



Techart

Программа непрерывного образования «Текарт» [edu.techart.ru](http://edu.techart.ru)  
Сессия «Осень 2023», 09.11.2023

2023

1999

# CaseStudy: кейсы цифровой трансформации в строительстве

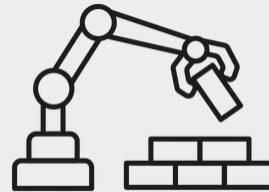
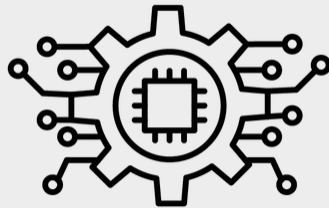
Владимир Бобров, руководитель практики  
«Цифровая трансформация»

[techart.ru](http://techart.ru)

[casestudy.techart.ru](http://casestudy.techart.ru)

# О чем будем говорить?

- О предпосылках для внедрения цифровых технологий в строительстве.
- Отметим ТОП-5 цифровых трендов, которые уже трансформируют отрасль.
- Расскажем 16 кейсов, демонстрирующих преимущества «цифры» на стройке.



# Внутренние и внешние предпосылки для внедрения цифровых технологий в процесс строительства

- Нехватка рабочих рук
- Высокий риск травм
- Низкая продуктивность и ручной труд
- Устаревшие процессы
- Усложнение проектов
- Низкая прозрачность, сложное управление и слабый контроль
- Недостаточный уровень прогнозирования сроков и бюджетов проектов
- Экологические проблемы, большое количество отходов, высокое энергопотребление
- Недостаток инноваций, консервативная корпоративная культура
- Требования регулирующих органов

# ТОП-5 цифровых трендов, которые уже трансформируют отрасль



# Решение CraneView на проекте Manchester Pacific Gateway

Компания: Turner Construction

Страна: США

Начало проекта: 2020 год

**Идея:** избежать сверхурочных работ и уменьшить пики и спады, связанные с использованием кранов на строительной площадке, чтобы обеспечить их максимально эффективную работу.

В поисках инновационных способов использования технологий IoT и ИИ для оптимизации работы кранов, отдел инноваций Turner обратился к стартапу Versatile, разработчику решения CraneView.

Решение было опробовано на проекте Manchester Pacific Gateway в Сан-Диего — 17-этажном объекте площадью 35 тыс. квадратных метров с двумя башенными кранами.

Система CraneView работает на базе IoT-датчика, который устанавливается на крюк крана и собирает и анализирует данные о потоке и перемещении материалов, темпах работы и использовании крана. Камера, установленная на устройстве, записывает все действия крана, позволяя просматривать прямую трансляцию или последовательность подъема из любой точки графика. Используя ИИ, устройство классифицирует каждый поднимаемый предмет, фиксирует его вес и записывает время цикла подъема. С помощью дашбордов проектные группы просматривают данные, устанавливают пользовательские предупреждения и уведомления, а также просматривают еженедельные отчеты, создаваемые Versatile.

Отмечается, что система помогла определить выбивающиеся из графика операции и позволила сократить монтаж некоторых панелей от 5 до 17 дней.

Кроме того, система помогла в разрешении споров на использование крана, а присутствие камеры на площадке стимулировало безопасное поведение и соблюдение правил техники безопасности.



Источник изображения: <https://www.versatile.ai/wp-content/uploads/2021/07/Turner-Innovation-Turning-Cranes-into-Smart-Devices.pdf>

## Кейс #2

# Оптимизация использования башенных кранов на строительной площадке с помощью телематических данных

Компания: Skanska UK, Select Plant Hire

Страна: Великобритания

Начало проекта: 2021 год

**Идея:** отслеживание проблем в работе кранов на дашборде проекта в режиме реального времени и оптимизация графиков их работы.

Башенные краны являются одним из самых дорогих видов арендного оборудования, используемого на стройках. Для реализации проекта Norton Folgate (офисно-торговое пространство площадью 32 500 кв.м) в Лондоне требовалось четыре башенных крана. Ежедневно с телематических датчиков собирались данные о рабочем статусе кранов (т.е. активный, неактивный, выключен, плановое техническое обслуживание, техническая неисправность), почасовой активности, скорости ветра, данных SMIE (время, в течение которого один кран ожидает пока другой кран поворачивается), подъемах (по весу, высоте, количеству, времени) и т.д.

С помощью Power BI были созданы дашборды, которые подсчитывали количество подъемов в течение дня, положения крюка, которые показывали маршруты крановщика, количества подъемов, необходимые каждому подрядчику и т.д.

Команда смогла проанализировать энергопотребление каждого крана и разработать более эффективные графики с меньшим количеством времени ожидания и ненужных перемещений крана.



# ИИ для прогнозирования набора прочности бетона при расширении аэропорта Лондон-Сити

Компания: BAM Nuttall

Страна: Великобритания

Начало проекта: 2019 год

**Идея:** использование системы прогнозирования прочности бетона для лучшего планирования ресурсов, техники и поставок материалов.

