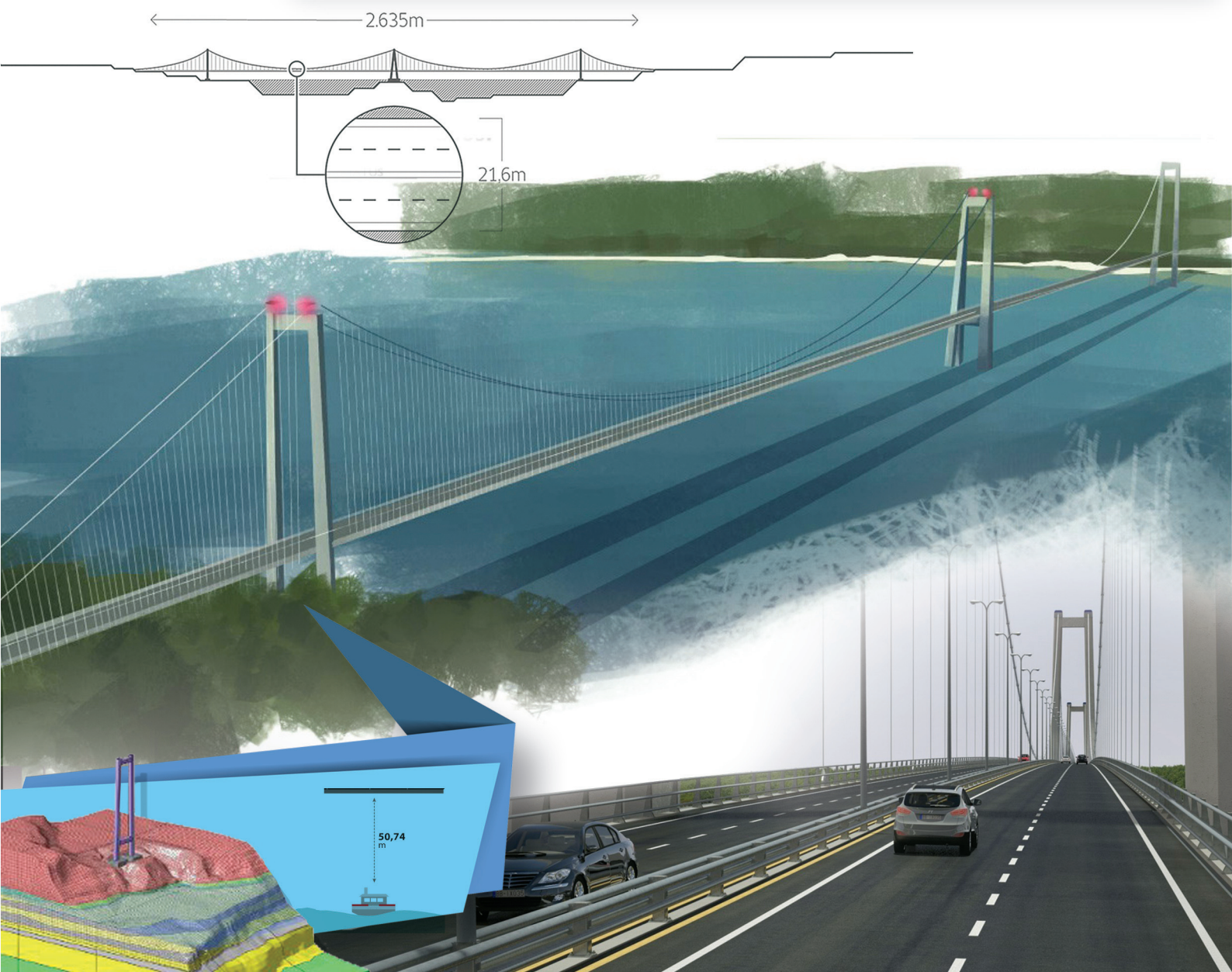


## ЖУРНАЛ ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ В ОБЛАСТИ САПР



■ ИНТЕРВЬЮ ПО BENTLEY: ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ БЫСТРО, КОМПЛЕКСНО И КАЧЕСТВЕННО  
 ■ МАШИНОСТРОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОВМЕСТНОЙ РАЗРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ  
 В SOLID EDGE ST9 ■ ГИС, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И ЖКХ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛО-  
 ГИЙ В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ АКТИВАМИ ■ ИЗЫСКАНИЯ, ГЕНПЛАН И ТРАНС-  
 ПОРТ RM BRIDGE ОПТИМИЗИРУЕТ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ САМОГО ДЛИННОГО ПОДВЕСНОГО МОСТА  
 В ЮЖНОЙ АМЕРИКЕ ■ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММ-  
 НОГО КОМПЛЕКСА ENERGYCS ТКЗ В СЛУЖБЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ "КАРЕЛЭНЕРГО"  
 ■ АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ПОЛУЧЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗ  
 МОДЕЛИ ■ ПОСТРОЕНИЕ BIM-МОДЕЛИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ■ ЗНАКОМЬТЕСЬ: НОВЫЙ ПРОДУКТ NANOCAD  
 СПДС МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ■ 3D-ПРИНТЕРЫ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ

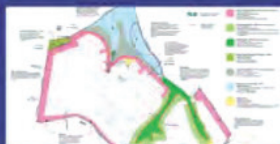




## Профессиональный полноцветный плоттер для CAD и растровой графики



**DrafStation**



**Mutoh DrafStation 42"** – профессиональный полноцветный плоттер, разработанный специально для работы с архитектурными, конструкторскими, строительными, машиностроительными, а также ГИС-приложениями. Печатает на носителях, максимальная ширина которых может достигать 1080 мм (42").

DrafStation использует печатающую головку нового поколения Wide Model (CMYK, 4x360 сопел на каждый цвет), обеспечивающую высочайшее разрешение для CAD – 2880 dpi. В плоттере предусмотрены 9 вариантов разрешения печати (от 360x360 до 1440x2880 dpi). Для каждого разрешения устанавливается один из шести уровней качества/скорости. Точность печати составляет  $\pm 0,25$  мм или 0,1% при любом размере изображения. При печати на DrafStation достигается исключительная чёткость линий и фотореалистичность отпечатков с неизменными тонами, плавными переходами и широкой цветовой гаммой. За исключением чёрного цвета (Pigment) в плоттере используются чернила на водной основе (Dye), которые гарантируют превосходное качество и быструю печать чертежей на стандартных носителях.

DrafStation компактен, имеет дружелюбный интерфейс, оснащён USB 2.0 и интегрированной сетевой картой Ethernet 10/100 для обслуживания множества удалённых пользователей. В комплект поставки входит напольный стенд с корзиной.



**Mutoh DrafStation Pro 42"** разработан специально для работы с профессиональными CAD-приложениями, а также приложениями для визуализации, используемыми в таких областях, как промышленное проектирование, космические разработки, автомобилестроение, изготовление запасных частей, судостроение, архитектурное проектирование, трёхмерная визуализация, презентация проектов, изготовление объёмных моделей, проектирование электронного оборудования, картография, спутниковая и аэрофотосъёмка, управление активами и производственными мощностями, планировка городских и сельских населённых пунктов.

DrafStation Pro использует расширенный функционал, сохранив при этом все достоинства предшествующей модели, такие как:

- запатентованная технология волновой печати  $i^2$ , позволяющая без усилий достигать совершенного качества печати изображений (плакатов, постеров и т.п.);
- увеличенный до 220 мл объём чернильных картриджей;
- напольный стенд, комплектуемый устройством автоматической подмотки отпечатков, которое оснащено оптическим датчиком контроля натяжения.

В комплект также входят драйверы для Windows (2000, XP, Vista) и AutoCAD. DrafStation Pro поддерживается основными производителями растровых процессоров (RIP).



**DrafStationPro**



По всем вопросам обращайтесь к менеджерам Фирмы ЛИР. Ознакомьтесь с плоттером **Mutoh DrafstationPro** можно, посетив специально оборудованный **демо-зал** в офисе Фирмы ЛИР или **виртуальный демо-зал** по адресу [www.ler-expo.ru](http://www.ler-expo.ru)





# СОДЕРЖАНИЕ

## ■ ...и это интересно!

### ■ Событие

От нового уровня проектирования к новому качеству жизни

Итоги практической конференции  
"Цифровая трансформация на базе решений  
Siemens PLM Software"

## 2 ■ Интервью

ПО Bentley: информационная модель быстро, комплексно и качественно 10

4 Бупиндер Сингх:  
"Мы воплощаем мечты в реальность" 14

8

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### ■ Машиностроение

napoCAD Механика и КОМПАС 16

Технологии совместной разработки  
сельскохозяйственной техники  
в Solid Edge ST9 18

ЗАО "КОНАР". Ведущий российский производитель 22  
деталей и узлов трубопроводов расширяет товарный  
ассортимент и завоевывает новые рынки  
с помощью Solid Edge

### ■ ГИС, градостроительство и ЖКХ

Применение геоинформационных технологий 26  
в процессах управления производственными активами

### ■ Изыскания, генплан и транспорт

RM Bridge оптимизирует проектирование 30  
и анализ самого длинного подвесного моста  
в Южной Америке

