

## ➤ ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ

**В начале осени в event-холле "ИнфоПространство" состоялась ежегодная конференция Bentley Going Digital 2019. В мероприятии приняли участие более 480 специалистов в области проектирования, строительства, инжиниринга, а также владельцы инфраструктурных объектов.**

**Я** восхищаюсь компанией Bentley! У них широкая программная линейка, рассчитанная на любые запросы проектировщиков, инженеров, архитекторов, строителей, эксплуатационников. А еще они вводят в обиход новые слова и понятия – "конструкционирование", "инспекционирование", "цифровая ДНК проекта", – которые подхватывают и используют специалисты во всем мире. И, главное, Bentley всегда одной из первых отслеживает мировые тенденции на рынке высоких технологий, внедряя их в своих программных продуктах. Новый термин "цифровые двойники" не только вошел в лексикон компании, но и обрел воплощение в ее технологиях. О первых трех понятиях, упомянутых чуть выше, мы уже говорили в статьях и интервью прошлых лет, так что сегодня подробнее остановимся на четвертом. Говорить о цифровых двойниках на мировом уровне компания Bentley начала уже пару лет назад на конференции

в Сингапуре. А в этом году самые подробные разъяснения российским пользователям дал в своем выступлении Сан-

тану Дас (Santanu Das), старший вице-президент по проектированию и моделированию Bentley Systems. Он сказал,





что новые термины возникают именно потому, что постоянно развиваются технологии. В какой-то степени дедушкой информационного моделирования можно считать PLM, который был создан для управления жизненным циклом объектов в автомобильной, авиа- и аэрокосмической отрасли. С появлением концепции BIM компания Bentley взяла подходы, которые использовались в PLM, но применила их не к самолетам, а к зданиям. Цифровой двойник – очередная ступень развития: база BIM используется в качестве фундамента, на котором строится что-то новое. Это ответ на потребность людей управлять информацией и делиться ею в режиме реального времени. Людям нужны доступность и простота использования данных. BIM имеет определенные ограничения по объему данных, которые обрабатываются в цифровой модели. Если к объекту добавить детали об окружающей реальности и подключить информацию с этапов строительства и эксплуатации, которые передаются с датчиков в режиме реального времени, это будут терабайты данных, нуждающихся в анализе. BIM уже невозможно вместить в десктопные версии программ, решения переходят в облака, а традиционная BIM-модель не в состоянии обработать и усвоить такое количество данных. Поэтому Bentley и предлагает цифровые двойники – решение, которое способно обрабатывать большие объемы информации и может в режиме реального времени обеспечивать пользователей обратной связью о текущем состоянии объекта.



Современные BIM не свободны от трех основных недостатков, позволяющих предполагать, что жизненный цикл BIM подошел к концу. Во-первых, это проблема агрегирования данных. Данные поступают из разных источников: от программ различных производителей, из облаков точек, данных фотограмметрии, датчиков и т.д. Все эти разнородные фрагменты информации приходят в разное время, а значит отсутствует целостная картина.

Во-вторых, построенный объект не соответствует модели. На этапе проектирования вносится много правок, объект значительно меняется. При строительстве происходят еще большие изменения. В процессе эксплуатации исходную модель вообще не используют. BIM фиксирует конкретные моменты жизненного цикла объекта, но не дает возможности отследить, какие изменения были внесены в ходе строительства и эксплуатации объекта.

В-третьих, обычные BIM-модели не обладают достаточными данными, чтобы прогнозировать критические сценарии. Что будет, если возникнет пожар, случится наводнение или ураган? Чтобы точно смоделировать подобные сценарии, требуются данные, которые сейчас в BIM-моделях отсутствуют.

Цифровые двойники учитывают эти недостатки BIM. Так что за ними будущее.

На конференции тему цифровых двойников затронул и Николай Дубовицкий, генеральный директор Bentley Systems в России и СНГ. Он также по-





делился результатами работы компании за прошедший год, рассказал о новых российских проектах на конкурсе "Год в инфраструктуре" 2019.

Директор по продажам Владимир Биткин, представлявший компанию Siemens Digital Industries Software, с которой Bentley Systems продолжает тесно со-

трудничать, рассказал о цифровом двойнике изделия и производства с использованием решений Siemens и Bentley.

НЛМК поделился опытом 3D/4D/5D-моделирования в строительстве на примере собственной BIM-системы.

Эволюцию проектных институтов в инжиниринговые компании описали пред-

ставители Национальной палаты инженеров и инжиниринговой компании К4. Научный консультант компании "НИП-Информатика" посвятил свое выступление цифровым технологиям в геотехническом проектировании с использованием программной системы PLAXIS.

