

## Курсовая работа

# Внедрение дополненной реальности в производственные процессы авиационного завода

Филиал ПАО «Компания «Сухой»  
КнААЗ им. Ю.А. Гагарина

## Авторы:

Тимохин Валерий Сергеевич, ведущий программист УИТ  
Шпак Дмитрий Александрович, начальник УИТ

## ЦЕЛЬ ПРОЕКТА -

выводить рабочему интерактивные 3D руководства в зоне его работы средствами технологий Дополненной реальности для достижения следующих эффектов:

### ВОЗМОЖНОСТИ

Наложение цифровой модели на физическую

### ДОСТИГАЕМЫЕ ЭФФЕКТЫ

- ✓ **Сократит время проведения входного контроля и общетехнического контроля.** Рабочий увидит на изделии голограммы монтажей в тех местах, где они должны быть установлены. Ему необходимо убедиться в их наличии и правильности установки. Апробация проведена на примере контроля монтажей в районе ниши шасси изделия Су57.
- ✓ **Сократит время сборочных операций.** Возможность вывести голограмму в точно заданной позиции на физическом изделии, позволит для каждой детали указать место и способ её установки. Решение разработано для нанесения камуфляжной окраски и контроль её контуров. Апробация запланирована на 2020 год по готовности изделия.
- ✓ **Возможность выполнять сложную работу работнику с недостаточной квалификацией.** Визуализация техпроцесса обеспечит максимальную наглядность, снизит долю человеческих ошибок и позволит правильно выполнить работу с первого раза.

Применение интерактивных 3D эскизов

- ✓ **Высокая скорость разработки и обновления.** Вместо разработки полноценного техпроцесса создаются 3D эскизы по САД моделям, в которых наносятся техтребования и аннотации.
- ✓ **Сокращает время разработки полноценного техпроцесса.** 3D эскизы на ранних этапах производства изделия используются в техпроцессе в качестве графических иллюстраций и являются источником данных для комплектовочных карт.

## РЕЗЮМЕ ПРОЕКТА -

1. Разработка алгоритмов позиционирования и трекинга, работающих надежно и устойчиво в условиях цеха для планшета, видео-очков, видео-камеры, проектора. Снижение влияния освещенности, перемещения людей, перекрывания объектов изделия различными предметами. Применение для разных условий труда позиционирования: по маркеру, по модели, по опорной сети.
2. Подготовка 3D данных для работы на мобильных устройствах (планшет, видео-очки) по технологии Дополненной реальности. Решение проблем с производительностью оборудования, хранение и изменение контента Дополненной реальности.
3. Разработка прикладных решений для производства: визуализация монтажей на изделия для проведения их входного контроля и общетехнического контроля всего изделия, проецирование схем покраски на криволинейную поверхность корпуса самолета для обеспечения покраски и контроля контуров покраски.
4. Использование проектора, видео-очков и планшета для Дополненной реальности. Применение Дополненной реальности при работе в стесненных условиях.

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА -

Силами специалистов КнААЗ разработаны прототипы следующих решений:

1. **Входной контроль монтажей** с помощью визуализации CAD модели на изделии. Апробация проведена на примере контроля монтажей в районе ниши шасси изделия Су57.

2. **Визуализация контуров камуфляжной окраски.** Через проектор на изделие выводятся контуры, по которым осуществляется подготовка к покраске. Для контроля точности окраски применяются очки дополненной реальности, где пользователь сравнивает границы окраски с цифровой моделью.

Апробация проведена на тестовом макете, в 2020 году запланирована апробация на изделии Су57 на этапе покраски.

3. **3D сканирование изделий**, для которых нет цифровых моделей и создание 3D эскизов. Апробация проведена на сканировании небольших агрегатов. Полностью процесс опробован на сканировании миниатюрной модели Т50 с целью отработки проецирования схем покраски и внутренних конструкций.

4. **Визуализация схем клепки** с помощью проектора и видео-очков. Разработан алгоритм визуализации карт клепки на обшивке: карта технологического крепежа, карта металлизации, карта непроклепа. Переключение карт осуществляется с помощью жестов рук.

Апробация отложена до решения вопросов с подбором мобильного проектора и камеры.

## ПАСПОРТ ПРОЕКТА -

### ЗАДАЧИ

- Разработать алгоритмы позиционирования и трекинга по маркеру, по модели, по опорной сети, для планшета, видео-очков, проектора.
- Разработать модуль 3D эскизирования для подготовки контента Дополненной реальности.
- Разработать приложение Дополненной реальности и провести входной контроль монтажей в отсеке ниши шасси и на панели мотогондоллы изделия Су57.
- Разработать приложение для наложения схем покраски на криволинейные поверхности через проектор, видео-очки и проверить работу на створках шасси изделия Су57.
- Разработать решение для выполнения контроля полезного пространства по голограмме муляжа.

### ЭТАПЫ ПРОЕКТА

- Проведение пилотного проекта по выполнению входного контроля и общетехнического контроля с применением средств Дополненной реальности на планшете и видео-очках.
- Проведение пилотного проекта по визуализации схем камуфляжной покраски на створках шасси с применением средств Дополненной реальности.
- Создание лаборатории Дополненной реальности на базе университета КнАГУ с целью привлечения профессорско-преподавательского состава и студенческих конструкторских бюро к совместным разработкам по внедрению технологий Дополненной реальности в производственные процессы авиастроительного завода.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОЕКТА -

**Значительное сокращение доли человеческих ошибок** достигается за счет высокой наглядности техпроцесса: внимание акцентируется на зонах изделия связанных с техпроцессом, отмечаются места и визуализируется способ установки монтажей и др.

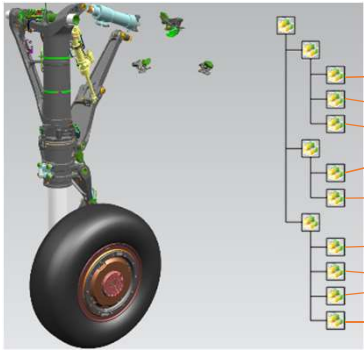
**Повышение производительности** достигается за счет визуализации данных, требуемых для выполнения работы прямо на изделии или в поле зрения исполнителя: минимизировано переключение внимания, необходимость осмысления текста инструкций заменена наглядными визуализациями.

Опыт компаний применения Дополненной реальности:

Компания	Проблема	Решение	Эффект
Судостроение <b>Newport News Shipbuilding</b>	Сверка готовых судов с чертежами и выбраковки металлоконструкций.	AR помогает им увидеть окончательный проект наложенный на корабль.	Время проверки сокращено на <b>96%</b> . С 36 часов до 1.5 часа.
Автомобильная промышленность <b>Volkswagen</b>	Контроль качества, сверка готовых деталей и узлов с чертежами.	С помощью AR модель САПР накладывается на физический прототип для проверки его точности.	Визуальный контроль выполняется в <b>5-10 раз</b> быстрее и точнее.
Авиастроение <b>Boeing</b>	50-ти этапная сборка секций крыла.	AR дает наглядные пошаговые инструкции на месте, в реальном времени — по сборке устройств, управлению аппаратурой.	Выработка увеличилась на <b>35%</b> . Успех выполнения всех операций с первой попытки: <b>90%</b> .
Электронное оборудование и оргтехника <b>Xerox</b>	Послепродажное обслуживание	AR используется для связи выездных инженеров с экспертами: технология заменила телефонные звонки и письменные инструкции.	Эффективность выросла на <b>20%</b> . Вызов мастера сократился на <b>76%</b> . Удовлетворенность обслуживания выросла до <b>95%</b> .

# ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ -

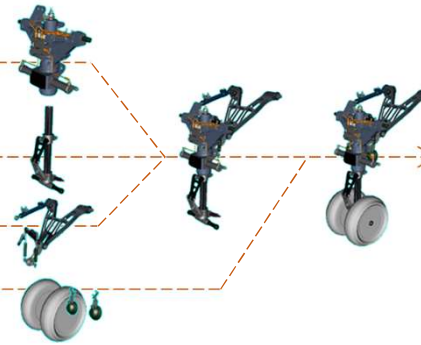
Конструкторская сборка



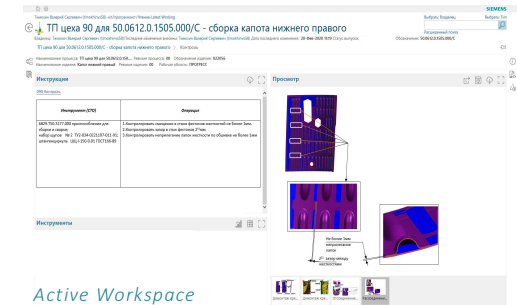
Технологическая сборка

- Верхний уровень т/втом
- Сборка центральной части шасси
- Технологическая ДСЕ
- Сборка нижней части шасси
- Сборка верхней части шасси
- Окончательная сборка шасси

Технологический процесс



Визуализация техпроцесса



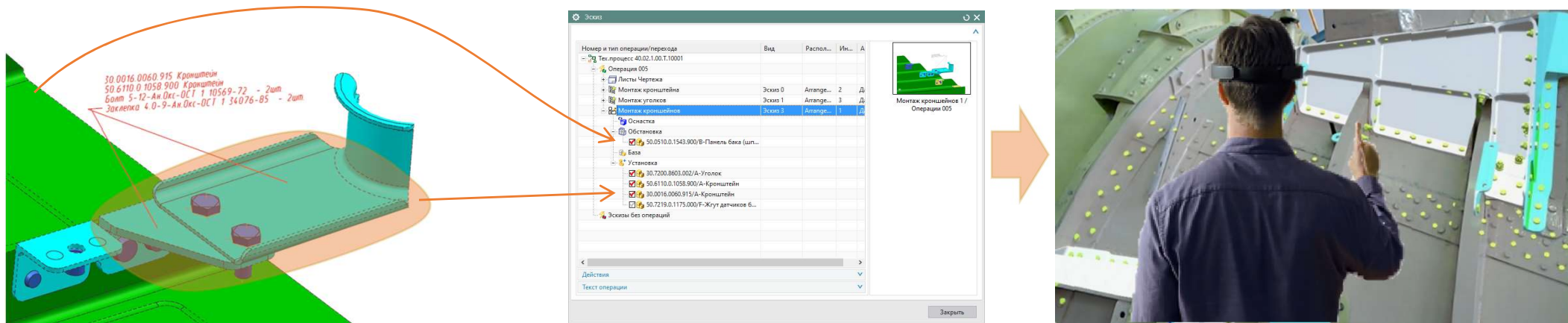
Из конструкторских сборок в модуле **3D эскизирования** (разработка под NX) создаются технологические сборки, 3D и 2D эскизы. На технологические сборки в **редакторе техпроцессов** (разработка под Teamcenter) пишется технология изготовления, к которой подкладываются эскизы или создаются новые. Техпроцесс можно открыть в веб-приложении Teamcenter Active Workspace.

Для **Дополненной реальности** в модуле **3D эскизирования** инструкции техпроцесса прикрепляются к конкретному месту на изделии, добавляются ТУ (технологические условия) и обозначаются метки позиционирования модели. Для каждого сборочного файла техсостава формируется JT представление, которое загружает приложение Дополненной реальности – **AR Vision**.

**AR Vision** разработан для позиционирования и трекинга 3D данных на физическом изделии. Приложение загружает из Teamcenter 3D сборки в формате JT и данные техпроцесса. Приложение работает на планшете с RGB камерой и видео-очками Hololens.



## РАЗРАБОТКА ЭСКИЗОВ ДЛЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ -



Для **Дополненной реальности** требуется 3D наполнение, и лучшим решением стало создание 3D эскизов. Для этого мы разработали свой модуль 3D эскизирования под NX, который сейчас используется технологами в написании техпроцессов для создания карты эскизов и формировании комплекточных карт. В **Дополненной реальности** по модели на физическом изделии проецируются такие элементы как: монтажи, аннотации, ТУ, размеры, анимация.

3D эскизирование отображает операции техпроцесса, под которые добавляются необходимые ДСЕ. А из списка ДСЕ каждой операции уже формируется карта комплектования.

Для конкретной операции техпроцесса создаётся 3D эскиз:

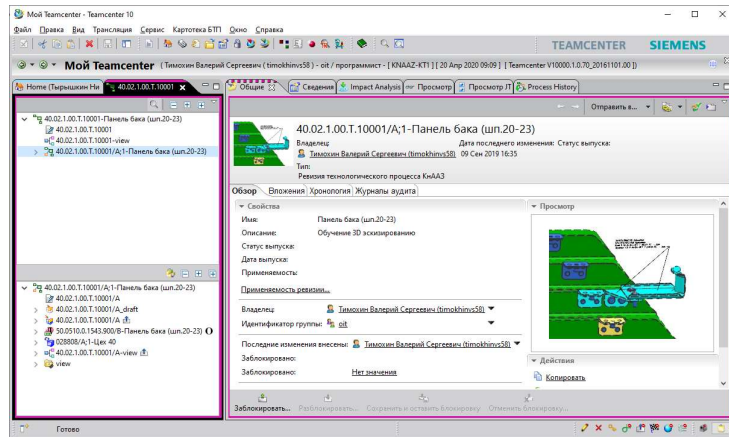
1. Подбирается ракурс 3D модели, настраивается видимость компонентов.
2. На участке модели наносятся аннотации, размеры, ТУ и другие элементы визуализации из средств PMI NX. Прикрепление инструкций из техпроцесса к конкретному месту на изделии в данный момент находится в разработке.
3. На модели указываются точки для позиционирования.

Для **Дополненной реальности** не требуется разработка полноценного техпроцесса, поэтому 3-х шагов достаточно. При разработке техпроцесса дополнительно могут создаваться листы чертежа, и на них технолог размещает слепки эскизов.