### ■ Проектирование промышленных объектов

Аналитические функции SACS 34  
помогают модернизировать устаревшие  
нефтедобывающие платформы

Опыт использования программного комплекса 38  
EnergyCS TK3 в службе релейной защиты  
и автоматики "Карелэнерго"

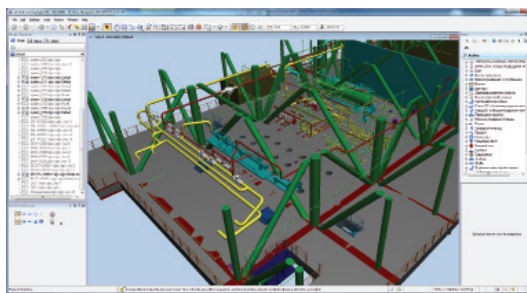
### ■ Архитектура и строительство

Моделирование конструкций и получение рабочих 42  
чертежей из модели

Teamwork: эффективная командная работа шаг за 55  
шагом

ARCHICAD: способы отображения значения 62  
площади на плане

С опорой на AssetWise 68



napoCAD Отопление: переменные за 1100 дней... 72

Построение BIM-модели систем безопасности 76

napoCAD BK 8.0: удовольствие от проектирования 82

Знакомьтесь: новый продукт 85

napoCAD СПДС Металлоконструкции



## АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### ■ 3D-принтеры

Аддитивные технологии в производстве 90

### ■ Широкоформатные ламинаторы

Мысли о широкоформатном ламинаторе 92

**Главный редактор**  
Ольга Казначеева

**Литературные редакторы**  
Сергей Петропавлов,  
Геннадий Прибытко

**Дизайн и верстка**  
Марина Садыкова

**Адрес редакции:**  
117105, Москва,  
Варшавское ш., 33  
Тел.: (495) 363-6790  
Факс: (495) 958-4990

**www.cadmaster.ru**

**Журнал зарегистрирован**  
в Министерстве РФ по  
делам печати, телерадио-  
вещания и средств мас-  
совых коммуникаций

**Свидетельство  
о регистрации:**  
ПИ №77-1865  
от 10 марта 2000 г.

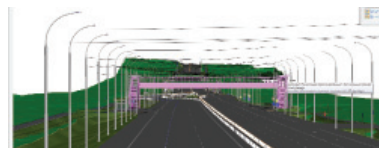
**Учредитель:**  
ЗАО "ЛИР консалтинг"

Полное или частичное  
воспроизведение или  
размножение каким бы  
то ни было способом ма-  
териалов, опубликован-  
ных в настоящем изда-  
нии, допускается только  
с письменного разреше-  
ния редакции.  
© ЛИР консалтинг.



10

## ПО BENTLEY: ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ БЫСТРО, КОМПЛЕКСНО И КАЧЕСТВЕННО



Беседуем с начальником отдела проектирования автомобильных дорог ООО "Автодор-Инжиниринг". Применение PowerCivil помогло компании решить все поставленные задачи: запроектировать дорожную часть, элементы обустройства, знаки, разметку, топографию, геологию и подземную часть (коммуникации).

18

## ТЕХНОЛОГИИ СОВМЕСТНОЙ РАЗРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В SOLID EDGE ST9



Система трехмерного моделирования Solid Edge позволяет разработчикам сельскохозяйственной техники создавать сложнейшие машины, спроектированные по модульному принципу.

26

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ АКТИВАМИ

Компания "Янтарьэнерго" осуществляет интеграцию геоинформационных систем с системой управления производственными активами, что позволяет улучшить качество планирования (разработки программ технического обслуживания и ремонтов, технического перевооружения и реконструкции) и усовершенствовать процессы эксплуатационной деятельности.

30

## RM BRIDGE ОПТИМИЗИРУЕТ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ САМОГО ДЛИННОГО ПОДВЕСНОГО МОСТА В ЮЖНОЙ АМЕРИКЕ



Программное обеспечение Bentley помогло Министерству общественных работ Чили спроектировать самый длинный мост, который будет построен в районе с неблагоприятными природными условиями и высокой сейсмичностью.

38

## ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ENERGYCS ТКЗ В СЛУЖБЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ "КАРЕЛЭНЕРГО"

В результате внедрения программного расчета токов КЗ в филиале "Карелэнерго" получена возможность оперативно определять значения аварийных параметров в любой точке сети и в любых интересующих режимах работы. Упростилась задача расчетов сложных по конфигурации линий и линий, предусматривающих в различных режимах работы питание от разных центров. Сократилось время, затрачиваемое на расчеты токов КЗ и на определение максимальных и минимальных режимов работы сети.

42

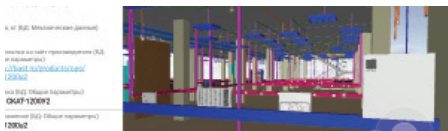
## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ПОЛУЧЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗ МОДЕЛИ



Эта статья — отражение личного опыта пользователя и попытка понять истинные возможности платформы ARCHICAD за рамками архитектурного проектирования, традиционно для этого продукта. Предлагаем вашему вниманию заключительную часть материала.

76

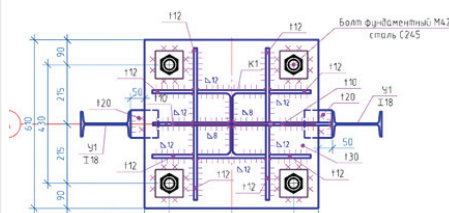
## ПОСТРОЕНИЕ BIM-МОДЕЛИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ



Программный комплекс nanoCAD СПДС позволяет построить модель систем безопасности, моделировать поведение систем с различными конфигурациями настроек оборудования, проводить расчеты как самих систем, так и установленного оборудования, документировать и оформлять модель. Плюс к этому — делиться информацией и передавать ее в другие программы для дальнейшего моделирования и анализа объекта проектирования.

85

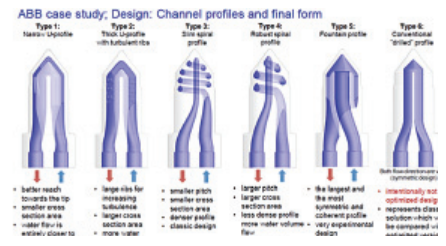
## ЗНАКОМЬТЕСЬ: НОВЫЙ ПРОДУКТ nanoCAD СПДС МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ



Представляем nanoCAD СПДС Металлоконструкции — новый программный продукт, расширяющий функционал nanoCAD СПДС и предназначенный для разработки двумерных чертежей металлических конструкций марки КМ.

90

## АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ



Аддитивные технологии (изготовление изделий на основе CAD-модели путем послойного добавления материала) становятся всё более востребованными: сфера их использования быстро расширяется, а сами технологии постоянно совершенствуются.





# РАСШИРЯЯ ГРАНИЦЫ

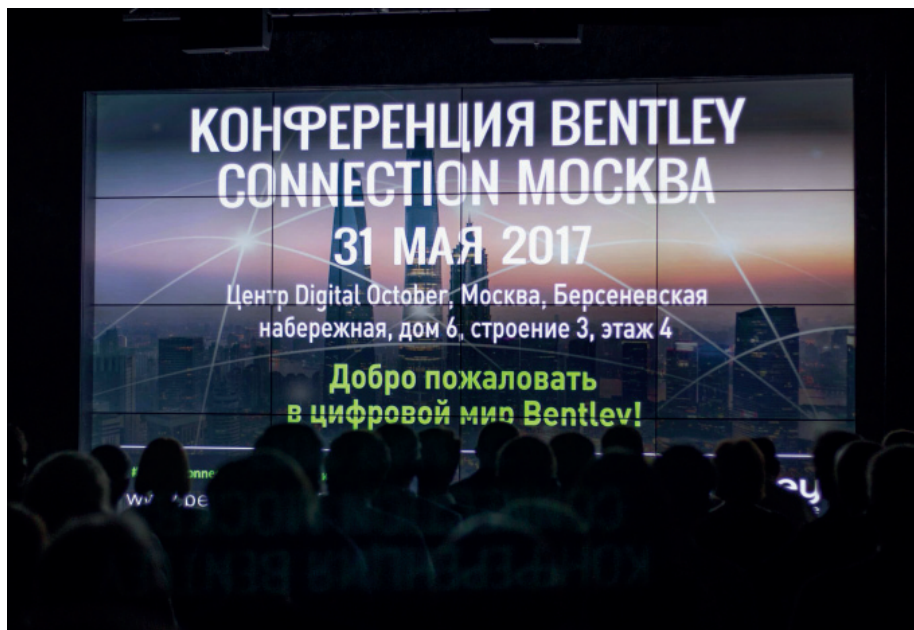
[www.nanocad.ru](http://www.nanocad.ru)

- ТОПОПЛАН
- ГЕНПЛАН
- СЕТИ
- ТРАССЫ
- СЕЧЕНИЯ
- ГЕОМОДЕЛЬ

**nanoCAD Геоника 8**

*от 28 000 рублей за годовую лицензию*





## ➤ ОТ НОВОГО УРОВНЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ К НОВОМУ КАЧЕСТВУ ЖИЗНИ

**На масштабной конференции Bentley CONNECTION 2017 профессионалы в области инфраструктурного проектирования обсудили основные тенденции отрасли и новые программные решения**

**В** московском центре Digital October прошла конференция Bentley CONNECTION — ключевое событие для профессионалов в области инфраструктурных проектов. Компания-организатор, Bentley Systems, ведущий поставщик комплексного ПО для проектирования, строительства и эксплуатации инфраструктуры, сделала все возможное, чтобы материалы этой встречи были доступны максимально широкому кругу специалистов: мероприятие сопровождала прямая YouTube-трансляция.