Дальнейшая работа конференции была организована в рамках двух секций: "Информационное моделирование объектов городской и транспортной инфраструктуры" и "Информационное моделирование промышленных объектов".

Свои проекты, отобранные для конкурса "Год в инфраструктуре" 2019 и предыдущих лет, продемонстрировали специалисты "ГеоЦентрГрупп" (г. Минск), ГБУ "МосТрансПроект", ООО "УралДорПроект", ООО "Волгограднефтепроект", АО "Институт Гидропроект", АО "АТОМПРОЕКТ", AAEngineering Group.

Наряду с участием в работе секций участники посетили мастер-классы и Технологическую выставку партнеров Bentley Systems.

*Ольга Казначеева*



# ПРОЕКТЫ ИЗ РОССИИ И СТРАН СНГ

## 4D-моделирование в строительстве

ООО "Волгограднефтепроект"

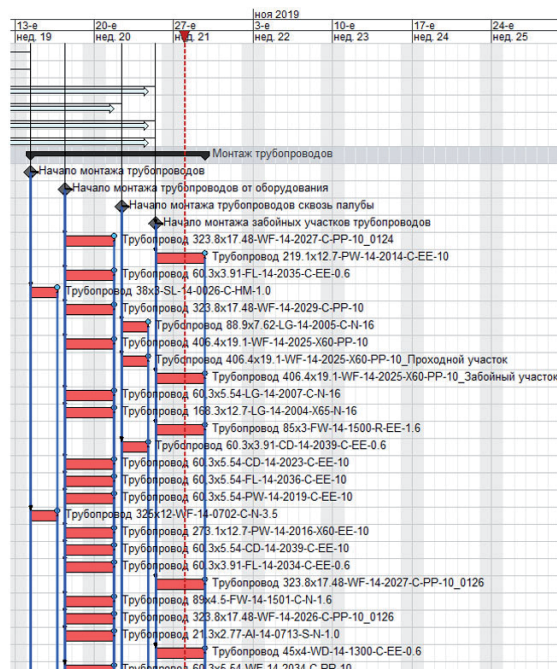
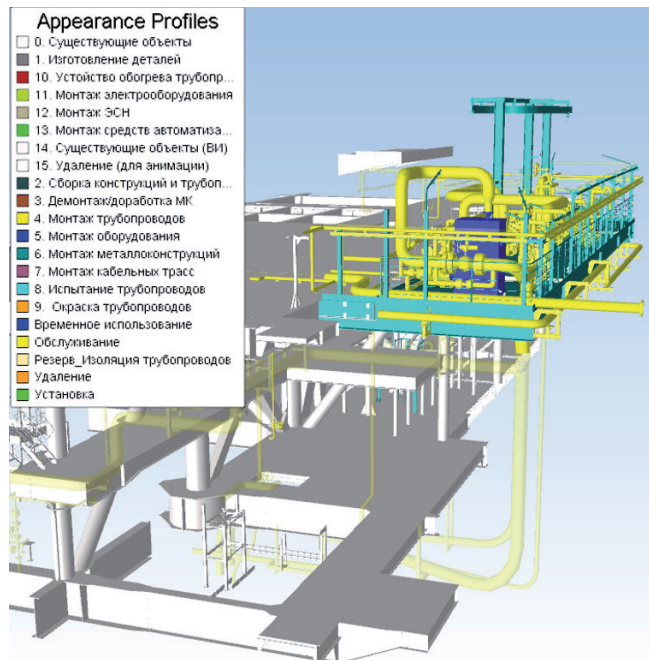
4D-моделирование при реализации технических перевооружений морских платформ на месторождении им. В. Филановского

Астраханская область, Российская Федерация

В основу планирования строительно-монтажных работ была положена 4D-модель. На ее базе и определялась технологичность монтажа.

Создание информационной модели позволило обеспечить выполнение строительно-монтажных работ в заданный навига-

ционный период, регламентный останов объектов, а также последующий пооперационный контроль. В итоге была осуществлена актуализация модели в процессе строительства и получен цифровой двойник еще до момента ввода объекта в эксплуатацию.



## Строительство

ПАО "НЛМК"

КЦ № 2. Реконструкция комплекса Конвертеров №№ 2 и 3

Липецк, Российская Федерация

Применение ПАО "НЛМК" технологий информационного моделирования в проекте реконструкции Конвертера № 2 доказало свою эффективность.

Так, благодаря лазерному сканированию и 3D-моделированию уже на этапе проектирования были выявлены и устранены более 2700 проектных ошибок, которые могли задержать строительство на 17 дней.