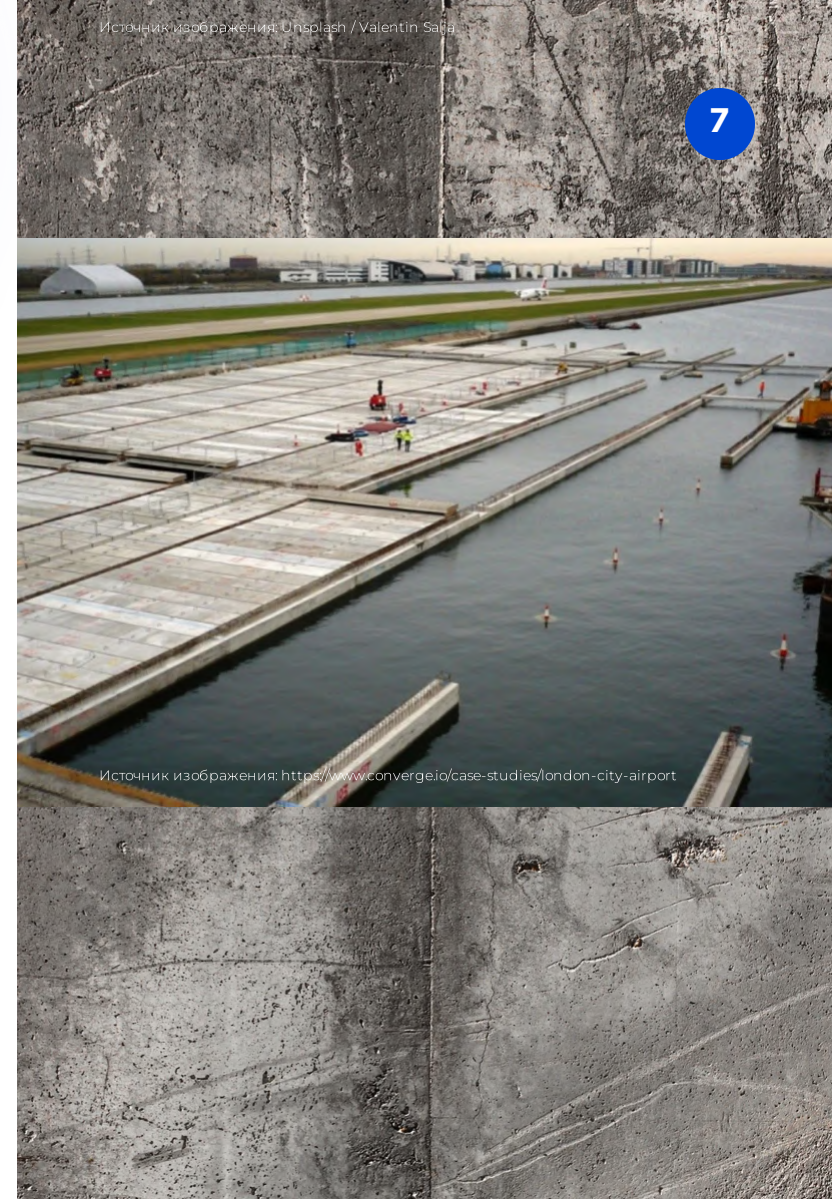
BAM Nuttall получила контракт на строительство новой рулежной дорожки для лондонского аэропорта с целью увеличения его пропускной способности. Проект выполнялся в 2019–2020 гг.

Чтобы соблюсти график выполнения проекта, Bam Nuttall, ответственная за установку свай и настилов, использовала технологию компании Converge — систему прогнозирования прочности бетона на основе ИИ, чтобы планировать свои действия на период набора бетоном соответствующей прочности и проактивного распределения бригад для снятия опалубки, установки плит и т.д. без задержек.

Рулежная дорожка строилась над открытой водой, где погодные условия переменчивы. Это означало, что типичные методы оценки времени твердения, такие как кубики, были нерепрезентативны по сравнению с фактическим твердением бетона на месте, на которое сильно влияет температура окружающей среды.

По словам Converge, в течение нескольких часов после заливки бетона система может предсказать время достижения критической прочности с точностью +/- 5% на несколько дней вперед, применяя методы машинного обучения. Механизм прогнозирования объединяет местные погодные данные, базу данных исторических данных о твердении бетона и результаты измерений в режиме реального времени, полученные платформой мониторинга бетона Converge во время заливки.

Это был первый реальный проект, в котором использовалась система прогнозирования прочности бетона Converge.



## Кейс #4

# Совместное использование роботов TyBot и Ironbot для вязки арматуры при строительстве моста

Компания: Shelby Erectors

Страна: США

Начало проекта: 2023 год

**Идея:** восполнение нехватки квалифицированной рабочей силы и повышению общей производительности строительных проектов в операциях по вязке арматуры.

Компания Shelby Erectors, подрядчик по строительству моста через автомагистраль в городе Порт-Сент-Люси, Флорида, первоначально предполагала, что установка арматуры займет 14 дней.