Миссия Bentley Systems — поддерживать развитие инфраструктуры в разных уголках планеты, предоставлять разработчикам инфраструктурных проектов самые совершенные инструменты, открывать новые возможности. Уровень проектирования, строительства и использования инфраструктурных объектов непосредственно влияет и на экономику, и на состояние окружающей среды. Существует прямая, многократно подтвержденная зависимость: чем выше уровень развития инфраструктуры, тем выше качество жизни людей.

В Институте Bentley компания создает все условия для развития студенческих профессиональных исследований. Развивает компания и своих пользователей — через вебинары, которые учат применять новые технологии и лучшие отраслевые практики, через консультации экспертов, через мероприятия, собирающие профессионалов для бесценного обмена опытом.

В этом году конференция Bentley CONNECTION была посвящена особенно увлекательной теме — переходу на цифровые технологии. Эксперты с миро-





Генеральный директор Bentley Systems в России и СНГ Николай Дубовицкий



Старший вице-президент по программному обеспечению Bentley Systems Бупиндер Сингх

вым именем и опытные новаторы-практики из России и СНГ на конкретных примерах рассказали о глобальных тенденциях отрасли и об инновациях на местах. Докладчики продемонстрировали, что с помощью интеллектуального программного обеспечения жизнь можно менять к лучшему прямо сейчас — выстраивая информационные модели объектов, принимая взвешенные бизнес-решения на основе большого массива данных, оптимизируя документооборот и автоматизируя рабочие процессы.

Открывая конференцию, генеральный директор Bentley Systems в России и СНГ Николай Дубовицкий отметил, что при всех экономических сложностях последнего времени российское отделение всего за два года удвоило объем бизнеса. Вдвое раз возросло количество комплексных корпоративных заказчиков. Адаптированы и выведены на рынок новые продукты.

Старший вице-президент по программному обеспечению Bentley Systems Бупиндер Сингх в своей презентации рас-

сказал, как применение технологий информационного моделирования BIM позволяет реализовывать проекты в более сжатые сроки и с максимальной эффективностью — благодаря полному контролю над выполнением работ на каждом этапе. Чтобы создавать современную, надежную, безопасную и долговечную инфраструктуру, нужно уверенно ориентироваться в цифровых технологиях, использовать огромное количество информационных слоев и проводить объекты через стадии проектного, аналитического и строительного моделирования.

Речь на конференции шла и о проблемах применения цифровых технологий в глобальном строительстве. Согласно отчету Центра изучения производительности McKinsey, доля строительства в общем ВВП составляет 13%, при этом рост производительности в этой области крайне низок. Отставание эксперты связывают с "индексом оцифровки" — степенью, до которой индустрия стала цифровой. Чтобы улучшить этот индекс, эксперты McKinsey рекомендуют, например, обратить особое внимание на более точную съемку местности и развитие сервисов геолокации. Это как раз то, что в Bentley называют моделированием реальности.

Участники конференции Bentley CONNECTION 2017 ознакомились с терминами "конструирование" и "инспекционирование". Благодаря сотрудничеству с Topcon Positioning Group, мировым лидером в области средств позиционирования для геодезических изысканий и строительства, пользователи Bentley могут через облачные продукты работать с контекстом, полученным с помощью максимально реалистичной съемки, а также эффективно использовать и обновлять свои цифровые инженерные модели в процессе строительства.

Эксперты Bentley Systems особо подчеркнули, что индустриализация BIM требует приверженности *компонентному интеллекту*. OpenRail станет первым продуктом компании, который продемонстрирует, что железная дорога состоит из интеллектуальных компонентов. Чтобы получить геокоординированный контекст реальности железной дороги для строительства и эксплуатации, планируется использовать непрерывную съемку и лазерное сканирование. Важно, что с помощью этих данных можно не только моделировать и оптимизировать железную дорогу по BIM-канону — они еще не раз пригодятся и сэкономят



Технический директор Bentley Systems Брайан Моура

временные и финансовые ресурсы на протяжении всего жизненного цикла объекта.

Технический директор Bentley Systems Брайан Моура представил технологическую презентацию и рассказал о мировых трендах отрасли, свежих разработках компании, а также об особенностях информационного моделирования линейно-протяженных объектов.

Директор по продажам промышленных решений Bentley Systems Олег Харченко в своем докладе продемонстрировал, как цифровые технологии повышают эффективность проектирования, строительства и эксплуатации промышленных объектов, а консультант Bentley Сергей

Найденов рассказал об организации коллективной работы и управлении инженерной информацией.

Начальник технического департамента ООО "Ирисофт Инвест" Кирилл Соловьев привел убедительный пример автоматизации процессов согласования и утверждения проектной документации из реального опыта своей компании. Инженеры по приложениям Bentley Systems Андрей Шелехов и Евгений Уланов показали в деле инструменты комплексного проектирования и информационного моделирования.

Эксперты из ПИ "Союзхимпромпроект" ФГБОУ ВО КНИТУ Айрат Исаков и Андрей Данилов поделились полезным

опытом комплексного проектирования технологических установок. А начальник службы надежности KBR East Николай Кудряшов и ведущий инженер по надежности в той же компании Сергей Зайцев продемонстрировали результаты внедрения системы управления надежностью на Светлогорском ЦБК.

Генеральный директор ООО "Фотометр" Ренат Ягудин презентовал эффективный способ быстро рассчитать объемы добычи ископаемых и определить запасы на складе готовой продукции с помощью фотограмметрии и беспилотников. В свою очередь, опытом эффективной обработки данных лазерного сканирования для анализа состояния дорожного полотна поделился Дмитрий Кукушкин из ЗАО "Геостройизыскания".

Свое выступление Денис Антошкин из ООО "ГИСверИнтегро" посвятил мониторингу состояния автомобильных дорог по данным мобильного лазерного сканирования. Доктор экономических наук Виталий Миронюк вместе с инженером Bentley Олегом Витушкиным представили проект капитального ремонта автодороги с использованием технологий информационного моделирования. Тот же Олег Витушкин и его коллега, менеджер по работе с корпоративными клиентами Bentley Виктор Степанов, в своем совместном докладе коснулись темы эффективного проектирования инженерных сетей и способов принятия оптимальных проектных решений.

О преимуществах использования 2D/3D-моделей на стройплощадке рассказал Сергей Должников, генеральный директор "Экспертной инжиниринговой компании". А интересным опытом автоматизации межведомственного согласования инженерных данных на примере проектов организации дорожного движения города Москвы поделились с коллегами менеджер по работе с ключевыми заказчиками Bentley Systems Станислав Васянин и начальник информационно-аналитического управления транспортного планирования ЦОДД Правительства города Москвы Максим Шепаров.

На отраслевых секциях "Проектирование, строительство и эксплуатация промышленных объектов" и "Проектирование, строительство и эксплуатация объектов транспортной инфраструктуры", а также на многочисленных мастер-классах участники конференции узнали:   
■ как с помощью программных продуктов Bentley Systems создать общую информационную среду для реализа-



Технологическая выставка





В рамках Bentley CONNECTION 2017 были организованы презентации, пресс-конференции и мастер-классы

ции BIM-потенциала инженерных моделей на базе технологии моделирования реальности;

- какие новые инструменты разработаны для повышения эффективности геодезических, проектных, строительных и эксплуатационных работ;
- как автоматизировать и оптимизировать рабочие процессы по всем инженерным дисциплинам и принимать взвешенные решения для сопровождения всего жизненного цикла инфраструктурного проекта;
- что думают о трендах инженерной индустрии специалисты Bentley Systems и отраслевые коллеги и как ведущие компании решают свои производственные задачи с помощью ПО Bentley.

Кроме того, гости конференции в режиме реального времени увидели, как создается 3D-модель инфраструктурного объекта, и насладились зрелищным лазерным шоу. А еще узнали имена тех, кто вошел в число российских участников Международного конкурса инновационных проектов в области инфраструктуры Be Inspired 2017 (ООО "Волгоград-нефтепроект", ПИ "Союзхимпромпроект" ФГБОУ ВО КНИТУ, ООО "Экспертная инженеринговая компания", ПАО "Гипротюменьнефтегаз" и другие). Лучшие проекты из России и стран СНГ будут представлены осенью на конференции "Год в инфраструктуре". Добавим, что в этом году на конкурс Be Inspired отечественные компании подали 18 заявок — больше, чем когда-либо прежде.

В рамках конференции Bentley CONNECTION анонсировано сотрудничество с компанией, которая будет представлять сервисы Bentley Systems на российском рынке. MONT — первый и единственный в мире полноценный дистрибьютор решений Bentley Systems по модели VAD.