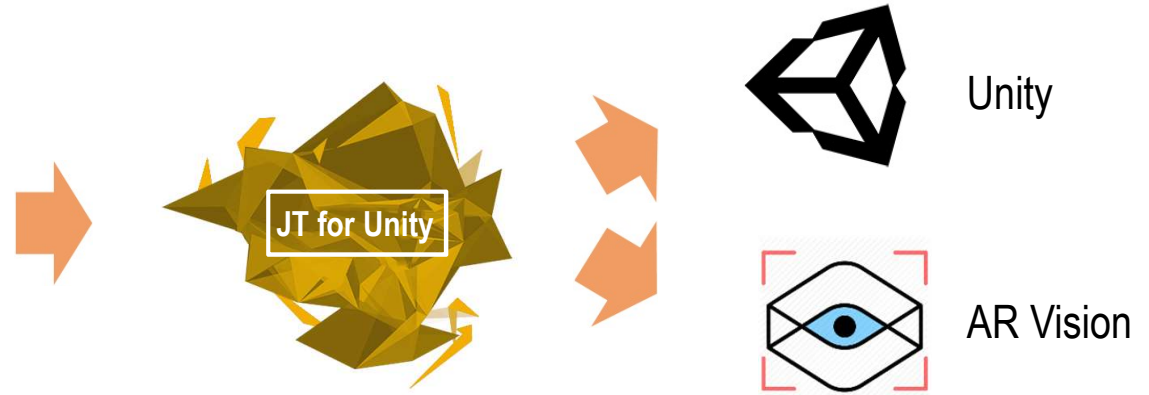
Основное преимущество данного решения – привязка к CAD моделям. Это позволяет избежать ошибок при создании эскизов и оперативно актуализировать эскизы после изменения конструкторских моделей.



## ИНТЕГРАЦИЯ С PLM TEAMCENTER -



PLM Teamcenter



В настоящее время все приложения Дополненной реальности разработаны на платформе Unity, которая обладает богатыми возможностями 3D графики и инструментарием быстрой разработки. Однако Unity не поддерживает загрузку CAD моделей, и в декабре 2019 года был разработан плагин **JT for Unity** на базе Siemens JTOpenToolkit, который позволяет загружать на сцену JT сборки. Также в модуль 3D эскизирования после создания эскизов добавлена функция сохранения JT данных.

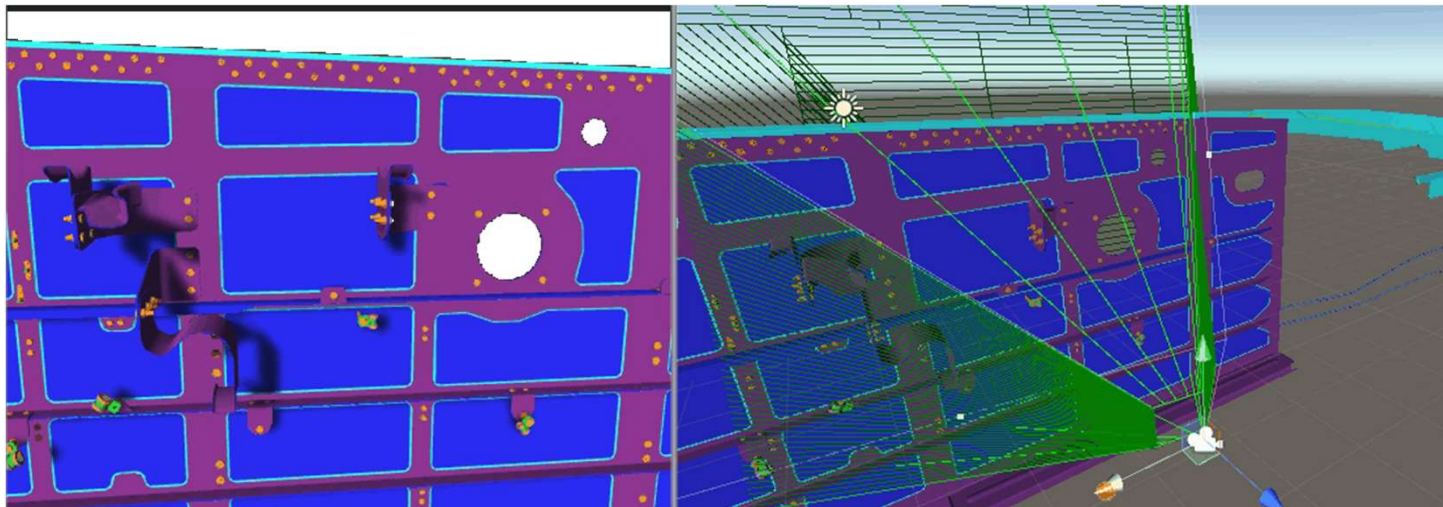
Загрузка файлов JT из **Teamcenter** осуществляется с помощью веб-сервиса, который отправляет CAD данные JT в сжатом JSON потоке. На стороне приложения, **JT for Unity** выполняет на сцене быстрое построение моделей, аннотаций, ТУ и других элементов из JT сборки. Модели, отвечающие за позиционирование, передаются в систему **AR Vision** для позиционирования и трекинга.

В будущем планируется расширение функционала NX для прямой трансляции моделей на видео-очки и планшет. Это позволит исполнителю (технологу, рабочему, контролеру) загружать сборки и 3D эскизы в NX и через AR Vision накладывать их на физическое изделие.

## ЗАГРУЗКА ТЯЖЕЛЫХ МОДЕЛЕЙ НА МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА -

Чтобы на мобильных устройствах без потери производительности выводить 3D модели выполняется упрощение с целью минимизировать количество выводимых полигонов на сцене:

1. **Tessellate, Decimate** – каждый компонент сборки формируется в низко полигональном представлении,
2. **Tiles** – крупногабаритная модель CAD делится на мелкогабаритные модели,
3. **Occlusion** – по карте заграждений на сцене прорисовываются только компоненты, которые видит камера,
4. **LOD0 - LOD3** – по мере удаления от объекта оригинальные компоненты заменяются на их сильно упрощенные версии, которые зрительно не различаются с дальних дистанций,
5. **Texture + Normal Map** – мелкие элементы в виде отверстий, карманов, бобышек, заклепок и т.п. – удаляются из моделей и отображаются на текстурах, а для иллюзии 3-х мерности карта освещенности вычисляется по карте нормалей.



Камера

Прорисовка

При динамической загрузке моделей автоматически запускаются только методы 1 – 3.

Методы 4 – 5 занимают значительное время и применяются только для ручной подготовки сцен.

## АЛГОРИТМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ -

В проекте контроля монтажей были разработаны базовые алгоритмы позиционирования и трекинга, которые можно комбинировать для повышения точности и устойчивости и применять на планшете и видео-очках:

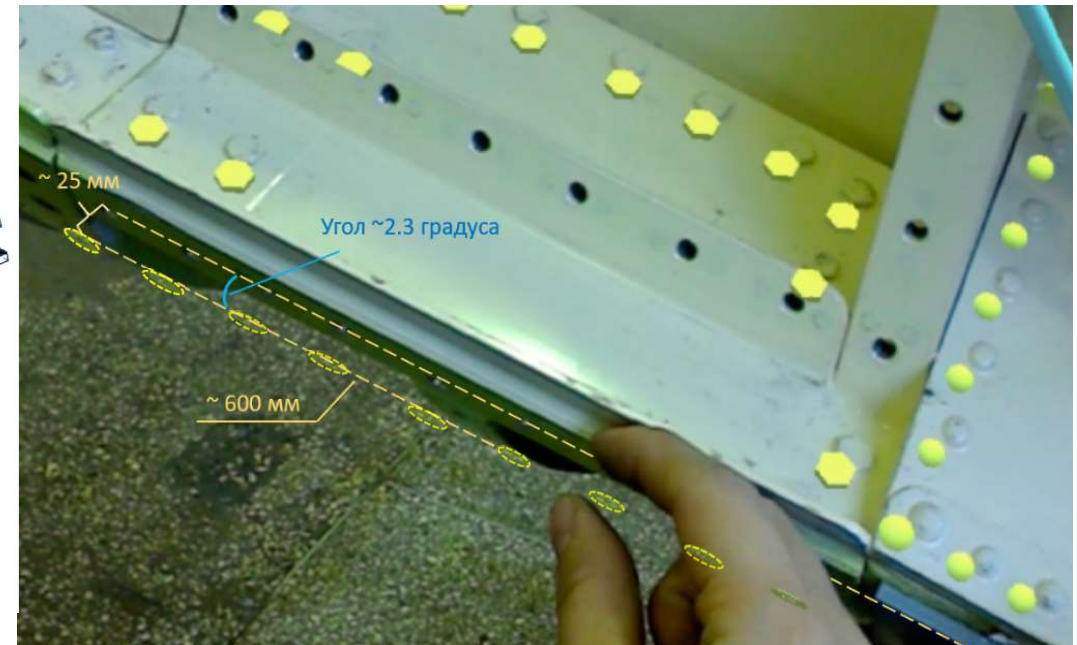
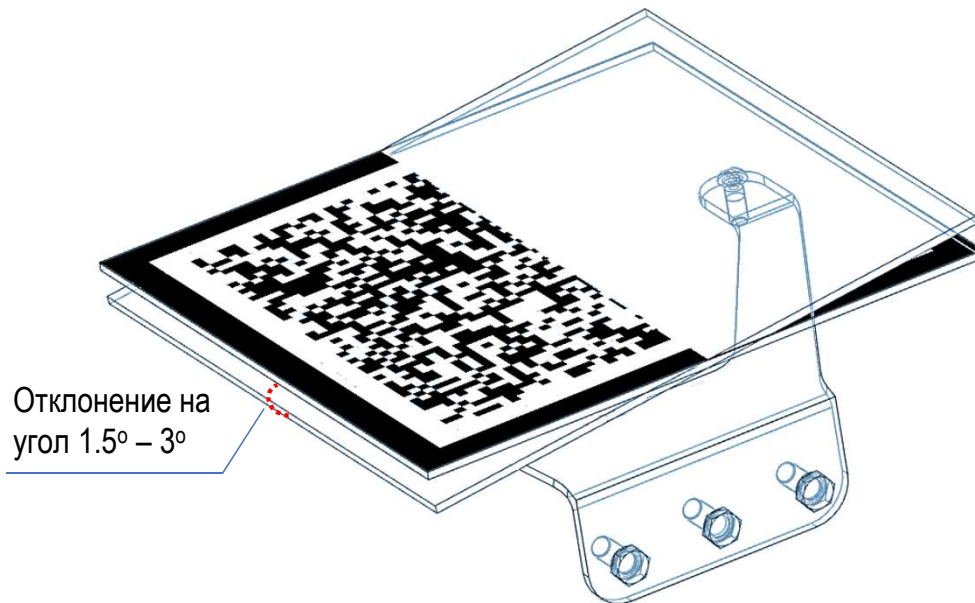
**Позиционирование по маркеру** требует с высокой точностью установить маркер в заранее подготовленную позицию. Любые отклонения маркера (наклон, поворот) приведут к значительным отклонениям голограммы на расстояниях более 1 м от маркера. Этот способ позиционирования можно применять в случаях где допускается отклонение голограммы от изделия до 3 см. Этот способ можно применять для контроля монтажей.

**Позиционирование по опорной сети** требует с помощью маркера задать 3 и более точек в противоположных частях модели и указать их на физическом изделии. Этот способ является высокоточным и позволяет устанавливать точки с небольшой погрешностью. Однако если между точками значительное расстояние, то точность снижается из-за погрешности алгоритма отслеживания перемещения (SLAM). Мы использовали этот метод для мотогондоллы изделия Су57, где невозможно приложить маркер из-за монтажей. Для установки точек мы прикладывали щуп с маркером к креплениям монтажей.

**Позиционирование по 3D моделям** требует подготовить модель, которая соответствует текущему состоянию изделия. Модели можно сменять в процессе трекинга. Этот способ является высокоточным и может применяться для мелкогабаритных и крупногабаритных изделий. На планшете с помощью этого метода накладывались размеры на детали изделия Су57 габаритом менее 20 см, на видео-очках накладывались монтажи на отсек Ф4 изделия Sukhoi SuperJet-100.

## МАРКЕР -

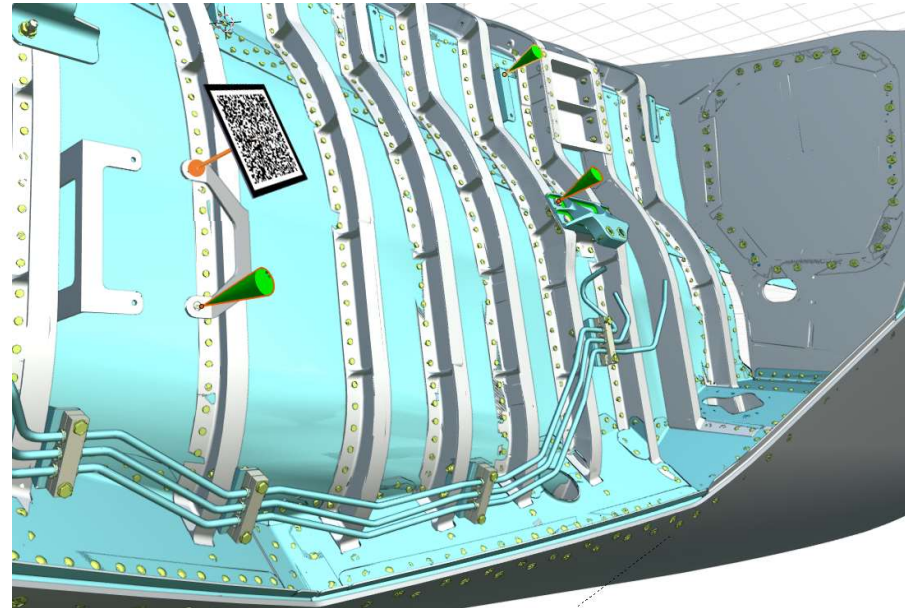
Алгоритм позиционирования по маркеру выдает отклонение накладываемой модели на изделие в диапазоне  $1.5^\circ - 3^\circ$ . При допуске отклонения в 25 мм и угле в  $3^\circ$ , точность позиционирования обеспечивается на расстоянии до 45 см от маркера. Это позволяет уверенно осуществлять визуальный контроль монтажей для панелей габаритом до 1 м.