В рамках эксперимента она задействовала на проекте двух роботов для работы с арматурой Ironbot и Tybot. В результате работа была выполнена за 7 дней (6,5 производственных смен). Всего Ironbot установил 66 700 кг арматуры, а Tybot выполнил 58 068 связей.

Tybot может выполнять 1100+ вязок/час по ширине от 3 до 35 метров. Размеры пересечений арматуры до #8 (25.4 мм) на #9 (28.65мм).

Ironbot может работать с арматурой от 2.7 до 18 метров, подходит для мостов шириной от 8 до 35 метров.

По данным ACR, сочетание Ironbot с Tybot позволяет сократить время установки арматуры на 50%.

Роботы не требуют предварительного программирования, предварительной разметки, калибровки или ввода данных BIM.



Источник изображения: <https://www.wqcs.org/wqcs-news/2023-02-27/fdot-treasure-coast-traffic-report-february-27-through-march-3>



Источник изображения: <https://www.wqcs.org/wqcs-news/2023-02-27/fdot-treasure-coast-traffic-report-february-27-through-march-3>



# Автономная строительная техника на объектах Mortenson в формате RaaS

Компания: Mortenson

Страна: США

Начало проекта: 2019 год

**Идея:** восполнение нехватки квалифицированной рабочей силы и повышении общей производительности строительных проектов в операциях по вязке арматуры.

Строительная компания Mortenson заключила соглашение о внедрении автономной техники на строительных проектах в области возобновляемых источников энергии со стартапом Built Robotics в 2019 году.

Стартап разработал и предоставил Mortenson систему управления с ИИ, которая превращает обычную строительную технику, например бульдозеры, экскаваторы и погрузчики в полностью автономную.

Система реализована в виде монтируемого допоборудования Exosystem. Решение оснащено многоуровневой системой безопасности для работы в пределах заданной геозоны с использованием данных GPS, видео и других датчиков для безопасной работы. Дополнительный уровень наблюдения за роботом обеспечивает служба удаленного мониторинга Guardian.

За год Mortenson использовал это решение на пяти проектах в четырех штатах. Первым был проект солнечной электростанции в Калифорнии, далее при строительстве ветряных электростанций в Колорадо, Канзасе и Аризоне.

Built Robotics предоставляет решение по подписке. Стоимость составляет \$3 000 за машину в месяц, плюс плата за каждый час использования.



## Коботы MULE для укладки увеличенных строительных блоков

Компания: Clark Construction Group, Jimmy'Z Masonry Corp

Страна: США

Начало проекта: 2019 год

**Идея:** использование вспомогательных роботов для укладки строительных блоков увеличенного размера.

Для проекта строительства новой казармы площадью более 15 тыс. кв. метров в Иллинойсе были выбраны современные цементные блоки Echelon размером 8x8x32 дюйма (20x20x81 см) и весом 33,5 кг от компании Oldcastle Architectural. Их использование позволяет сократить время строительных работ, уменьшить количество арматуры и уменьшить количество швов.

При этом для подъема такого блока требуется 2 человека, поэтому было принято решение об использовании строительных роботизированных устройств — MULE (Material Unit Lift Enhancer) и SAM (Semiautomated Mason).

MULE — это интеллектуальное подъемное устройство, которое можно использовать при кладке блоков и других тяжелых работ на строительной площадке. Оно захватывает блок сверху, а каменщик добавляет раствор, перемещает блок на место и отпускает захват. Как правило, один каменщик работает с одним MULE.

SAM используется для сборки кирпичных или кирпично-фанерных конструкций по сложным схемам. Каменщик программирует устройство, используя специальную 3D-модель стены.

По оценкам производительность каменщиков выросла примерно на 60%, а всего повышение производительности труда может достигать 40-50% в зависимости от вида работ. Отмечается, что многократное перемещение и настройка MULE могут свести на нет любое повышение эффективности.



Источник изображения: Construction Robotics, <https://www.construction-robotics.com/video-photo>

## Кейс #7

# Установка лифтов в небоскребе Uptown Tower в Дубае с помощью роботизированной системы Schindler R.I.S.E.

Компания: Besix Group, Schindler, DMCC

Страна: Дубай

Начало проекта: 2021 год

**Идея:** импульсом к использованию роботизированной системы для установки лифтов стала общая стратегия проекта Uptown Dubai, ориентированная на применение умных, устойчивых и современных решений и ускорение цифровизации строительных процессов.

Для установки лифтов в новом небоскребе Uptown Tower в Дубае была использована роботизированная система установки лифтов Schindler R.I.S.E., которая, как утверждается, является первым в мире роботом, способным выполнять монтажные работы в шахте лифта.

Устройство перемещается по всем уровням здания для измерения и сверления точных отверстий для установки анкеров, необходимых для монтажа направляющих лифтов и посадочных дверей. Система использует ИИ, а также записывает свои действия и автоматически обменивается данными с цифровой моделью здания, при этом работает автономно и для ее управления оператор не требуется.

Хотя координаты точек для сверления заданы заранее, перед запуском робот сканирует стену шахты, чтобы определить, есть ли под ней скрытая арматура или имеются неровности на бетонной поверхности. Для расчета допусков роботизированная система применяет ИИ-алгоритм и при необходимости перемещает отверстия.