В течение всего дня работы конференции была открыта интерактивная технологическая выставка Bentley и ее партнеров в России и СНГ, где участники могли не только получить из первых рук уникальную информацию о признанных во всем мире разработках, но и задать вопросы, а также детально обсудить результаты компаний, которые используют решения Bentley.

*По материалам  
компании Bentley Systems*



# ИТОГИ ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ "ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ НА БАЗЕ РЕШЕНИЙ Siemens PLM Software"

1 июня в Москве прошла конференция, посвященная возможностям новейшей версии программы Solid Edge®. Презентовал Solid Edge ST10 вице-президент компании Siemens PLM Software по разработке продукта Solid Edge Дэн Стэплс (Dan Staples). Он предложил полный обзор портфолио Solid Edge. Этот продукт включает в себя все необходимые инструменты для полного цикла цифрового проектирования: ультрасовременный 3D САПР Solid Edge, инструменты симуляции Solid Edge Simulation, решения для производства и подготовки управляющих программ станков с ЧПУ — Solid Edge Manufacturing, инструменты управления данными Solid Edge Data Management. Открыл конференцию вице-президент, генеральный менеджер Siemens PLM Software в России и СНГ Виктор Беспалов.

О стратегии развития направления Mainstream Engineering в России и странах СНГ рассказали директор по работе с партнерами направления Mainstream Engineering, Siemens PLM Software Андрей Петрушин и директор по стратегическому развитию компании "Нано-софт" Александр Евграфов, который, в частности, отметил: "Решения Solid Edge стремительно развиваются, и появление таких инструментов, как генеративное моделирование, аддитивное производство, обратный инжиниринг, объединенное моделирование и анализ течения жидкостей и газов (Solid Edge Flow Simulation), позволит компаниям использовать новейшие инструменты в единой среде проектирования, существенно сократить сроки разработки проектов".



Дэн Стэплс представляет Solid Edge ST10

Основную часть конференции, посвященную продукту Solid Edge ST10, который, без преувеличения, определяет сегодня будущее проектирования, провел вице-президент Mainstream Engineering, Siemens PLM Software Дэн Стэплс при поддержке менеджера по продукту Siemens PLM Software Романа Хохленкова. Говоря о той роли, которую призваны сыграть средства Solid Edge ST10, докладчики отметили важность новой версии программы, а также портфеля инновационных решений в части проектирования, расчетов, подготовки производства, технических публикаций и управления данными.

Роман Хохленков рассказал о перспективах сокращения сроков внедрения PLM. Подробно раскрывая особенности ведения пилотных проектов "Быстрый старт" в части конструкторской подготовки производства, он акцентировал внимание на целях, задачах, методике, ожидаемых результатах и ценности для заказчика. Кроме того, доклад включал краткий обзор преднастроенного стандартного решения для машиностроения на базе Teamcenter и Solid Edge, а также обзор опыта ведения пилотных проектов, построенный на реальных примерах.

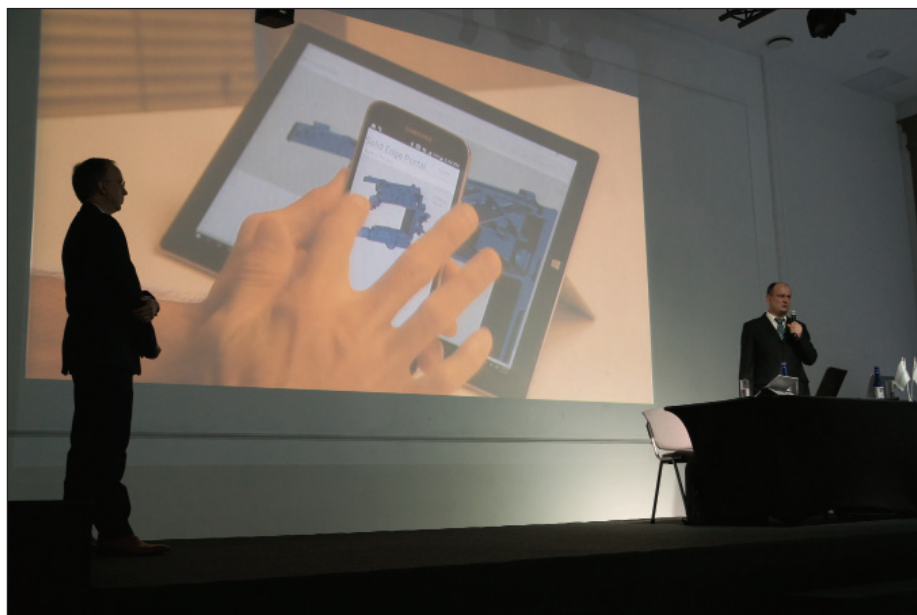
После перерыва присутствующие знакомились с примерами внедрения решений Siemens PLM Software. Об успешном применении Solid Edge и других решений Siemens PLM Software на предприятии, проектирующем дизели и дизель-генераторы, рассказал начальник отдела перспективного планирования ОАО "Коломенский завод" Владимир Исянов. Он отметил простоту и скорость проектирования в Solid Edge, удобство получения конструкторской документации, а также плотную интеграцию Solid Edge и системы верхнего уровня, предназначенной для работы со станками ЧПУ. Особое внимание докладчик уделил возможностям решений Solid Edge при визуализации и при разработке руководств и каталогов.

Начальник КБ ОГМет Новочеркасского электровозостроительного завода (НЭВЗ) Елена Симченкова представила опыт использования Solid Edge в конструкторском и технологическом направлениях кузнечного и литейного производства. Она осветила некоторые аспекты создания 3D-геометрии оснастки для штамповки и литья, формирования конструкторской документации на оснастку и последующей передачи геометрии в системы инженерного анализа.





Роман Хохленков о технологии объединенного моделирования Solid Edge ST10



Роман Хохленков о Solid Edge Portal – новом способе безопасной совместной работы над проектами внутри и вне предприятия



Участники конференции

Кирилл Юркевич, директор представительства компании Engineering Intent в Республике Беларусь, представил решение Rulestream для повышения уровня автоматизации при создании изделий, отвечающих требованиям индивидуальных заказчиков. По его опыту, Rulestream позволяет сократить сроки проектирования, ускорить создание конструкторской документации, а также использовать существующие наработки.

Руководитель группы разработки ElectriCS ЗАО "СиСофт" Владимир Трушин подробно остановился на процессах интеграции Solid Edge и отечественной системы проектирования электрооборудования ElectriCS Pro в различных отраслях промышленности: авиастроении, судостроении, приборостроении, станкостроении, энергетике. Говоря о взаимодействии программ, Владимир Трушин представил технологию передачи из ElectriCS Pro данных об электрических устройствах и связях между ними с последующим получением из Solid Edge уточненных данных по длинам проводников.

В заключительном докладе ведущий конструктор компании Schneider Electric Виталий Семин рассказал о преимуществах совместного использования Solid Edge и других САПР в конструкторском бюро ретрофит-центра предприятия. Был приведен пример ретрофита (модернизации) электротехнического оборудования, отмечено ускорение процесса моделирования и выпуска КД при внедрении Solid Edge с синхронной технологией.

После подведения итогов дня слушатели уже в личном общении обменялись мнениями, обсудили новые тенденции оптимизации технологических процессов и пути решения практических задач в различных отраслях промышленности. Участники конференции ознакомились с подробностями реализации успешных российских проектов на базе решений Siemens PLM Software, посетили демонстрационные стенды и получили консультации технических специалистов.

*Павел Демидов,  
продакт-менеджер по Solid Edge  
ЗАО "Нанософт"*



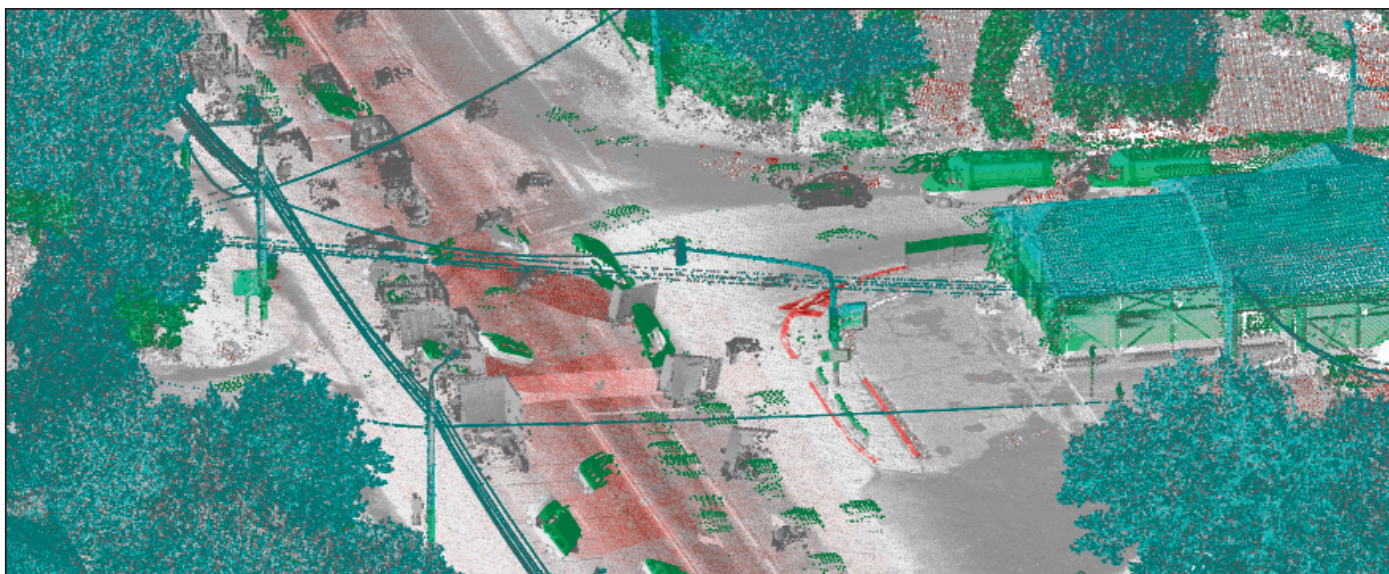
## ➤ ПО BENTLEY: ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ БЫСТРО, КОМПЛЕКСНО И КАЧЕСТВЕННО

Наш собеседник знает об информационном моделировании всё или практически всё. **Виталий Петрович Миролюк** — начальник отдела проектирования автомобильных дорог ООО "Автодор-Инжиниринг". При большом участии этого человека в компании уверенно осваивают технологию информационного моделирования. Дело за строителями — у них используются только 3D-модели, а информационные модели пока еще часто остаются невостребованными...

