет в ходе выполнения рабочих операций просто и легко, одним движением, поднимать или опускать кронштейн и, таким образом, освобождать поле зрения для работы.



Рис.5. Монокулярные очки дополненной реальности HMT-1

Авторам этой статьи в декабре 2017 года удалось поработать с HMT-1, более того, впервые в РФ мы продемонстрировали возможности этого устройства в ходе форума «NI Days» в Москве и мы можем с уверенностью подтвердить практически все ожидания эффективности использования HMT-1 в качестве недорогого, по-настоящему промышленного, удобного рабочего AR-инструмента [2].

Другой ожидаемой новинкой рынка AR является устройство LIGHTWEAR компании Magic Leap (Рис.6). По сути дела, оно занимает место между очками и шлемом дополненной реальности. При заявленной стоимости в \$ 1000 устройство LIGHTWEAR Magic Leap 1 состоит из собственно очков («Lightwear»), в оправе которых расположены два (по одному на каждый глаз) проектора на сетчатку изображения виртуального объекта 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 стёкла 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, объёме памяти.



Рис.6. AR-очки дополненной реальности LIGHTWEAR Magic Leap 1

И, наконец, в январе 2018 года о своих претензиях на лидерство в секторе AR-устройств для систем IoT/IIoT заявила компания, процессорами которой снабжена добрая половина носимых AR-устройств – Intel. Новинка рынка и, по сути, первенец Intel в этой области – монокуляр Vaunt smart glass (Рис.7). В отличие от богато оснащённого как аппаратно, так и программно LIGHTWEAR, новинка от Intel – Vaunt – поражает минимализмом; в составе устройства нет ни камеры, ни каких-либо кнопок, нет микрофонов и нет наушников или каких-либо иных вмонтированных аудиоустройств.

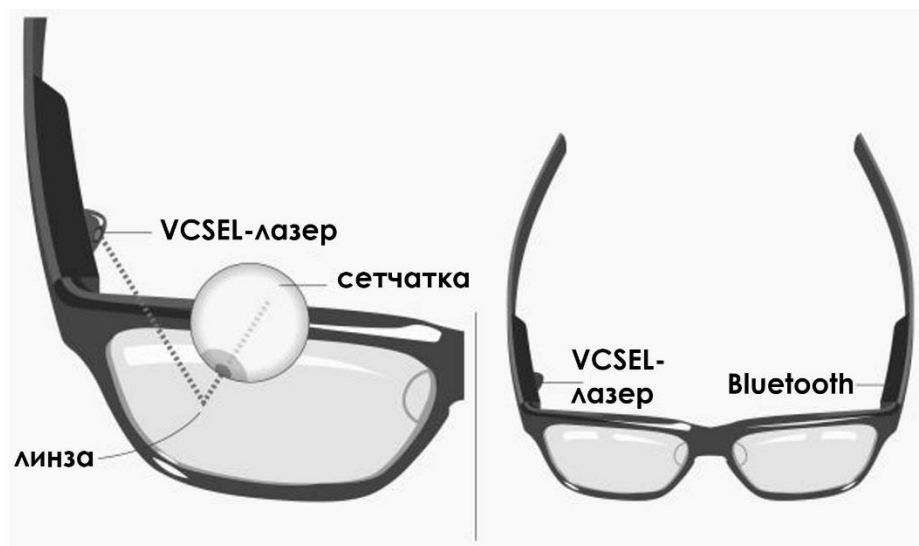


Рис. 7. Монокулярные монохромные очки дополненной реальности Intel Vaunt Smart Glass

Парадоксально, но в этом монокле нет даже LCD или OLED-экрана, как, например, в НМТ-1 или DLP-устройства. Вся система отображения AR-информации основана на применении низкоэнергетического монохромного VCSEL-лазера (vertical-cavity surface-emitting laser), вмонтированного в правую дужку оправы, который «засвечивает» периферийную область просмотра. Лазер формирует развёртку непосредственно на сетчатку правого глаза, но за счёт продуманного расположения лазера на оправе, пользователь видит транслируемую ему AR-информацию только тогда, когда глаз смотрит «вперёд». Достаточно перевести взгляд в сторону и луч лазера перестанет попадать в зрачок – дополнительная информация «уедет» за периферийный участок обзора. Для удачного весового баланса и компенсации одностороннего расположения лазера в левой дужке расположены процессорные элементы,

Заключение

Сформируем краткие выводы:

- рынок AR-устройств промышленного применения в целом сформирован, он «обособлен» от рынка VR-устройств и состоит только из носимых устройств;
- сами AR-устройства, их технические характеристики, постоянно совершенствуются в направлении увеличения времени автономной работы и удобства применения в промышленных условиях;
- ценовая эффективная ниша рынка для этого типа устройств – 1000-1500 \$ USD;
- промышленные AR-устройства сгруппированы в трёх подклассах: монокулярные очки дополненной реальности (Monocular AR), бинокулярные очки дополненной реальности (Binocular AR Smart Glass) и «шлемы» дополненной реальности (Binocular AR HMD).

Литература

1. Краюшкин В.А., Лешихина И.Е., Пирогова М.А. Дополненная Реальность : возможности применения для поддержки полного жизненного цикла изделия // Информационные технологии в Проектировании и Производстве. Научно-Технический журнал. №1 (165) 2017. ISSN 2073-2597. С. 16 - 25.
2. Пресс-релиз о демонстрации прототипа промышленного решения AR на форуме «NI Days», Москва, 1 декабря 2017 [сайт] URL: <http://pts-russia.com/publications-menu/item/267-ar-nidays.html>

Augmented Reality in IoT/IIoT: AR-smart glasses

M.A.Pirogova, I.E.Leshikhina

National Research University “Moscow Power Engineering Institute”, Moscow, Russian Federation

V.A.Krayushkin

LLC PTS, Moscow, Russian Federation

Abstract

This article describes the modern situation of the AR-smart glasses market for IoT/IIoT

Keywords: Internet of Things, Industrial Internet of Things, Augmented Reality

Пирогова Марина Аркадьевна, к.т.н., доцент МЭИ (ТУ),

8-916-9657000

E-mail: PirogovaMA@mpei.ru

Лешихина Ирина Евгеньевна, к.т.н. доцент МЭИ (ТУ).

8-915-2395689

E-mail: liy56@mail.ru

Краюшкин Владимир Анатольевич, к.т.н., руководитель проектов, компания «ПТС»

8-916-7178254

E-mail: vkray@pts-russia.com