Опыт показал, что маркер эффективно устанавливать к кронштейнам, отверстиям на шпангоуте и силовым установкам. Не допускается установка маркера на узлах, которые устанавливаются по месту и могут смещаться относительно места установки в конструкторской документации.

## ОПОРНАЯ СЕТЬ -

На физическом изделии указываются опорные точки с помощью маркера и щупа. Эти точки формируют опорную сеть, в которую автоматически устанавливается модель. Щуп позволяет устанавливать точки в труднодоступных местах среди монтажей.



Для работы сети требуется 3 и более точек. Ориентация маркера на работу сети не влияет и допускается отклонение точек до 4 мм. Для повышения точности можно «подтянуть» модель в нужном направлении, добавив дополнительную точку в опорную сеть или перепозиционировать имеющуюся - отклонения точек хорошо видны визуально.

Данный способ показал высокую точность позиционирования и удобства работы на видео-очках, так как обе руки свободны и работают с маркером.

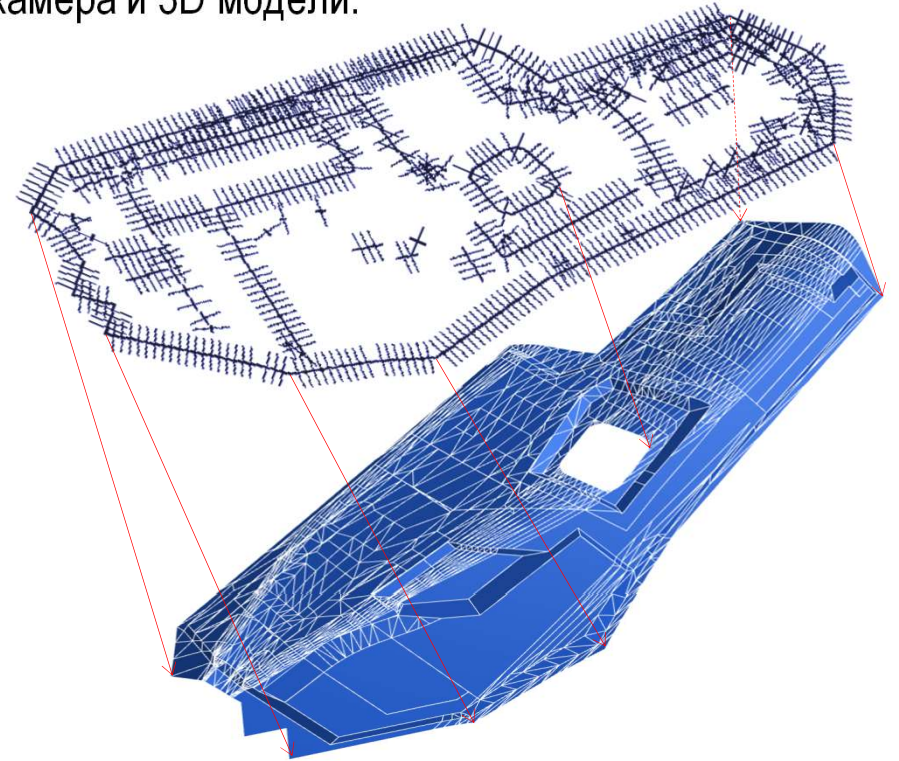
## ПОЗИЦИЯ ПО МОДЕЛИ -

Позиционирование по 3D моделям осуществляется наведением камеры на изделия под примерным ракурсом, чтобы алгоритм совместил контуры. Для работы требуется RGB камера и 3D модели.

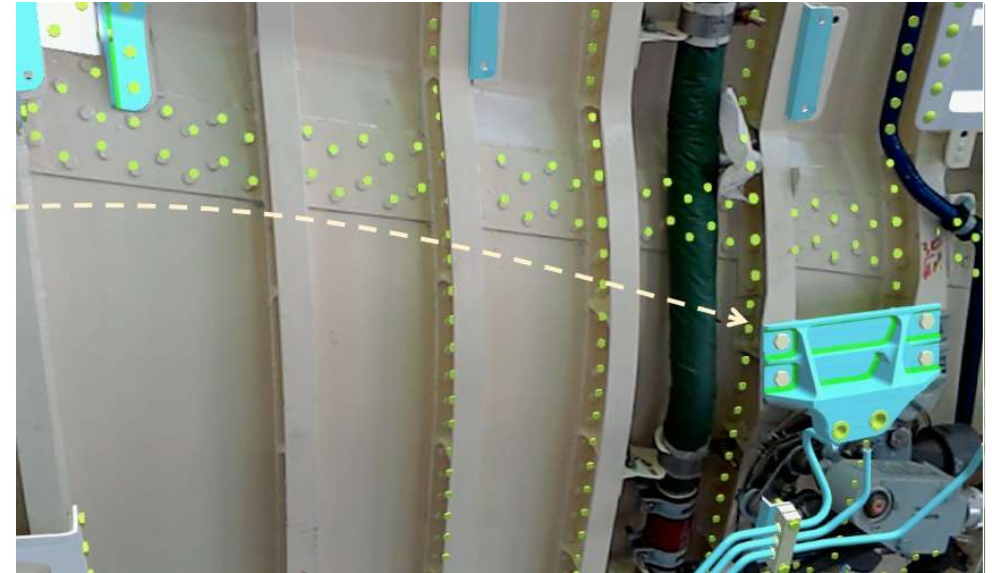
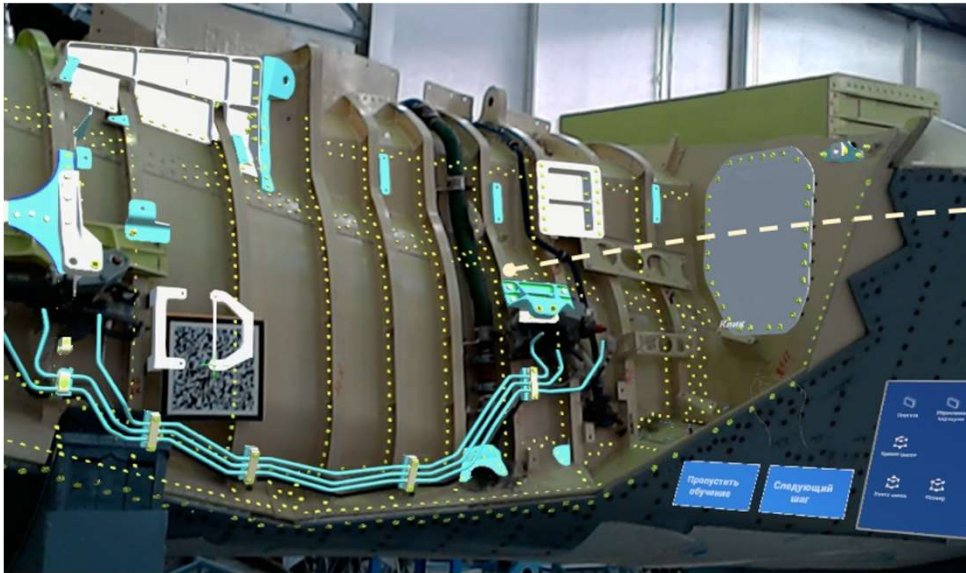
Для проверки монтажей в труднодоступных участках с сильно стесненными условиями труда используется проводная камера и планшет. Сначала позиционирование выполняется по одной небольшой детали, а потом, по мере перемещения, в позиционирование включаются дополнительные модели деталей. То есть 3D модели можно сменять в процессе трекинга.