*Расскажите о вашем проекте капитального ремонта участка автомобильной дороги, выполненном с помощью ПО Bentley. Какие работы уже завершены и что еще предстоит сделать?*

Это не первый наш проект с использованием технологии информационного моделирования. До этого данный подход был применен при предпроектной проработке объекта "Соединительная автомобильная дорога от М-4 "Дон" до аэропорта "Домодедово". Но информационная модель по этому проекту выполнялась на субподряде, другой проектной организацией. А подготовка информационной модели для проведения работ по капитальному ремонту участка автомобильной дороги М-7 "Волга" между городами Владимир и Иваново с 169-го по 177-й километр была полностью выполнена нашими силами. Объект принадлежит "Росавтодору". Мы долго определялись с программными продуктами для информационного моделирования, рассматривали ПО отечественных и западных производителей. Хотя выбор не так широк, как может показаться... Проанализировав все доступные варианты, мы пришли к выводу, что альтернативы линейке ПО Bentley для инфраструктурных объектов нет. Основное преимущество продуктов Bentley — работа с файлами большого объема. Работы выполнялись в рамках государственного контракта. Сейчас проект подготовлен, информационная модель готова на 97%. Документация передана заказчику. А основная на сегодня проблема связана с одновременной передачей в Главгосэкспертизу документации и информационной модели. Теперь все документы должны подаваться в электронном виде. Всё осуществляется дистанционно путем загрузки PDF-файлов на сайт Главгосэкспертизы — и физически направить, дополнительно к проектной документации "пристегнуть" модель не представляется возможным.





Лазерное сканирование реальной модели существующего объекта

*Но ведь PDF — это бумажка в электронном виде, а информационное моделирование предполагает некие информационные слои. Есть ли возможность подачи в Главгосэкспертизу именно 3D-модели?*

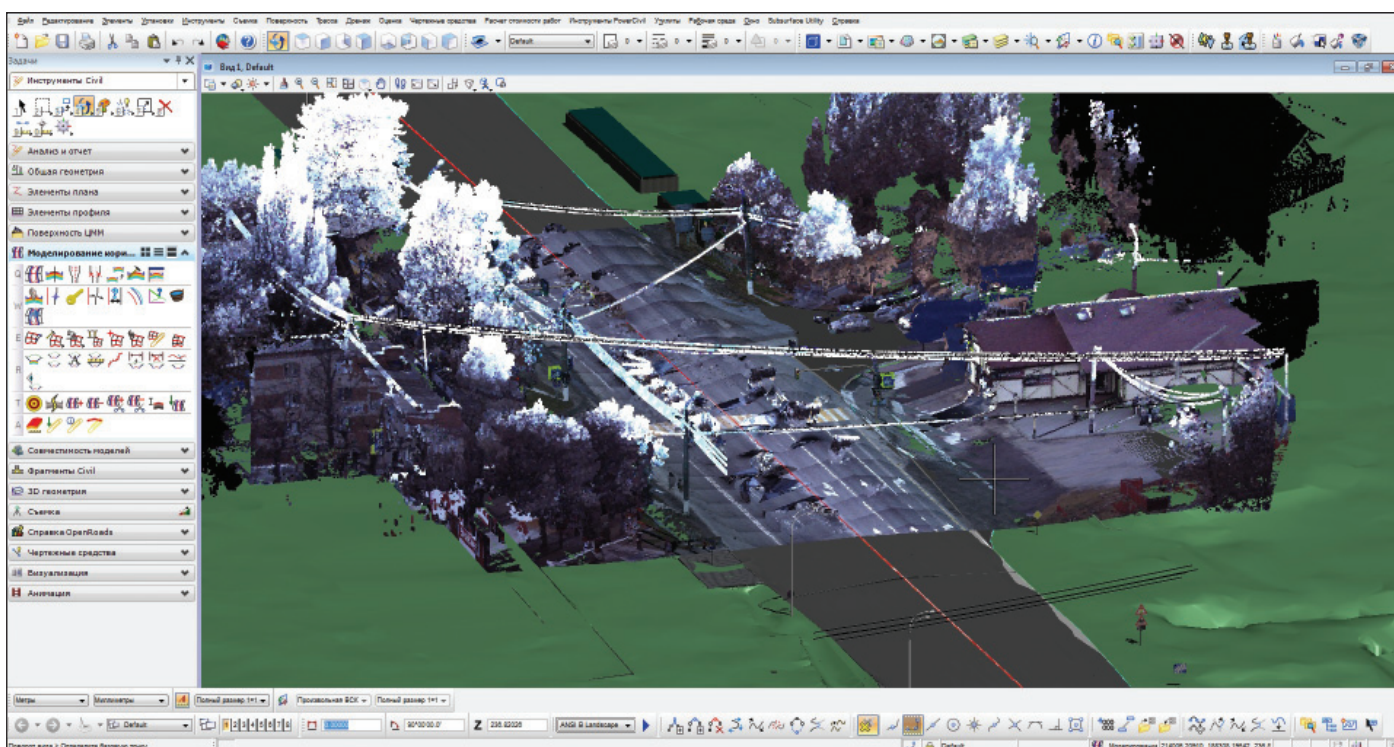
На сегодня в соответствии с реализацией программы внедрения BIM-технологий для госсектора, принятой на правительственном уровне, первый этап планируется запустить в 2017 году. Предполагается, что в 2017-м с использованием BIM

будут выполнены 30% госконтрактов, в 2018-м — 60%, в 2019-м — 100%.

То есть переход на информационное моделирование планируется в 2019 году, когда часть проектов, которые финансируются из бюджета, будет подготовлена с использованием BIM. Пока обсуждаются Своды правил и национальные стандарты.

Уже сейчас Главгосэкспертиза и Мосгосэкспертиза принимают проекты в том

числе и с информационной моделью. Но наш объект территориально "привязан" к петербургскому филиалу Главгосэкспертизы, где такой практики нет. Поэтому мы ведем сейчас переговоры о возможности перенаправить нас в Главгосэкспертизу в городе Москве или решить вопрос о том, чтобы питерский филиал принял у нас информационную модель вместе с проектной документацией. Ведь для работы с информационной моделью



Облака точек RGB

надо, чтобы в Главгосэкспертизе было установлено ПО Bentley, Autodesk и другое. Мосгосэкспертиза уже установила все необходимые программы. Подготовленная нами информационная модель линейного объекта — первая в России. Есть информационные модели путепроводов, развязок. Но модели линейного объекта — автомобильной дороги — до сих пор не было.

*Привязаны ли к вашей трехмерной модели привычные для проектировщиков чертежи?* Сама модель полностью соответствует проектной документации. Наш проект — пилотный, и получили мы его в результате участия в конкурсе, с определенными сроками подготовки проектной документации. Изначально было оговорено, что для прохождения экспертизы он готовится в стандартном виде — и, поскольку продукт новый, рисковать у нас не было времени. Поэтому проектные работы выполняла другая организация, а "Автодор-Инжиниринг" формировал информационную модель в PowerCiv. Этот продукт помог нам решить все поставленные задачи: запроектировать дорожную часть, элементы обустройства, знаки, разметку, топографию и подземную часть (коммуникации).

*Как вы сказали, проект по классической схеме и 3D-модель выполнялись параллельно. Как вы формировали саму информационную модель?*

По данным проектировщика. При этом обнаружили немало ошибок, а значит итоговый проект получился лучшего качества.

*Для чего вы делали информационную модель? Ведь это было необязательно для прохождения экспертизы...*

Информационное моделирование позволяет намного проще понимать проектный замысел. Основные потребительские свойства информационной модели раскрываются на стадии эксплуатации. Но вначале модель должна передаваться строителям. А они задают вопрос: "Зачем нам управляемая 3D-среда?" Информационная модель — некий социокультурный технологический феномен. Культурный — определенная культура подготовки специалистов по каждому из направлений: есть культура проектирования, есть культура строительства и культура эксплуатации. И эта культура различается не только между нами и Западом, она отлична между компаниями, работа-

ющими на одном и том же рынке. Сущствующая культура проектирования формирует мышление на двумерном уровне — в плоскости чертежа: условные обозначения, символы, как они взаимоувязаны, какую информацию несут.