Всего в здании было установлено 14 лифтов Schindler 7000, включая девять двухэтажных лифтов, 13 лифтов Schindler 5500 и 8 эскалаторов Schindler 9300.



Источник изображения: Unsplash / Robert D'Almeida



Источник изображения: <https://www.besix.com/en/news/uptown-tower-in-dubai-becomes-the-worlds-first-supertall-tower-to-adopt-robotics-for-lift-installation>

## Кейс #8

# Использование робота для утепления подвесных деревянных полов

Компания: Q-Bot Limited

Страна: Великобритания

Начало проекта: 2015 год

**Идея:** распыление изоляции на подвесной деревянный пол с помощью робота без поднятия напольного покрытия.

Более 10 миллионов домов в Великобритании имеют подвесные деревянные полы без утепления. Причем это могут как старые дома так и достаточно современные 80-х, 2000-х годов постройки. Стартап Q-Bot Limited разработал робота для нанесения теплоизоляции на традиционные для британских домов подвесные деревянные полы первого этажа.

Дистанционно управляемое устройство распыляет изоляцию (ППУ) на нижнюю сторону досок пола, а затем проверяет правильность выполнения работ с помощью видеокамеры. Устройство может работать в пространстве высотой до 200 мм от нижней части балок пола и является достаточно мощным, чтобы вытягивать за собой шланг с материалом и перебираться через песок, грязь и мусор.

Методы доступа в подпольное пространство зависят от типа здания. В Великобритании доступ осуществляется преимущественно через люк или отверстие в полу, в других странах преимущественно через люк в наружной стене. Минимальный размер проема должен быть размером 440\*300 мм.

В среднем обследование пола в типичном доме проводится за 1—1.5 часа, а процесс нанесения теплоизоляции проходит в течение 1-2 дней.

Стоимость теплоизоляции Q-bot составляет от 75 до 150 фунтов стерлингов за квадратный метр (средняя площадь нанесения 40—45 кв. метров). Окупаемость услуги для частных домохозяйств составляет около 5 лет (экономия на отоплении).



Источник изображения: PxHere / CCO Public Domain



Источник изображения: <https://energysavingtrust.org.uk/products/q-bot-floor-insulation>

# AR-гарнитура HoloSite для контроля строительства при наложении голограммы на строящийся объект

Компания: PM Group

Страна: Дания

Начало проекта: 2021 год

**Идея:** проактивное выявление и предотвращение неточностей и ошибок на ранней стадии при строительстве одного из крупнейших ЦОД в Европе.

PM Group занимается строительством одного из крупнейших в Европе гипермасштабных ЦОД. Компания использует AR-гарнитуры HoloSite от компании XYZ Reality для просмотра BIM-моделей с указанием строительных допусков в режиме реального времени на рабочей площадке.

Гарнитура позволяет накладывать 3D-представление оригинальных планов и чертежей здания на то, что человек видит на самом деле. На начальном этапе с их помощью проверялась правильность и точность установки арматуры, закладных элементов и опалубки при строительстве бетонных фундаментов с точностью +/- 5 мм перед установкой стальных конструктивных элементов.

Сообщается, что на всех участках, где использовался HoloSite, любые ошибки или проблемы были обнаружены до заливки бетона, и бетонные фундаменты были установлены в пределах допусков и без дефектов.

На одном участке, где не удалось задействовать HoloSite, бетонный фундамент был построен с превышением допусков на 500 мм. Однако с помощью проверки HoloSite в режиме реального времени эта проблема была выявлена сразу же, до засыпки грунтом и установки стальных колонн.

Экономия издержек на возможную переделку была оценена в более чем 100 тыс. евро. Сюда вошли повторная выемка грунта, разрушение и переделка неправильной бетонной конструкции, 3-х недельное отставание от графика и т.д.



Кейс #10

# Автоматизация разметки строительных объектов в полевых условиях с помощью автономного ровера

Компания: Ferrovia

Страна: Испания

Начало проекта: 2023 год

**Идея:** автоматизация нанесения разметки на строительной площадке с помощью робота.

Американо-израильский стартап Civ Robotics, основанный в 2018 году, разрабатывает вспомогательный роботизированный инструмент CivDot для нанесения разметки на открытом грунте в полевых условиях на строительных объектах.

CivDot - это полноприводный 4-колесный ровер, который может быть оснащен геодезическими приборами различных производителей (Trimble, Leica, Topcon и т.д.) и подключен к используемой клиентом сети NTRIP/VRS. Робот может наносить до 3000 координат в день с точностью 3 см с помощью аэрозольной краски. Заявленная скорость — до 3,2 км/ч.

Одной из первых компаний, которая провела пилотные испытания разработки Civ Robotics, стала испанская Ferrovia, специализирующаяся на проектировании и строительстве инфраструктурных объектов. Ровер CivDot был задействован при строительстве больницы Costa del Sol в Марбелье, офисного здания Bensell в Мадриде, склада Montepino в Ильескасе, офисного здания Mahou Calderon и комплекса из 148 домов в Бадалоне. Первые полевые испытания разработки состоялись в 2021 году.