Точность и стабильность захвата зависит от способности камеры «не смазывать» кадры, не искажать изображение из-за дефектов линз, а так же - от быстрой адаптации к смене освещенности.

Применять можно HD веб-камеру – она должна поддаваться калибровке, и перемещения должны быть не слишком резкими. Если захват потерян, то для его восстановления достаточно вернуть камеру в любой из предыдущих ракурсов.



## КОНТРОЛЬ МОНТАЖЕЙ НА ПАНЕЛИ НИШИ ШАССИ -

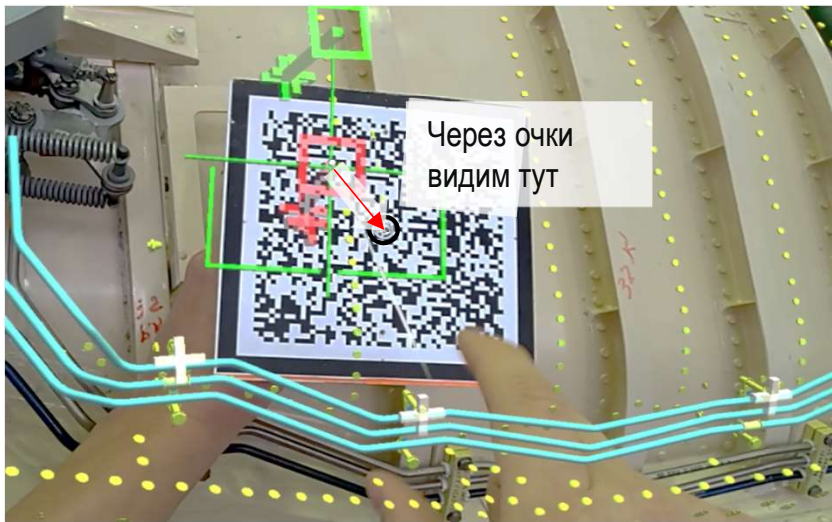


В 2019 году эксперимент показал успешность применения Дополненной реальности и выявил несущественные погрешности позиционирования. Работа проверялась на видео-очках HoloLens v1 и на планшете со встроенной камерой 2.1 MP/1080p.

Контролер загрузил из Teamcenter модели монтажей, которые должны присутствовать на изделии на этапе входного контроля. Позиционирование 3D моделей на физическом изделии осуществлялось по маркеру, приложенному к кронштейну – узлу позиционирования.



## ОТКЛОНЕНИЯ ГОЛОГРАММЫ НА ВИДЕОЗАПИСИ ОТ ПРОЕКЦИИ В ОЧКАХ -



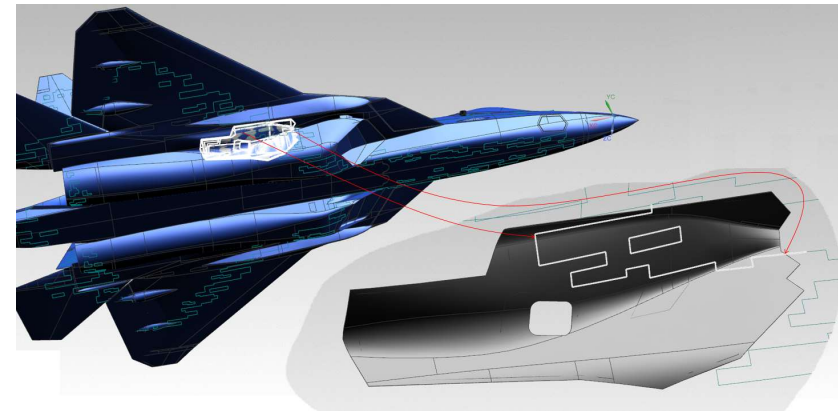
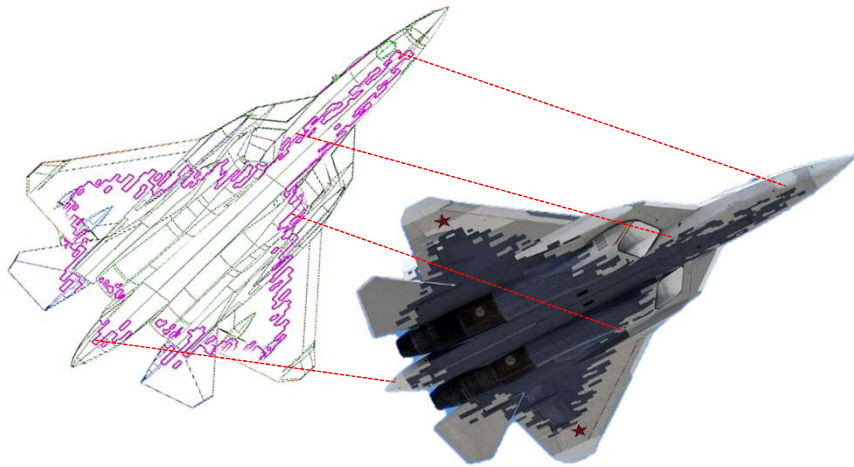
На видеозаписи видны отклонения, которых не было при работе в видео-очках: на прозрачном голографическом дисплее голограмма выводится в правильной позиции, а на видеокадрах она смещена. Видеоряд формируется из видеокадров, полученных с RGB камеры, на которые накладывается голограмма.

Позиция голограммы на видеокадре должна соответствовать тому, что видит глаз через прозрачный голографический дисплей. На видеозаписи есть моменты, когда голограмма произвольно смещалась с позиции, на которой её видел глаз. Чтобы по видео делать оценку точности наложения голограммы на физическое изделие необходимо выбирать кадры, на которых подобное смещение отсутствует. Использование маркера и рук в качестве ориентира позволяют выбирать такие кадры.



## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КОНТУРОВ ПОКРАСКИ -

В 2019 году разработано решение для обеспечения пиксельной покраски изделия технологиями Дополненной реальности. Работа выполняется с использованием планшета и видео-очков, через которые исполнитель видит на изделии контуры камуфляжной окраски. Решение запланировано применить в 2020 году на этапе подготовки Су57 к покраске.



Для обеспечения высокой точности, позиционирование выполняется по модели. Тестирование проведено на макете Су57 и на створках шасси. Результаты показали эффективность применения Дополненной реальности для покраски и её контроля.

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КОНТУРОВ ПОКРАСКИ НА МОДЕЛИ Т50 -

Проверка визуализатора контуров покраски выполнена на подарочной миниатюрной модели Т-50, контуры покраски взяты из модели Су57. Для работы использовался планшет и веб-камера Microsoft HD Lens 720p. Позиционирование и трекинг выполнялись по 3D модели.