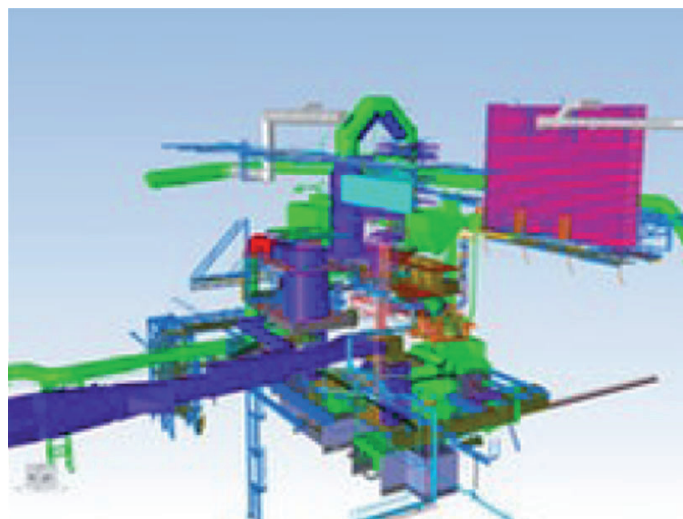
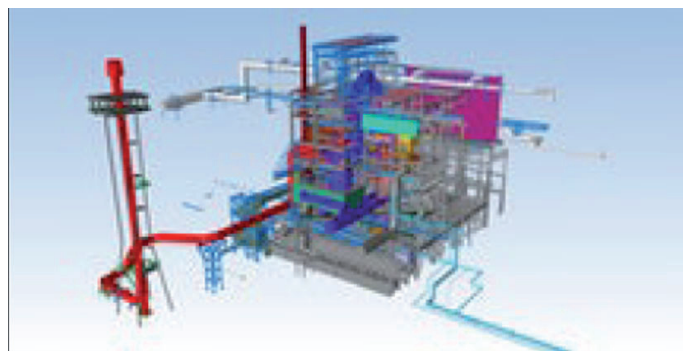
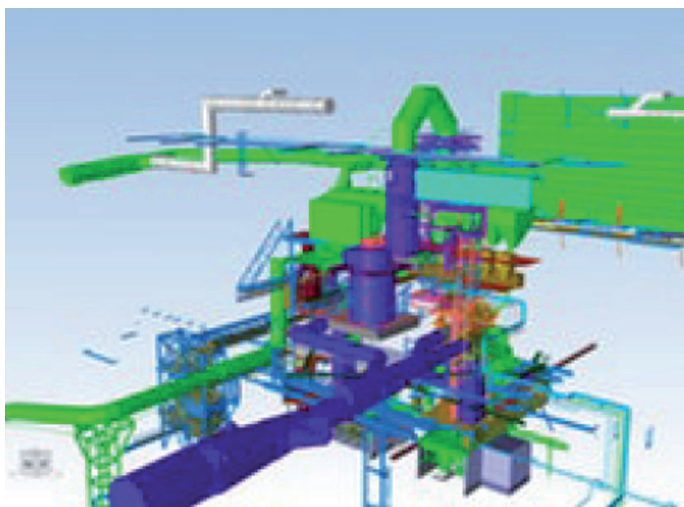
Эффект от предотвращения возможных потерь оценивается в 7 млн долларов.

Использование технологий 4D/5D-моделирования и Synchro Pro показало еще более впечатляющий результат:

- найдены способы сократить сроки строительства Конвертера с 165 до 154 суток за счет:
  - уточнения технологии СМР, детализации работ графика, проверки и оптимизации последовательности работ, перерасчета критического пути;

- сокращения длительности некоторых работ на основе перепроверки по действующим нормативам и по согласованию со строительными организациями;
- укрупнения металлоконструкций общей массой ~800 т, вынесения части работ по укрупнению в доустановочный период Конвертера;
- распределения подачи конструкций между кранами, построения детальных циклограмм загрузки кранов, указания зон подачи каждого элемента конструкций;
- расчета требований по срокам выдачи проектной документации и поставки оборудования и материалов на основе выбранной технологии;
- выявлены резервы работы кранов, в том числе:
  - оптимизация работы крана 750 т, рационализация загрузки других кранов;
  - отказ от работы одного из кранов.

Эффект от сокращения сроков строительства на 11 дней оценивается в 38 млн долларов.