Отмечается, что машина не заменяет геодезиста, а дополняет его работу и призвана ускорить нанесение разметки на стройплощадке.



Источник изображения: <https://www.bimplus.co.uk/ferrovia-tests-outdoor-setting-out-robot/>

# ИИ для улучшения надзора за безопасностью строительства и определения проектов с высоким риском инцидентов

Компания: JE Dunn

Страна: США

Начало проекта: 2022 год

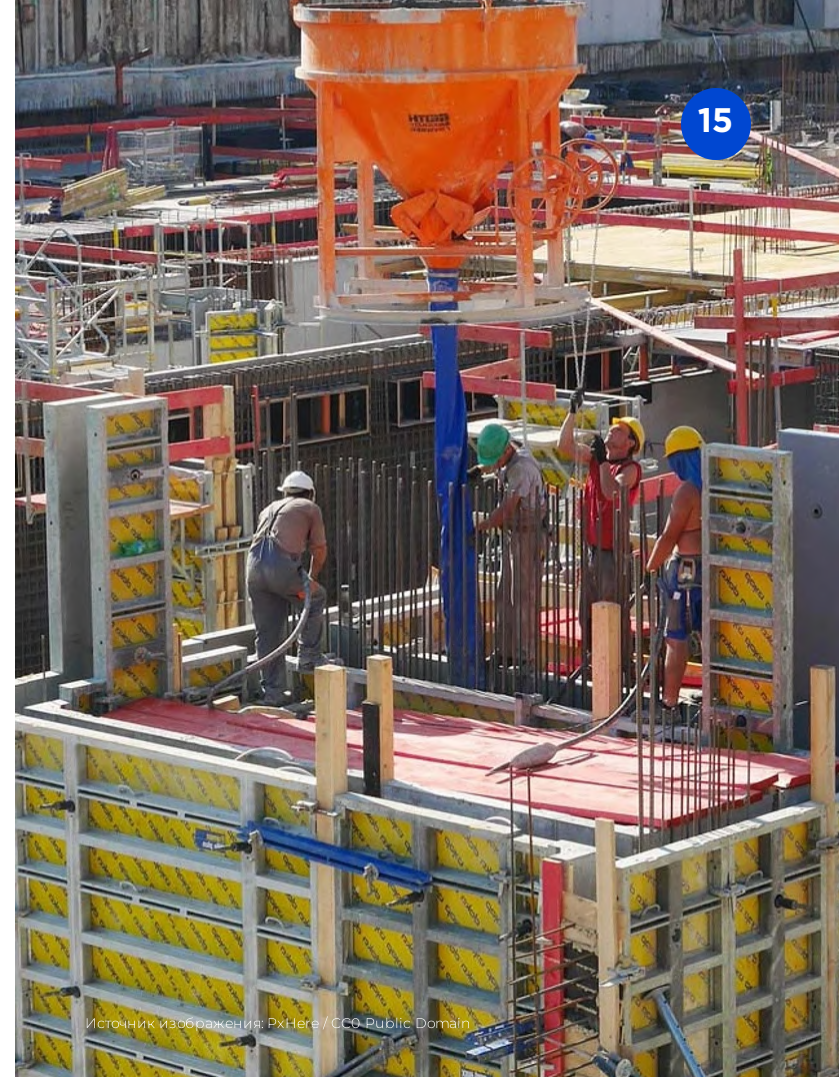
**Идея:** использование уже имеющихся данных, в частности накопленных изображений, для повышения уровня безопасности на рабочих площадках.

JE Dunn - 16-й по величине генеральный строительный подрядчик в США. Компания начала работать с Newmetrix (ранее Smartvid.io) над пилотным проектом, чтобы понять возможности ИИ для автоматического отслеживания опасных ситуаций с помощью изображений, которые JE Dunn уже собирала, и выявления проектов с самым высоким риском инцидентов.

Первоначальный пилотный проект использовал модуль Safety Monitoring для анализа фотографий хода работ на 20 рабочих площадках. Их анализ осуществляется с помощью ИИ-алгоритма Vinny, который может определить более 100 опасных факторов на стройплощадке, от опасности поскользнуться/споткнуться до падения и отсутствия СИЗ, рабочих на высоте и неправильной эргономики. На основе этих данных определяется, какие проекты подвержены наибольшему риску на предстоящей неделе.

Основываясь на результатах пилота, JE Dunn перешла к новому проекту по использованию модуля Predictive Analytics для обеспечения безопасности на основе прогнозирования. Модуль анализирует разнообразные данные для выявления предикторов риска и определения, в каком проекте с наибольшей вероятностью произойдет инцидент на предстоящей неделе, чтобы команды по безопасности могли направить свои ресурсы на предотвращение инцидента до его возникновения.

Результаты работы решения использовались для проведения бесед по ТБ с рабочими. Кроме того, модуль Newmetrix смог предсказать 75% регистрируемых инцидентов на семи проектах, занимающих первые места по степени риска, а также определить ключевые показатели, которые указывают на резкое увеличение риска инцидента.