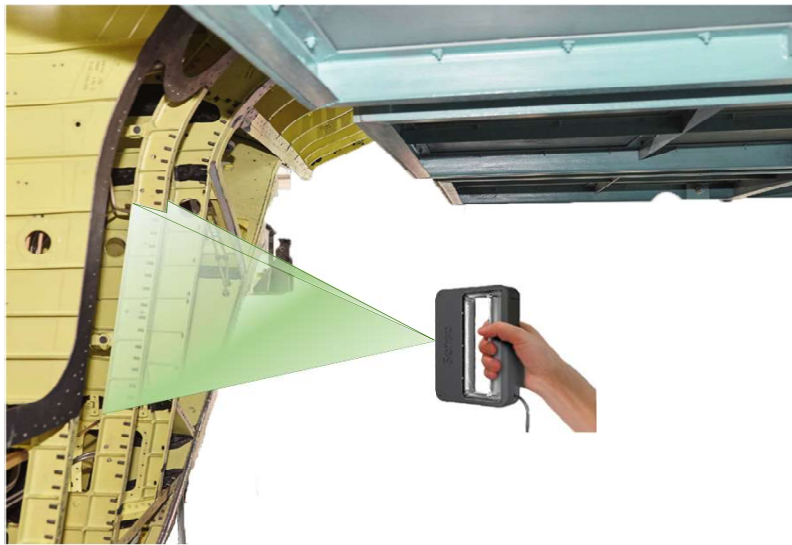


В начале в качестве 3D модели позиционирования использовалась CAD модель Су57 и устойчивость захвата была низкой. Причина в том, что геометрия подарочной модели Т50 значительно отличается от CAD модели Су57 и позиционирование сбивалось в районе килей и законцовки крыла.

Затем позиционирование было перестроено на 3D скан модели Т50. Использование 3D скана показало высокую точность позиционирования и устойчивость захвата в том числе при значительно приближении к изделию.

При перемещении устойчивость позиции наложенных контуров сохранялась, а «дрожание» было минимальным или отсутствовала.

## 3D СКАНИРОВАНИЕ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ДЕТАЛЕЙ -



Для некоторых деталей и сборок отсутствуют CAD модели, и для создания 3D эскизов мы применяем 3D сканы, полученные с помощью Hololens, Intel RealSense и промышленного 3D сканера.

**3D эскиз** формируется путем наложения на участки 3D скана элементов техпроцессов, схем монтажей, карт измерений и других элементов. Для позиционирования по опорной сети на 3D скане указываются опорные точки.

**Промышленный 3D сканнер** используется для получения максимально точной 3D модели, которая далее используется при создании CAD модели. Сканируются небольшие детали. В случаях когда требуется получить 3D скан собранного агрегата – применяется **Intel RealSense**. **Hololens** с учетом погрешностей используется для получения 3D скана производственных помещений и поверхностей в реальном времени.

Так же рассматривается возможность применения алгоритмов фотограмметрии для получения 3D скана по снимкам с фотоаппарата и видеозаписи.

## КОНТРОЛЬ ПОЛЕЗНОГО ПРОСТРАНСТВА ПО ГОЛОГРАММЕ -

В некоторых технологических процессах используют натурные муляжи для контроля полезного пространства, выявления выпирания монтажей и другое. Применяются они в грузовом отсеке или в отсеке шасси. Использование натуральных муляжей требует затрат на их изготовление, транспортировку и установку в контролируемое место.

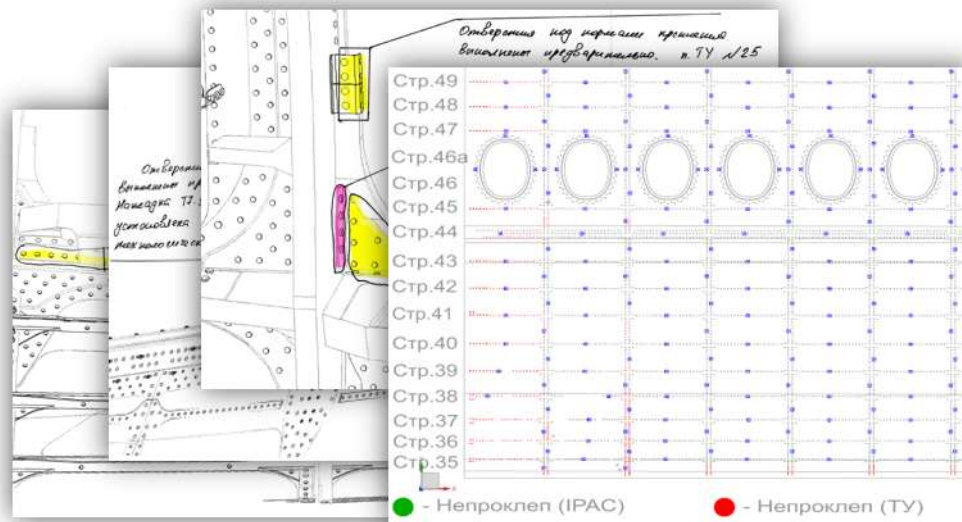
В качестве решений Дополненной реальности исследуется возможность применения 3D голограмм, которые в случае успеха позволят заменить натурные муляжи, что значительно сократит трудозатраты.

В 2019 году на базе видео-очков HoloLens разработано решение прорисовки линий пересечений голограммы с физическими поверхностями. Проверка на поиске столкновения с крупногабаритными объектами показала погрешность до 1 см, что позволяет её применить внутри грузового отсека и отсека шасси. Апробация запланирована в 2020 году на момент готовности изделия.

Совместно с КНАГУ в рамках деятельности лаборатории VR/AR запланировано исследование возможностей применения проекторов для визуализации линий столкновений.

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КАРТ КЛЕПКИ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТОР -

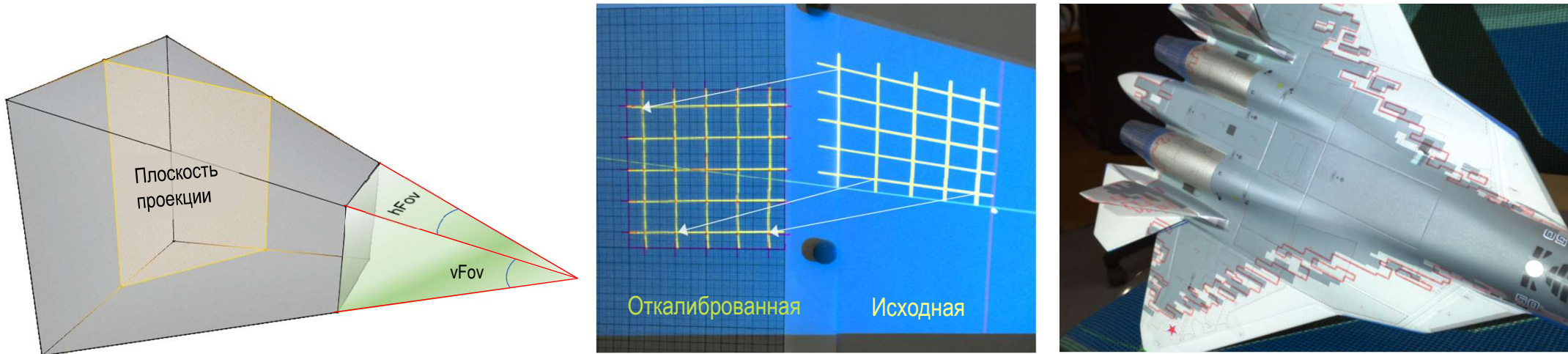
Карта клепки состоит из следующих схем: непроклеп для IPAC, непроклеп по ТУ, непроклеп (сверловка), установка технологического крепежа, установка металлизации и другие. Эти схемы формируются по документам «Технологические условия на поставку...».