Социальный фактор: эта технология не только меняет взаимоотношения внутри одного предприятия, но меняет отношения в среде "заказчик — проектная организация — строители — эксплуатирующая организация".

На самых ранних стадиях подготовки проектной документации необходимо понимание и взаимодействие на совершенно ином уровне: "проектировщик — эксплуатирующая организация".

Технологический фактор: полностью меняется технология производства работ и в проектировании, и при строительстве, и в эксплуатации. Благодаря концепции информационной модели раз-

ночного информационного моделирования. Нет нормативно-технических документов, которые регламентируют, как формировать модель и что она должна собой представлять в завершённом виде. В настоящее время идет обсуждение ряда ГОСТов и Сводов правил, но все они относятся только к площадным объектам. В отношении линейных объектов даже обсуждать нечего. Поэтому нужна более четкая позиция Министерства транспорта, Госавтодора, нужны нормативные документы.

Если говорить о линейных объектах, очень велика роль заказчика. В основном это государственные объекты. Заказчиков не так уж много. По автомобильным дорогам это всего две организации: "Росавтодор" и госкомпания "Автодор". Госкомпания "Автодор" занимается платными дорогами, "Росавтодор" — остальными дорогами общего пользова-

ния. Заказчик должен понимать, зачем нужна 3D-модель. Линейный объект — это объект протяженный, разбитый на отдельные участки, которые проектируются в разное время разными проектными организациями. И если заказчик не выстроит общее правило по структуре модели, по наименованию слоев, файлов, папок, по классификации объектов, он в будущем не сможет соединить эти разные участки. Это будет похоже на лоскутное одеяло. Основная проблема — формирование правил, единых для всех.

*Вы говорите, что строители и эксплуатирующие организа-*

*ции не готовы работать с информационными моделями. Прорабатывает ли "Росавтодор" с потенциальными подрядчиками и строительными организациями вопрос работы в среде 3D-модели?*

Заказчик пристально наблюдает за тем, что мы делаем. В 2015 году нам сформулировали ТЗ на проектирование участка дороги с учетом создания информационной модели. На уровне "Росавтодора" создана рабочая группа по развитию и внедрению информационных технологий. На уровне государственной компании "Автодор" также функционирует рабочая группа, подготовлен план поэтапного развития информационного моделирования. Заказчик понимает, в каком направлении

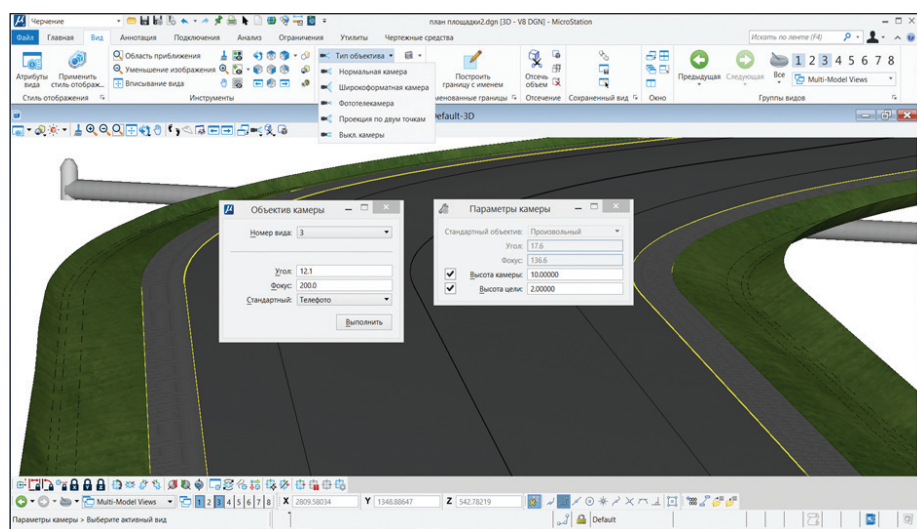


личные специалисты могут работать над одним файлом в режиме реального времени. Полностью меняется технология проектных и строительных работ. Если, скажем, привезли другой щебень, это отразится в системе, и все будут об этом знать.

*С какими сложностями сталкиваются проектировщики дорог?*

Основное — это отсутствие нормативной базы. Нормативно-правовая база, позволяющая легитимно использовать технологию информационного моделирования, отсутствует. То есть, ничего не нарушая, государственные организации не могут заказать подготовку проектной документации с применением технологии





Оценка угла обзора и настройка параметров камер

надо двигаться. Но технологии быстро идут вперед, и мы, к сожалению, несколько от них отстаем.

*Сами строители проявляют интерес к работе в новой среде?*

Пока сильного ажиотажа не видно. Понимание информационного моделирования в полном виде до стадии строительства еще не дошло. Отдельные компании используют трехмерные поверхности для автоматизированного управления рабочими органами дорожной

техники. Хотелось бы большего внимания от подрядных организаций. Мы понимаем, что в рамках высокой конкуренции надо быть впереди всех. Поэтому бремя развития информационного моделирования ложится на проектные организации.

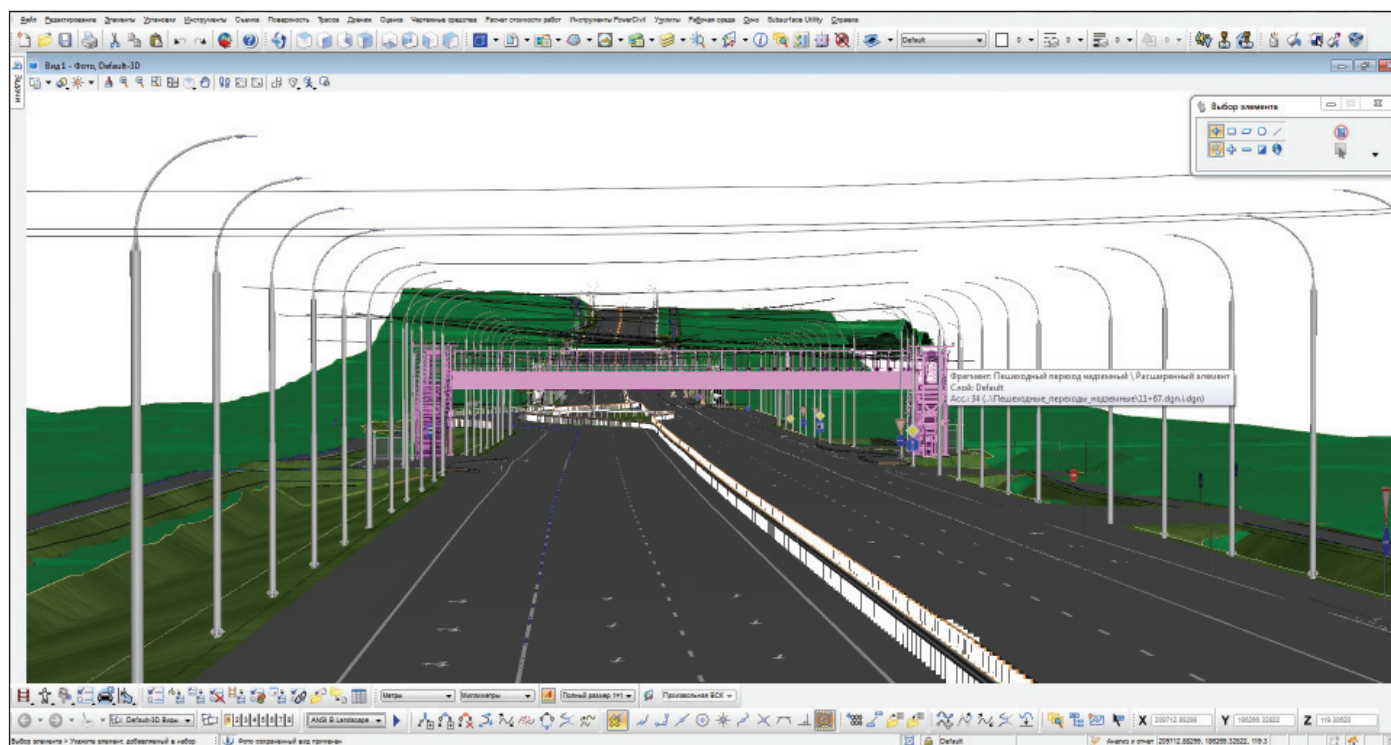
Знаю только о двух проектах, в которых при строительстве использовались цифровые поверхности. Есть положительный опыт разработки проектной документации и строительства с учетом технологий автоматического управления

техники САУ 3D ДСТ. На строительные механизмы ставится определенное оборудование и в автоматическом режиме идет отсыпка земполотна, укладка слоев дорожной одежды и т.д. Оборудование есть. Но были проблемы привязки объекта на местности. Для хороших результатов нужно, чтобы, когда идут дорожные работы, соседняя полоса дороги была свободна, то есть должен быть буфер между работающей техникой и потоком автомобилей — иначе сбиваются GPS-привязки.