Источник изображения: PxHere / CC0 Public Domain

# Машинное обучение для расчета строительных смет

Компания: Coastal Construction Group

Страна: США

Начало проекта: 2022 год

Идея: автоматизация расчета смет с помощью машинного обучения.

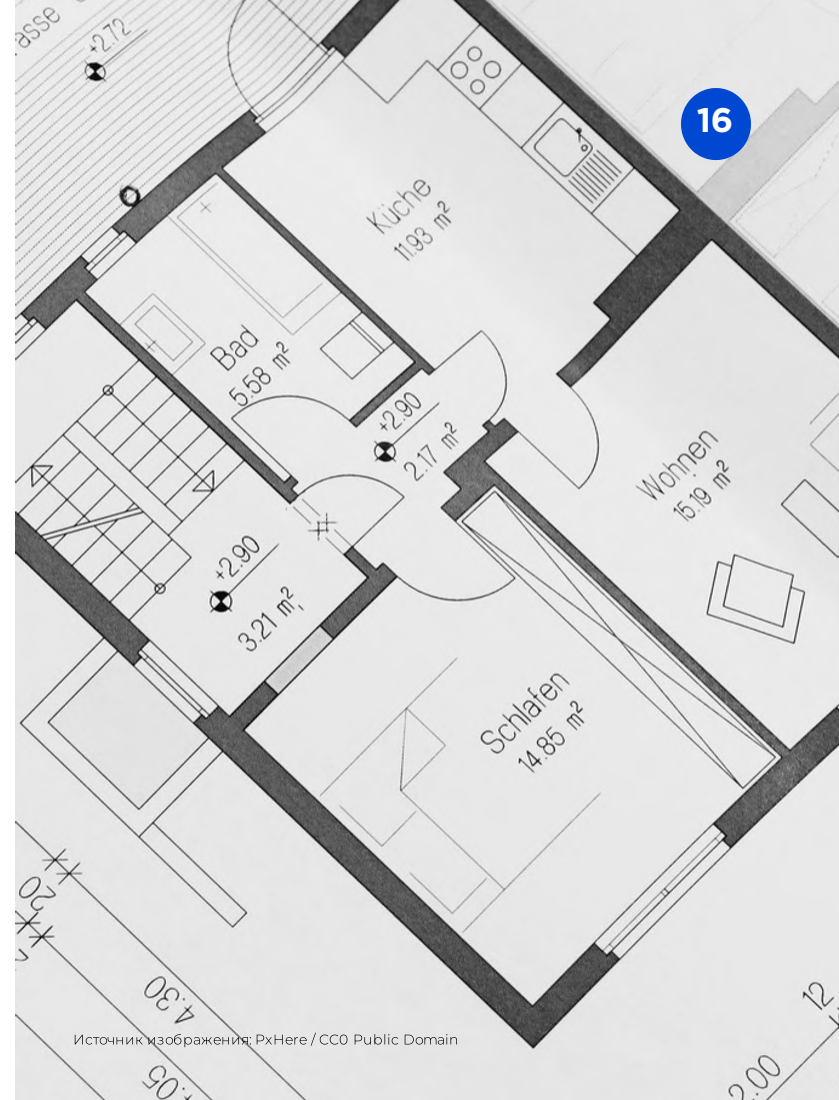
В 2019 году компания Coastal Construction — один крупнейших строительных подрядчиков на Юго-Востоке США — инвестировала начальный капитал для запуска стартапа Togonal.AI. Его основал бывший вице-президент Coastal для реализации идеи автоматизации расчета смет по чертежам с помощью машинного обучения.

В 2022 году компания использовала решение Togonal.AI для оценки, анализа и выставления на торги нескольких знаковых проектов в Майами, включая BentleyResidences, AstonMartin Residences и PlazaCoral Gables.

Togonal.AI использует ИИ-алгоритмы для автоматического обнаружения, маркировки и измерения проектных пространств, стен и объектов на чертежах подрядчика (PDF, PNG, TIFF и JPEG).

Экономия времени на каждом комплекте чертежей составила до 14,5 часов (ранее их обрабатывали вручную). Сокращение времени на измерения, необходимое для составления смет, уменьшилось с 50% до 10% времени сметчиков.

Общая экономия времени за год оценивается компанией в 13 920 часов (1 160 часов в месяц, 14,5 часов за комплект планов) при среднем количестве ежемесячных тендеров 10.





# Автоматизированное отслеживание хода выполнения строительных проектов

Компания: NCC

Страна: Швеция

Начало проекта: 2022 год

**Идея:** решить проблемы с отслеживанием прогресса строительных проектов (улучшить видимость, подотчетность, управление, расстановку приоритетов).

Шведский строительный концерн NCC опробовал решение Buildots для отслеживания хода строительства на жилом проекте площадью 8 000 квадратных метров в Хельсинки, после чего расширил использование еще на три проекта.