## Строительное проектирование

ПИ "Союзхимпромпроект" ФГБОУ ВО КНИТУ

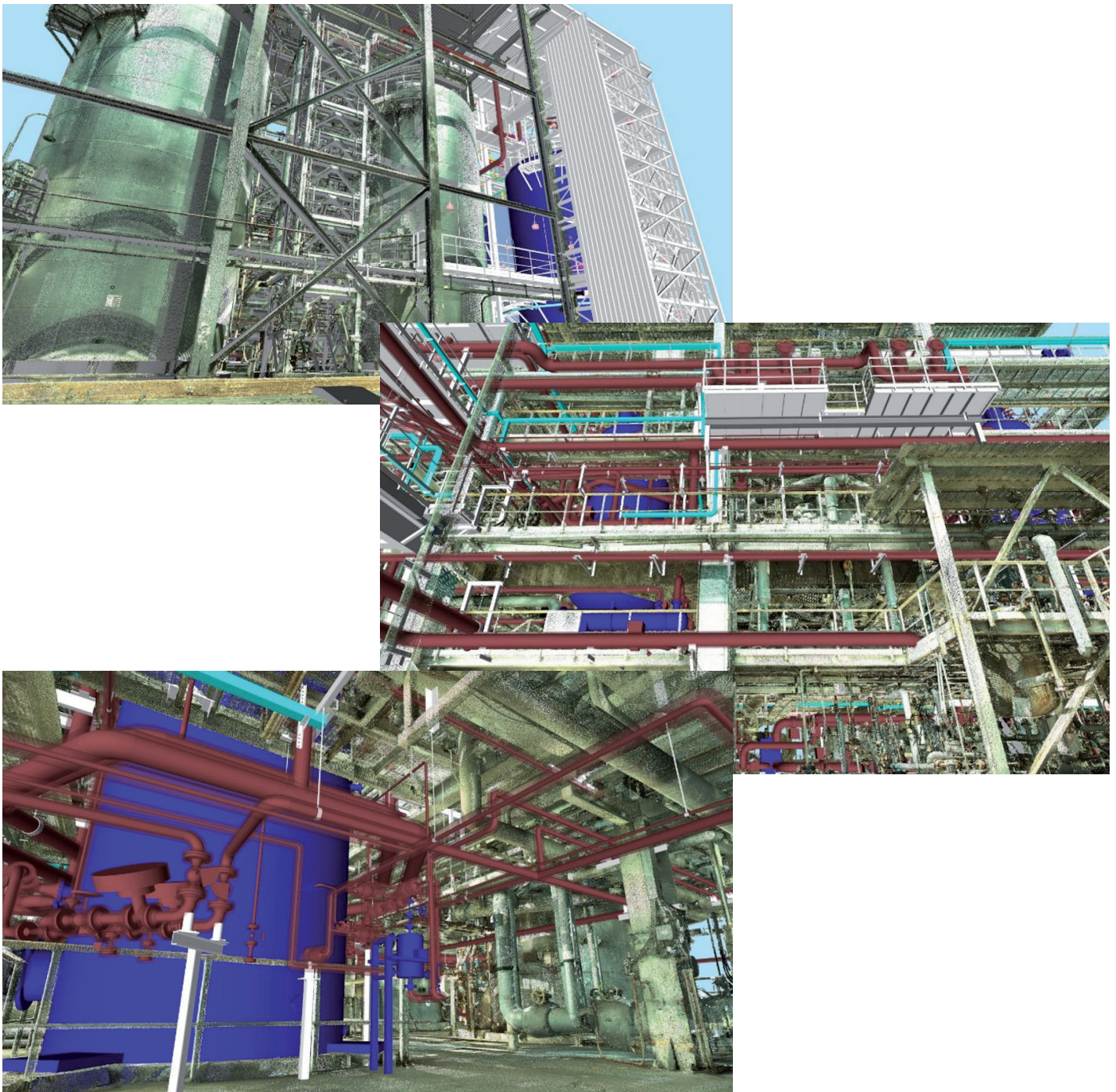
Увеличение мощности производства термоэластопластов с 50 до 100 тысяч тонн в год  
на АО "Воронежсинтезкаучук"

Воронеж, Российская Федерация

Оптимизированная модель облака точек использовалась в качестве основного инструмента для принятия проектных решений о возможности размещения конструкций или оборудования с коммуникациями. Это позволило оценить возможные коллизии уже на начальной стадии проектирования, существенно сократить время на сбор исходных данных о геометрии существующего производства, а также полностью

исключить необходимость командировок для проведения обмеров.

Сформированный рабочий процесс с применением результатов лазерного сканирования полностью соответствует принципам BIM и открыт для интеграции с другим ПО. Накопленный в ходе реализации проекта опыт будет использован в дальнейшей деятельности ПИ "Союзхимпромпроект".