*Есть ли какие-нибудь особенности подготовки рабочей документации в информационной среде при наличии 3D-модели?*

Если у вас есть корректно подготовленная информационная модель, затраты на подготовку рабочей документации минимальны. На стадии рабочей документации эта информационная модель чуть больше детализируется. При этом полностью используется информация в части геометрических и атрибутивных данных, выполненная на предыдущей стадии. И здесь очень важно переделить уровень проработки геометрии, атрибутов и требований к точности для каждого из этапов реализации инвестиционного процесса.

*Интервью вел  
Ольга Казначеева*



Проектная модель



## ➤ БУПИНДЕР СИНГХ: "МЫ ВОПЛОЩАЕМ МЕЧТЫ В РЕАЛЬНОСТЬ"



**В** рамках конференции Bentley CONNECTION, проходившей в московском центре Digital October, нам удалось пообщаться с одной из ключевых фигур компании — Старшим вице-президентом по программному обеспечению Bentley Systems **Бупиндером Сингхом**.

*В каком направлении идет развитие проектирования в мире?*

По показателям производительности труда мировая проектно-строительная отрасль сейчас отстает от других отраслей экономики. И, чтобы их догнать, нужно переходить в цифровой формат. Когда у нас в строительстве не останется никаких бумажных чертежей, мы поймем, что переход произошел.

*В своем докладе на конференции вы говорили о "цифровой ДНК" проектов. Что вы под этим понимаете?*

ДНК человека определяет его поведение. "Цифровая ДНК" определяет поведение инфраструктуры. У вас есть некий план, в соответствии с которым вы делаете проект, потом строите объект. Но он ведет себя не совсем так, как предполагалось. Ведь построенный объект совпадает с чертежом не на все сто процентов. Чтобы понять, как долго будет функционировать объект, необходимо постоянно сравнивать первоначальный проект с текущей "ДНК" проекта. Это сравнение и формирует "цифровую ДНК". Таким образом, цифровая модель определяет поведение реального физического объекта. А это как раз то, что нам нужно.

*Компания Bentley уверенно и точно обогащает терминологию. Даже BIM вы трактуете по-своему. Два новых слова, недавно введенных компанией, — конструкционирование и инспекционирование, — что они означают?*

Да, "В" в BIM, конечно же, означает Bentley (смеется). Многие старые профессии, такие как строительство и инспектирование, связаны с ручным трудом. Говоря об инспектировании, мы представляем себе человека в кепке, в форме, с бумагами в руках, который выходит на объект. Подобно этому, говоря о стройке, мы видим перед собой людей с чертежами, к ним подъезжают машины со стройматериалами. Мы вводим новые слова, чтобы сформировать новые образы старых понятий. Так как все функции становятся цифровыми. **Конструкционирование** — цифровое строительство. **Инспекционирование** — цифровое инспектирование.

Конструкционирование — способ создания цифровых моделей для процесса строительства. Ведь проектная модель отличается от модели, необходимой для строительства. Например, вы проектируете здание или завод. Вы работаете с конструктивной, механической, электрической и другими частями проекта. Когда вы приступаете к строительству, вы берете проект конкретной системы и внедряете его в конкретном месте. Команде строителей нужна модель, указывающая, что надо делать в данный момент. Формируются пакеты задач для строительства, описывается последовательность действий. На основании этого легко запланировать, какие строймате-

риалы должны прийти в конкретный день, какие специалисты должны быть на площадке. Но вы понимаете, что в чертеже этой информации нет. Вот в чем суть цифрового строительства.

*Каковы основные направления развития вашего продуктового портфеля?*

Ключевые стратегические направления развития нашего программного обеспечения основаны на нескольких фундаментальных технологических изменениях. Во-первых, это облачные технологии. Это действительно революционные технологии в области вычислений и хранения информации. Во-вторых, это быстрый рост использования мобильных устройств. В-третьих, это широкое распространение сенсоров. И, наконец, Big Data. Наше семейство продуктов CONNECT Edition соединило все эти технологии, чтобы создать новые преимущества для наших пользователей. Все это предназначено для моделирования реальности. В мире существует огромное число объектов инфраструктуры, не имеющих цифровой модели.

Для того чтобы смоделировать последствия стихийных бедствий (например, урагана или наводнения в Москве), нужно иметь цифровую модель города. Тогда вы сможете увидеть, какие части города будут затоплены при сильном дожде. Наш программный продукт Context Capture как раз помогает создать такую 3D-модель города. В других городах вы можете оценить, например, последствия возможных землетрясений. Такого рода информацию можно использовать в разных отраслях для разных решений.



Еще пять лет назад мы не могли об этом даже подумать. У нас не было качественных смартфонов, датчики стоили очень дорого. Не было достаточных инвестиций в облачные технологии. Не было дронов. Не приходилось и мечтать о создании 3D-модели на основе фотографий. Сейчас стали доступными более дешевые вычисления и условия хранения информации, смартфоны. Все эти инновации формируют новые инновации.

*Расскажите подробнее о геокоординации моделей в рамках работы с объектом.*

Дело в том, что каждое здание, каждый мост, каждый завод находится в конкретном месте на планете. Когда вы работаете с какой-либо информацией, вы должны знать, в какой точке мира она была сформирована. Сейчас, когда вы что-то фотографируете на свой смартфон, GPS укажет место, где вы находитесь. Подобным образом, когда мы создаем какую-то информацию об объекте, не нужны никакие специальные действия — модели сразу должны быть привязаны к правильному месту. Тогда все можно совмещать, и информация будет намного полезнее. В противном случае инженеры потратят уйму времени на правильное расположение информации. Например, благодаря геокоординации, зайдя в комнату, мы могли бы понять, где находится информация о каждом элементе. В идеале программа должна все делать автоматически. И мы над этим работаем.

*Можете ли вы назвать проекты "умного города", в которых участвует Bentley?*

Таких проектов много. Один из последних — создание цифровой модели города Хельсинки. Городская администрация сделала эту модель доступной не только для департаментов мэрии, но и для простых жителей. Департаменты координируют на основе модели свою работу, а это предполагает, что модель должна все время быть актуальной. Модель также доступна различным агентствам, занимающимся исследованиями, — в первую очередь для анализа потребления электроэнергии.

Мы также помогаем некоторым городам создать модель не только наземной, видимой части города, но и подземной. Во многих городах объемы подземной части сопоставимы с объемами наземными. У нас есть программный продукт, позволяющий сделать модель подземных коммуникаций. Ведь, начиная подземные работы, надо быть уверенным, что коммуникации не будут повреждены.

*В настоящее время технология облаков точек и ее связь с информационной моделью заключается в том, что при моделировании облако точек используется как подложка. Возможно ли, что в перспективе части облака точек станут элементами модели, к которым будет присоединяться информация?*

Облака точек были и будут очень востребованы. Но ими сложно манипулировать. Если у вас большое количество точек, вы можете в этом поле потеряться. Поэтому облака точек стараются преобразовать в сетки. А на основании этих сеток уже распознают объект. Новая технология Bentley Context Capture позволяет на основе фотографий сразу получить сетку. Стадия облаков точек здесь пропускается. Тем не менее, полученная сетка хорошо масштабируется. А для получения большей точности можно добавить облако точек. Сейчас мы стараемся использовать эту сетку в качестве средства индексирования информации. То есть можно привязать географическое положение к какой-то информации. Вы можете использовать полученные сетки, чтобы искать по ним информацию. Например, показать все трубы внутри части здания. Чтобы это работало, нужна сетка, геокоординаты и вся другая связанная информация.

Еще одна стратегическая инициатива Bentley называется "объединенная среда данных" (connected data environment). Если данные раскиданы по разным местам и не связаны друг с другом, вы не сможете использовать их для поиска. Наше видение — создавать такую интеграцию через ProjectWise и AssetWise.

*Когда компания приступает к внедрению BIM-технологий, что она должна делать прежде всего? Без чего не обойтись в процессе внедрения системы?*

BIM — это новый подход к работе. Он требует от инженеров больших знаний и просвещенности. Очень радует, что молодые инженеры открыты к такой модели работы. Для них работа в 3D более интуитивна, так как они привыкли играть в трехмерные игры. А жизнь — она как видеоигра.

В слове "BIM" буква "I" — это информация. Важно правильно создавать информацию, уметь управлять ею и публиковать ее. Компания должна думать о двух вещах: непосредственном выстраивании процесса работы с точки зрения управления информацией и об автоматизации этого процесса. Если вы сформулировали эти правила, вы можете формировать информа-

цию гораздо более высокого качества. Например, можете установить, что каждый день в 17:00 вы будете автоматически получать информацию от архитектурных, строительных подразделений и от отделов, занимающихся электрикой. Вы можете оценить скорость продвижения работ и выявить проблемные места. Чем раньше будут выявлены проблемы, тем дешевле будет их решить. Самые дорогостоящие из проблем — те, которые проявились уже в процессе строительства. Поэтому все ошибки надо находить и исправлять на ранних стадиях. Идея BIM — раннее выявление проблем. Обмен информацией на всех стадиях жизненного цикла объекта должен проходить на максимально высоком уровне. BIM дает вам модель поведения объекта в реальных условиях. Чертеж не несет такой информации. BIM вносит свои коррективы в процесс работы с поставщиками. Процесс работы также меняется с точки зрения законодательства.