Схемы клепки формируются в NX. Далее из каждой схемы формируются 3D эскизы, которые через AR Vision накладываются на изделие. Решение протестировано на видео-очках в объеме визуализации мест установки заклепок и металлизации.

Совместно с университетом КнАГУ в формате дипломных проектов ведется разработка визуализатора схем через проектор на криволинейные поверхности. Исследуются возможности применения светодиодных и лазерных проекторов.

## РУЧНОЕ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ ПРОЕКЦИИ -



Проекция на поверхность под углом к проектору имеет трапециевидную форму, которая зависит от углов обзора  $hFov$  и  $vFov$ . Это связано с тем, что пересечение плоскости проекции с пирамидой видимости образует трапецию.

При ручном позиционировании пользователь выбирает точку на модели и добавляет к ней точку на проекции. Требуется установить таких пар от 7 до 12. По данным точкам вычисляется требуемая ориентация модели и коэффициенты для подавления дисторсии (искажения от линз) и исправления трапециевидного искажения.

Опыт показал, что установка точек занимает не более минуты. В ходе использования презентационного проектора наблюдается расширение луча и снижение четкости при значительном наклоне поверхности к проектору и рассеивание света при удалении от проектора более 1.5 метра. Однако сама проекция правильно ложится на криволинейные поверхности.

В настоящее время осуществляется подбор необходимых параметров проектора для применения в условиях цеха и на крупногабаритных изделиях.

## ИНТЕРАКТИВНЫЕ ПРОЕКЦИИ -

Исследуются возможности использования проектора на подвижных объектах. Отслеживание перемещений объекта осуществляется по 3D моделям и затем через проектор на объекте выводятся 3D иллюстрации. Рассматривается применение технологии в механических цехах, чтобы через проектор визуализировать инструкции техпроцесса на детали или в заданной близости от детали.



В настоящее время реализован алгоритм получения математического описания системы проектор-камера, в которой можно применять AR Vision для позиционирования и трекинга.

Тестирование прототипа запланировано в 3 квартале 2020 года.

## СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРИИ ДОПОЛНЕННОЙ И ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ –

Разработанные решения по Дополненной реальности показали свою работоспособность и доказали перспективу повышения экономических показателей от внедрения. Однако эти решения являются «точечными» и для широкого охвата производственных процессов авиастроительного завода КнААЗ требуется привлечение дополнительных специалистов с соответствующими компетенциями.

Для увеличения команды проекта и наращиванию компетенций начаты работы по созданию учебно-исследовательской лаборатории Дополненной и Виртуальной реальности на базе университета КНАГУ.

### ЭТАПЫ

Заключение договора о совместной деятельности КнААЗ и КНАГУ в 2020 году

Совместная разработка решений Дополненной реальности с использованием проектора в период 2020-2021 гг

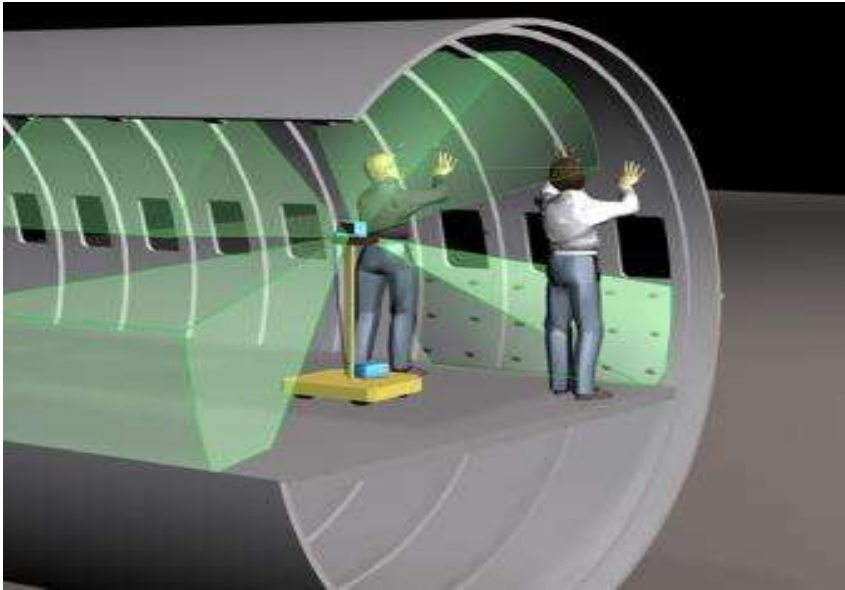
### ДОСТИГАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

- ✓ Привлечение профессорско-преподавательского состава и студентов к развитию разработанных инструментов Дополненной реальности.
- ✓ Содействие выполнению исследовательских работ, основанных на технологиях Дополненной и Виртуальной реальности.
- ✓ Создание актуальных компетенций у студентов, снижение степени «оторванности» знаний от практики.
- ✓ Создание компетенций в университете КНАГУ за счет перенятия опыта разработок решений Дополненной реальности КнААЗ.
- ✓ Расширение команды и наращивание компетенций за счет привлечений кафедр профильных направлений: математика, программирование, робототехника.
- ✓ Ускорение разработки прикладных решений.



## **БУДУЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ**

## ПРОЕЦИРОВАНИЕ МОНТАЖЕЙ ДЛЯ БРИГАДЫ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТОРЫ -



Проектор размещается внутри изделия и проецирует схемы монтажей.

Рабочему не нужно надевать индивидуальные устройства дополненной реальности, что значительно снижает затраты на внедрение AR.

Планируется на базе лаборатории AR/VR разработать соответствующие алгоритмы проецирования схем на криволинейные поверхности и исследовать возможность применения проекта под различные условия труда. Также планируется исследовать возможности применения короткофокусных проекторов для сокращения участков проецирования, перекрываемых исполнителем.

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СХЕМЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖГУТА ЧЕРЕЗ ПРОЕКТОР -



Планируется на участке изготовления и монтажа жгутов внедрить технологию визуализации схем через проектор и по бирке подсвечивать трассу укладки провода в жгуте.

Ожидается сокращение времени на подготовку стенда и доли человеческих ошибок в процессе прокладки провода.

## МАТЕРИАЛ ПРОЕКТА –

В курсовой работе отражены следующие материалы:

- Видео-запись работы в модуле 3D эскизирования, редакторе технологического состава.
- Видео-запись контроля монтажей на панели ниши шасси: позиционирование по маркеру.
- Видео-запись контроля монтажей на панели ниши шасси: позиционирование по опорной сети.
- Видео-запись загрузки JT моделей из Teamcenter в приложения, разработанных в среде Unity 3D.
- Видео-запись визуализации контуров покраски на миниатюрной модели Т50 на планшете и на ПК с камерой.
- Видео-запись динамического проецирования контуров покраски на миниатюрной модели Т50.