## Производство электроэнергии

АО "Институт Гидропроект"

**Проектно-изыскательские работы по строительству Верхнебалкарской ГЭС**

*Село Верхняя Балкария, Республика Кабардино-Балкария, Российская Федерация*

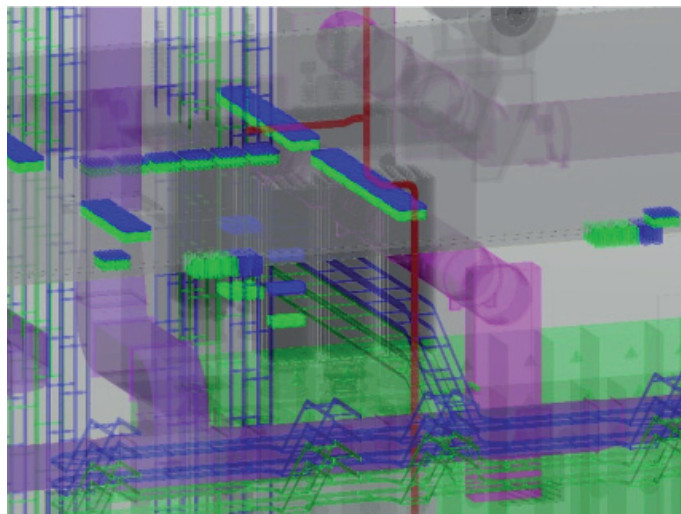
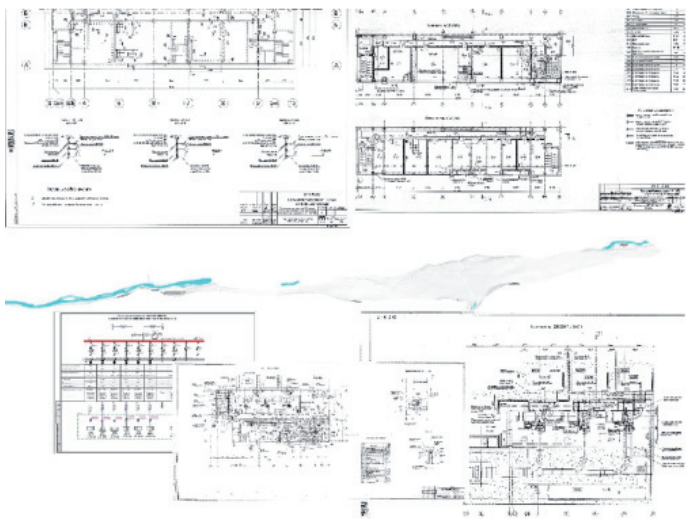
Основная цель проекта — снизить себестоимость разработки проектной и рабочей документации путем многомерного моделирования, а также обеспечить совместную работу над проектом специалистов различных отделов.

Полученную модель планируется довести до уровня "цифрового двойника" с последующей ее передачей службе эксплуатации.

Только технология Bentley позволяет отобразить всю ГЭС целиком (протяженность объекта 7 км), после чего выделить необходимый участок, создать сечение и выпустить рабочий чертеж, содержащий полную и точную информацию.

При выполнении данного проекта производительность работы проектировщиков увеличилась вдвое. С учетом дополнительных затрат на специалистов по настройке и сопровождению программного обеспечения итоговая себестоимость будет снижена на 30%.

Отдельно следует отметить, что ошибки, которые обычно сложно найти даже при наличии трехмерной модели, теперь посредством единой модели и инструмента автоматического поиска коллизий выявляются уже на самой ранней стадии реализации проекта. Это позволяет существенно сэкономить время и средства.



## Дороги и автомагистрали

ООО "УралДорПроект"