Решение Buildots предполагает анализ изображений, полученных с помощью 360-градусных камер на касках персонала в ходе осмотров строительных площадок, и обнаружение расхождений с первоначальным проектом и утвержденными планами. Платформа Buildots генерирует автоматизированные отчеты, которые могут использоваться для анализа хода проекта и выявления блокирующих факторов и потенциальных рисков.

Например, на одном из проектов данные Buildots показали, что работы по ОВКВ шли медленнее, чем ожидалось. С помощью матрицы прогресса Buildots Progress Matrix было определено, что продвижение вперед тормозила другая работа. В другом случае было выявлено, что 45 климатических балок из 150 были не установлены к определенной дате. При этом в отчете подрядчика было неверно указано, что оставалось установить лишь несколько устройств.



## Отслеживание местонахождения людей и объектов в режиме реального времени на участке строительства тоннеля

Компания: Leyrer + Graf

Страна: Австрия

Начало проекта: 2020 год

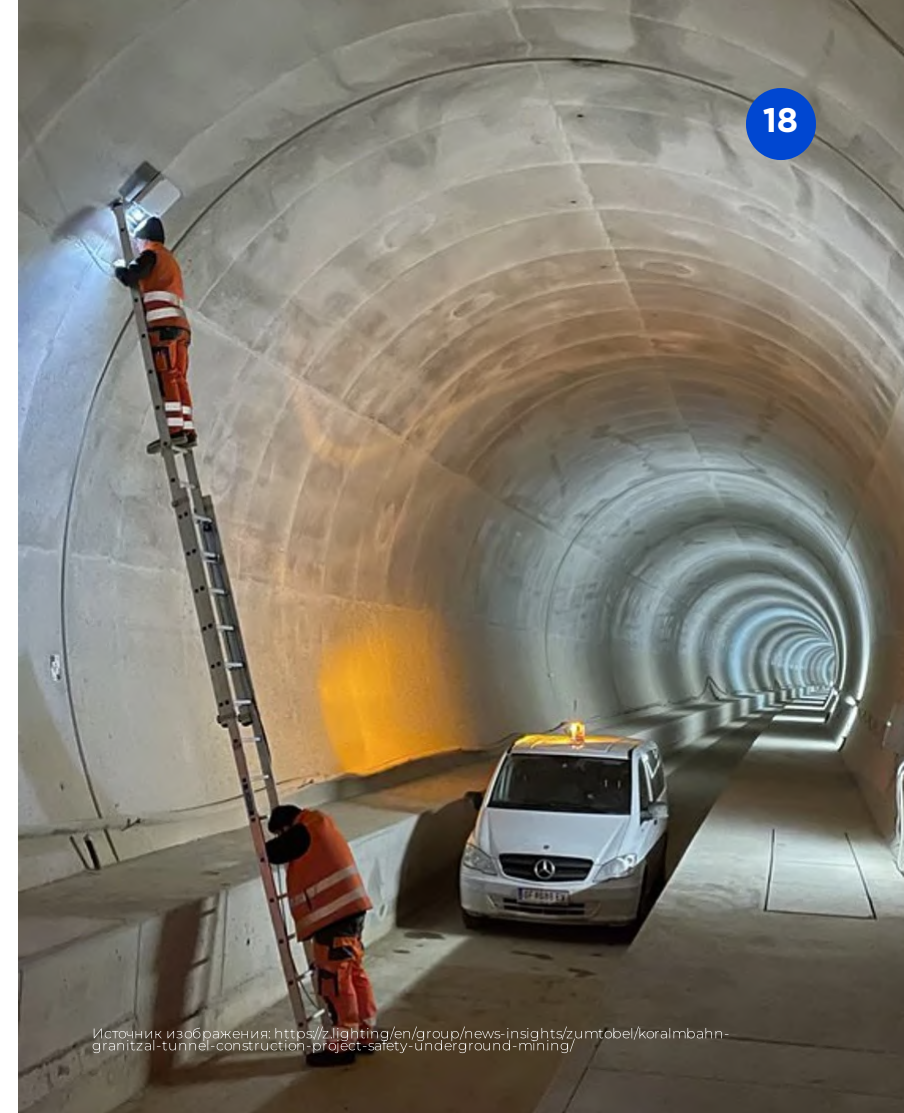
**Идея:** отслеживание людей и объектов в режиме реального времени на участке строительства ж/д тоннеля общей длиной 12 км, сопутствующих тоннелей и вентиляционных сооружений.

Koralmbahn - это строящаяся двухпутная электрифицированная высокоскоростная австрийская железная дорога длиной 127 км. Строительство тоннеля Granitztal по проекту продлится около 2.5 лет. Он состоит из двух элементов по 6 км каждый, 12 соединительных тоннелей, а также связанных с ними логистических и вентиляционных сооружений.

В качестве временного решения для обнаружения людей и объектов было использовано кастомизированное решение на основе BLE-меток (Bluetooth Low Energy, BLE - Bluetooth с низким энергопотреблением) компании Zumtobel Lighting GmbH, позволяющее отслеживать объекты с точностью до метра.