Автоматическое распознавание дорожной инфраструктуры и создание паспорта дороги

Челябинск, Российская Федерация

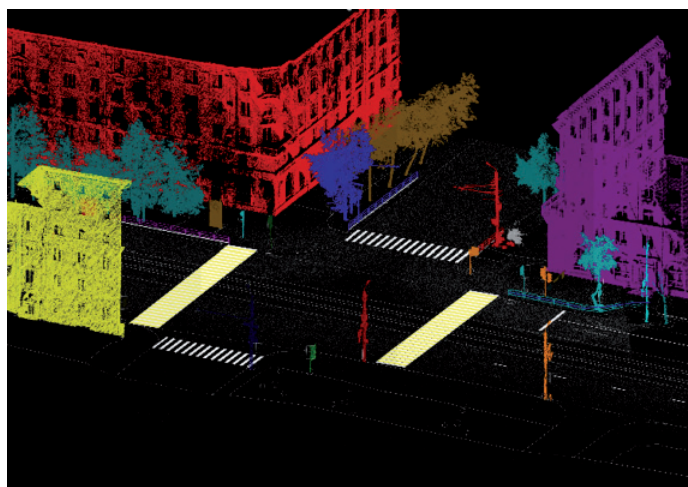
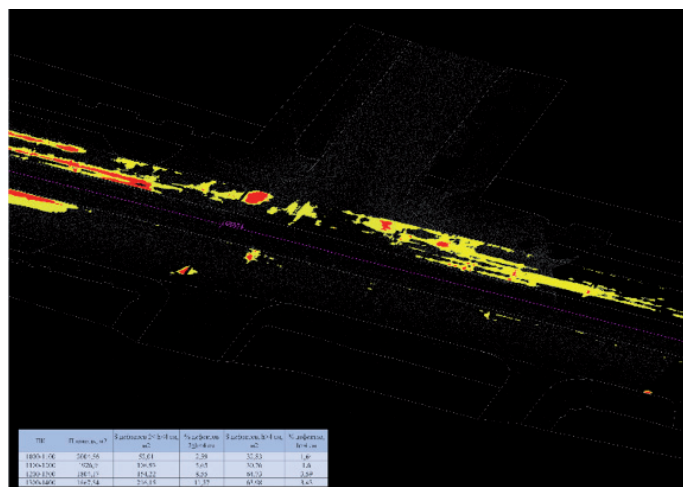
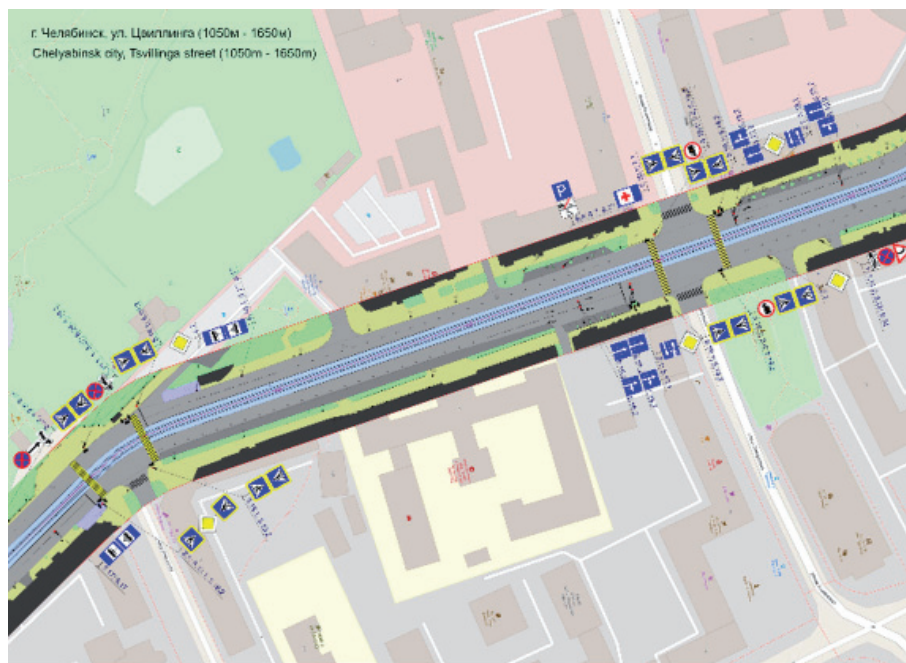
Паспортизация городских улиц является важнейшим источником информации для служб благоустройства города, проектно-архитектурных ведомств, органов ГИБДД и др. На основании этих данных принимается решение о необходимости ремонта и реконструкции дорог.

Администрация города Челябинска за несколько месяцев до строительного сезона приняла решение создать паспорта на городские дороги общей протяженностью 1100 км.

При стандартном подходе для решения этой задачи потребовалось бы не менее года работы 30 специалистов. Кроме того, проблемой могло стать и обеспечение должного качества: из-за сложности оцифровки местности вручную при обработке данных могут возникать неточности.

Чтобы избежать ошибок и сократить время реализации проекта, было решено заменить человеческий разум на машинный.

Для обработки полученных данных лазерного сканирования применялась собственная разработка – ROAD BRAIN, которая использует мощность основной программы Bentley OpenRoads Designer. В процессе тестирования выяснилось, что при работе с большими объемами информации только продукты Bentley позволяют достичь максимальной скорости и точности. Благодаря использованию программного обеспечения Bentley количество задействованных специалистов удалось сократить до десяти человек, а срок работ уменьшить до шести месяцев.





## Водопроводные и канализационные сети

ООО "ГеоЦентрГрупп"

Схема развития водохозяйственного комплекса города Гомеля

Гомель, Республика Беларусь

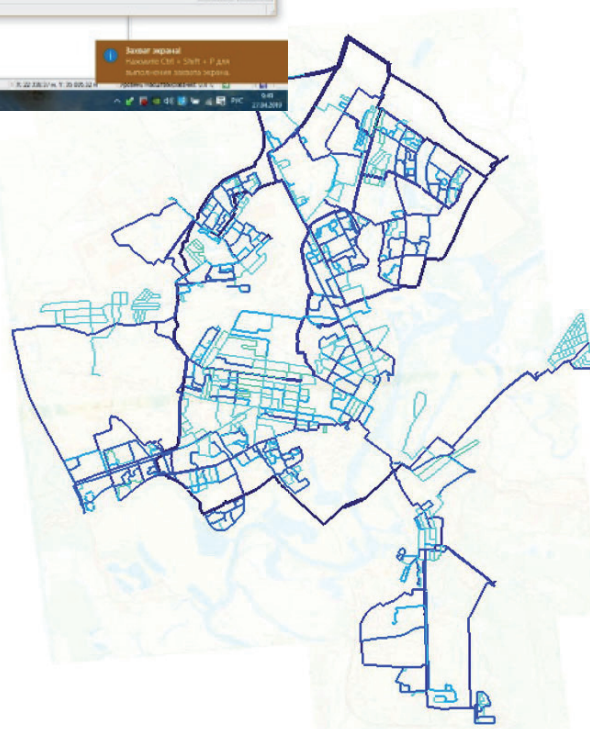
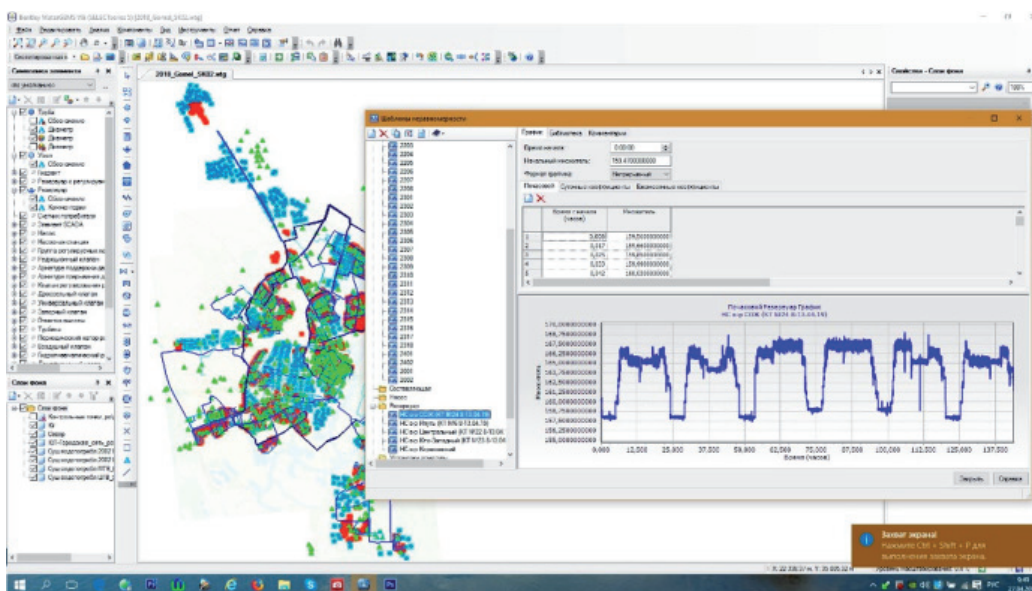
Гомель — второй по численности населения город в Беларуси (535 229 человек на 1 января 2017 г.), административный центр Гомельской области.

В реализованном проекте на основе схемы водоснабжения была дана оценка пропускной способности водопроводной сети города по результатам калибровки математической модели с помощью модуля Darwin Calibrator.

Для этого было произведено 29 030 400 натуральных замеров давления в 24 контрольных точках и 3360 измерений значений расходов воды, подаваемой пятью водозаборами.

Высокая степень корреляции результатов калибровки математической модели позволила принять обоснованные технические и экономические решения перспективных направлений развития водопроводной сети Гомеля с учетом современных инновационных технологий, минимизирующих капитальные и эксплуатационные затраты.

Ожидаемый экономический эффект от первоочередных мероприятий по восстановлению пропускной способности трубопроводов и изменению режимов работы станций второго подъема позволит снизить удельное энергопотребление системы более чем на 10%.