Для проекта требовалось решение для бесконтактного обнаружения до 400 человек и ТС с использованием модулей обнаружения, которые можно было бы легко как установить, так и снять, а также соответствующего ПО, включая панель управления для регистрации людей или ТС на строительной площадке и привязки их к BLE меткам. Собранные данные визуализируются для представления на дашборде, доступ к которому можно получить через любой веб-браузер.

Для повышения безопасности решение активно контролирует состояние батареи модулей регистрации.



# IoT-решение для управления парком строительного оборудования

Компания: Bouygues Construction Matériel

Страна: Франция

Начало проекта: 2019 год

**Идея:** подключение двадцати тысяч единиц строительного оборудования для удаленного отслеживания через IoT-сеть.

Bouygues Construction Matériel отвечает за управление всем оборудованием девелоперской французской группы и за обеспечение объектов оборудованием. В конце 2019 года компания обратилась к стартапу Omniscient, инкубированному Bouygues SA, с задачей подключить двадцать тысяч единиц оборудования для отслеживания в режиме реального времени.

Для решения задачи Omniscient разработал решение «под ключ» на IoT-платформе компании Objenious (дочерней компании Bouygues Telecom) на основе трекеров Abeeaway, собирающих данные о геолокации.

В марте 2021 года компания запустила крупный IoT-проект по установке разработанного решения для отслеживания на всем французском парке бытовок, на основных компонентах башенных кранов и на новой опалубке B20.

С помощью решения менеджеры смогут перемещаться по виртуальной карте и просматривать в режиме реального времени местоположение каждой единицы оборудования, рассчитывать показатели оборачиваемости и использования оборудования, проводить инвентаризацию и т.д.

Bouygues Construction Matériel прогнозирует ежегодную экономию 5–10% на обслуживании и управлении автопарком, а также на стоимости технического обслуживания.



Источник изображения: <https://www.abeeaway.com/smart-construction-getting-big-20-000-abeeaway-lorawan-trackers-deployed/>

# AR для просмотра и картирования подземных коммуникаций

Компания: Morrison Utility Services

Страна: Великобритания

Начало проекта: 2021 год

**Идея:** визуализация подземных городских коммуникаций с помощью дополненной реальности в режиме реального времени.

Компания Morrison Utility Services внедрила в работу клиентов Thames Water и Yorkshire Water облачную платформу Eurovia AVUS (Augmented Visualisation of Underground Services) для создания цифровых моделей подземных коммуникаций для их визуализации.

Для работы с платформой нужно загрузить уже существующую цифровую модель коммуникаций или создать ее на основе чертежей (BMP, PNG, JPG, JPEG, TIF). Для привязки цифровых моделей, не имеющих геодезических координат, используется сеть опорных станций для коррекции точности систем спутниковой навигации Centipède RTK. Real Time Kinematic (RTK) позволяет получать данные о местоположении объекта с точностью до 5 см.

Результаты визуализации подземных коммуникаций доступны на настольных компьютерах, планшетах и смартфонах соответствующих служб в соответствии с уровнем доступа.

Муниципальные бригады для просмотра и картирования подземных коммуникаций используют смартфоны. Камера смартфона и внешняя универсальная антенна GNSS обеспечивают возможность использования платформы для создания дополненной реальности - помощью AVUS на изображение с камеры смартфона, снимающего маршрут передвижения работника, накладывается цифровая 2D или 3D модель коммуникаций, позиционируемая по геодезическим координатам из GNSS. Перемещаясь со смартфоном работник может отметить границы рядом расположенных коммуникаций и обеспечить безопасное проведение земляных и иных работ.



Источник изображения: <https://www.morrisonws.com/latest-news/morrison-water-services-trials-groundbreaking-augmented-reality-excavation-technology-with-water-clients/>

**Бобров Владимир**Руководитель практики «Цифровая  
трансформация»[bobrov@techart.ru](mailto:bobrov@techart.ru)**Илья Никулин**

Руководитель группы консалтинга

[nikulin@techart.ru](mailto:nikulin@techart.ru)**Релевантные услуги «Текарт»:**

- Консалтинг в области цифровой трансформации
- Кейс-анализ, библиотека кейсов цифровой трансформации
- Технологический скаутинг
- Оценка цифровой зрелости бизнеса, аудит данных
- Оценка маневренности бизнеса, методика business agility
- Проектирование, разработка и внедрение информационно-цифровых платформ бизнеса
- Платформа развития цифровой культуры персонала
- Лаборатория инноваций
- Цифровизация и автоматизация маркетинга, формирование martech-стеков
- Разработкой электроники, ПО, измерительных систем и автоматизации техпроцессов

**+7 495 790 75 91**[techart.ru](http://techart.ru)[info@techart.ru](mailto:info@techart.ru)Аналитика и бизнес-планирование  
[research.techart.ru](http://research.techart.ru)Дизайн-бюро  
[design.techart.ru](http://design.techart.ru)Фотоагентство  
[photo.techart.ru](http://photo.techart.ru)Интегрированный маркетинг и PR  
[promo.techart.ru](http://promo.techart.ru)IT-решения и веб-разработка  
[web.techart.ru](http://web.techart.ru)Работа в «Текарт»  
[hr.techart.ru](http://hr.techart.ru)