## Цифровые города

ООО "ГеоЦентрГрупп"

Изготовление информационного виртуального макета Индустриального парка "Великий камень"

Минская область, Смолевичский район, Республика Беларусь

Администрация китайско-белорусского СЗАО "Компания по развитию индустриального парка" для привлечения инвесторов и решения существующих инженерно-технических задач заказала у ООО "ГеоЦентрГрупп" работу по созданию информационного виртуального макета первого этапа застройки территории площадью 10,5 км<sup>2</sup>.

Построение 3D-модели парка осуществлялось путем обработки результатов аэрофотосъемки с использованием ContextCapture Center. В кратчайшие сроки – за 14 дней – было обработано 26 000 фотографий с пространственным разрешением не более 2,5 см на местности.

Концепция развития парка была создана в AECOSim Building Designer путем интеграции в цифровой двойник существующей территории проектных решений архитектурных бюро и проектных организаций.

Сформированная в результате реализации проекта 3D-модель в настоящее время фактически является интерактивным макетом индустриального парка, на котором проверяются все архитектурные решения зданий и сооружений, запланированных к строительству.

Общественные обсуждения целесообразности проектирования и строительства в парке новых объектов проводятся исключительно с использованием этой 3D-модели.



## Моделирование реальности

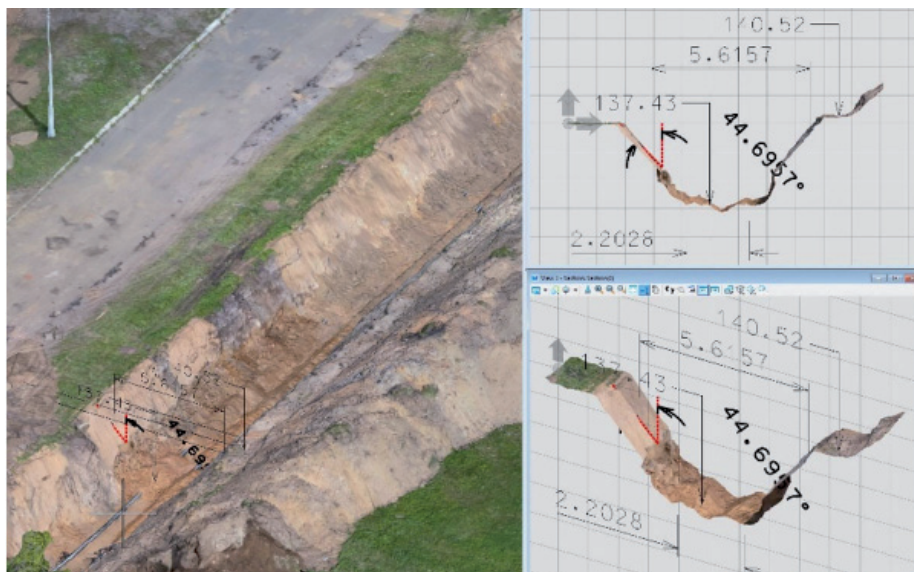
ООО "ЭКСИНКО"

Информационная модель реальности внешних инженерных сетей промышленной территории

Старая Купавна, Московская область, Российская Федерация

Созданная информационная модель реальности подземных инженерных сетей с привязкой к существующим производственным зданиям и сооружениям позволила достичь следующих результатов:

- корректное определение видов и составов работ, требуемых для проведения модернизации инженерных сетей;
- предупреждение несанкционированного повреждения подземных инженерных сетей во время проведения работ;
- коррекция графика выполнения работ в связи с уточнением времени прокладки трасс, вскрытия трасс и т.п., что позволило сократить срок модернизации инженерных сетей на четыре месяца;
- повышение производительности и эффективности проектирования на основании полученных данных о состоянии территории, степени загруженности инженерными сетями, коллизиях между разными инженерными сетями и системами, что обеспечило сокращение продолжительности проектирования на два месяца;
- снижение затрат на 23% за счет эффективного планирования работ;
- выполненную модель реальности можно сразу использовать как эксплуатационную информационную модель.



## Моделирование реальности

АО "Гео-Надир"

Реконструкция системы безопасности Нижнекамского нефтеперерабатывающего завода

Нижнекамск, Республика Татарстан, Российская Федерация

Проект предусматривал размещение на существующем сложном объекте (нефтеперерабатывающий завод) новых зданий и сооружений с учетом параметров охраняемых зон видимости.

Программы Bentley ContextCapture и LumenRT обеспечили возможность детально спланировать маршруты движения

охраны при нарушениях периметра объекта. Уточненная модель 3D-реальности с проектируемыми сооружениями позволила выявлять коллизии еще на стадии проектирования и за счет этого сократить затраты на строительные работы на 10%, что в денежном выражении составило 20 млн рублей.