*Пять лет назад на вопрос, что веселого случается в жизни компании Bentley, вы ответили: самое веселое, что ее создали пять братьев и что она до сих пор успешно существует. Произошли ли какие-нибудь веселые и интересные события в жизни Bentley?*

Я проработал в Bentley Systems уже больше двадцати лет, а в этой отрасли и все тридцать. И могу вам честно сказать, что с годами становится веселее. Пять лет назад мой рабочий компьютер был намного мощнее, чем домашний. Сейчас мой смартфон сопоставим с рабочим компьютером. Компании Apple, Microsoft, Amazon тратят миллиарды долларов, инвестируя в технологии для потребителей. Но мы, как профессионалы, можем использовать эти технологии в наших отраслях. Наши программные продукты используются во многих городах. Куда бы вы ни приехали, можно найти дома, мосты, построенные нашими пользователями. И нам радостно это видеть. Мы счастливы работать в этой сфере, давать людям чистую энергию, чистую воду. Сейчас стало многое возможно благодаря смартфонам, сенсорам. Мы сейчас делаем наши продукты как видеоигры.

Еще десять лет назад мои дети называли бы наши продукты старомодными. А сейчас благодаря моделированию реальности все выглядит очень реалистично. Мы можем развиваться более быстрыми темпами. Мы воплощаем мечты в реальность. Хотя нам уже по 50-60 лет, мы ведем себя как тинейджеры.

*Записала Ольга Казначеева*



## ► nanoCAD Механика И КОМПАС

Я учусь на 5-м курсе МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре высокоточных летательных аппаратов и, как любой другой студент, выполняю курсовые проекты по различным изучаемым дисциплинам. Не так давно, работая над проектом по курсу "Технология производства боеприпасов", я должен был усовершенствовать технологический процесс изготовления детали. Для этого требовалось спроектировать некоторые специальные приспособления, в том числе зажимное станочное.

Прежде всего следовало выбрать инструмент для создания чертежей и прочей документации. Наиболее очевидными кандидатами для этого были nanoCAD Механика и КОМПАС. Чтобы остановиться на одном из них, я решил сравнить их удобство и функционал, выполнив некоторые операции. Эта публикация посвящена результатам проведенного мною сравнения.

Итак, первое, на что я обратил внимание, — это то, что в программе КОМПАС нет прямого доступа к большому количеству важных команд. Конечно, функциональная панель содержит несколько вкладок, таких как Геометрия, Размеры, Редактирование и т.д., но одновременно может быть открыта только одна из них. Таким образом, если я создал отрезок и хочу поставить на него размер, мне нужно сначала открыть вкладку Размеры, а затем выбрать команду Авторазмер. Это приводит к лишнему нажатию клавиши мыши, а следовательно — к потере времени. В nanoCAD Механика все основные команды вынесены на боковые панели и доступны напрямую. В то же время в программе КОМПАС при щелчке клавишей мыши на линии по-

является панель, в которой можно выбрать тип линии, а также выполнить некоторые наиболее распространенные команды, такие как Сдвиг, Симметрия, Копия указанием и т.д. Это довольно удобно.

В процессе знакомства с программами я отметил, что:

- КОМПАС более удобен и вариативен в простановке размеров и обозначений, а также при составлении спецификации;
- вся база стандартных элементов — от простейших деталей крепления до редукторов — в nanoCAD Механике

установилась сразу вместе с программой, и ее легко использовать: можно выбрать любой элемент из базы, вставить его на чертеж и при необходимости отредактировать. В учебной версии программы КОМПАС с этим сложнее: библиотеки нужно подключать, они сильно урезаны, деталей в них мало.

Обе системы автоматизированного проектирования имеют свои особенности, а следовательно, свои достоинства и недостатки. Я решил напрямую оценить скорость создания чертежа одной и той же простой детали (рис. 1).

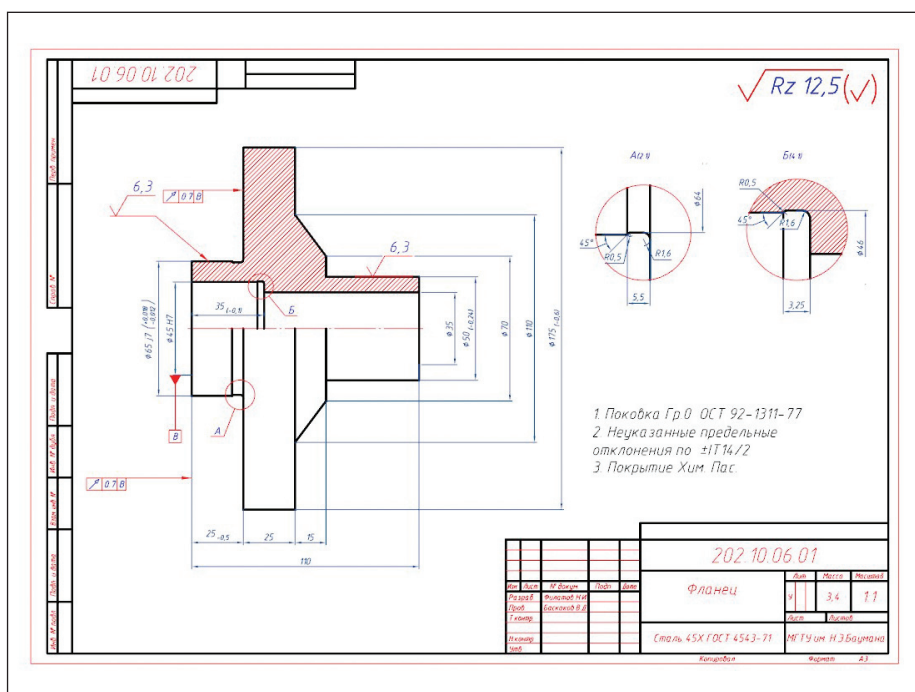


Рис. 1. Чертеж детали приспособления



В результате для построения модели в обеих программах потребовалось выполнить по 27 действий, в КОМПАСе на это ушло 15 мин. 30 с, а в папоСAD Механике — 13 мин. 50 с.

Таким образом, я пришел к выводу, что папоСAD Механика не уступает программе КОМПАС в удобстве при создании чертежей. Но с учетом того, что учебные версии сравниваемых программ бесплатные, а также поскольку большинство студентов моего потока для выполнения проектов используют КОМПАС, в итоге я выбрал именно эту программу в качестве инструмента для выполнения курсового проектирования.

*Никита Филатов,  
студент факультета  
специального машиностроения,  
кафедра высокоточных  
летательных аппаратов  
МГТУ им. Н.Э. Баумана*



**Последовательность действий при создании чертежа детали приспособления**

Создание чертежа в программе папоСAD Механика	Создание чертежа в программе КОМПАС
1. Переключение на вкладку <i>Валы</i>	1. Менеджер документа
2. Задание диаметра и длины участка № 1	2. Изменение формата чертежа
3. Задание диаметра и длины участка № 2	3. Переключение на вкладку <i>Обозначения</i>
4. Переключение на конический тип участка	4. Переключение на вкладку <i>Геометрия</i>
5. Задание диаметров и длины участка № 3	5. Линия (10 сегментов)
6. Задание диаметров и длины участка № 4	6. Скругление
7. Переключение на редактирование вала	7. Выбор мест скругления в канавке (2 места)
8. Переключение на вкладку <i>Слева</i> для создания отверстия с левого торца	8. Симметрия
9. Задание диаметра и длины участка № 1 отверстия	9. Выбор оси симметрии
10. Задание диаметра и длины участка № 2 отверстия	10. Линия (5 сегментов)
11. Переключение на вкладку <i>Канавки</i>	11. Отрезок (6 штук)
12. Выбор типа канавки	12. Скругление
13. Выбор места для канавки № 1	13. Выбор мест скругления в канавке (2 места)
14. Выбор места для канавки № 2	14. Штриховка
15. Переключение на вкладку <i>Разрез</i>	15. Переключение на вкладку <i>Обозначения</i>
16. Выбор типа разреза	16. Выносной элемент
17. Переключение на вкладку <i>Выносные виды</i>	17. Выбор мест и создание выносных видов (2 штуки)
18. Выбор мест и создание выносных видов (2 штуки)	18. Переключение на вкладку <i>Размеры</i>
19. Простановка размеров с допусками (22 размера)	19. Простановка размеров с допусками (22 размера)
20. Простановка шероховатости поверхностей (2 поверхности)	20. Переключение на вкладку <i>Обозначения</i>
21. Простановка базы	21. Простановка шероховатости поверхностей (2 поверхности)
22. Простановка допусков по биению относительно базы	22. Простановка базы
23. Простановка неуказанной шероховатости	23. Простановка допусков по биению относительно базы
24. Многострочный текст	24. Простановка неуказанной шероховатости
25. Технические требования	25. Ввод текста
26. Штамп чертежа	26. Написание технических требований
27. Заполнение основной надписи	27. Заполнение основной надписи



## ➤ ТЕХНОЛОГИИ СОВМЕСТНОЙ РАЗРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В Solid Edge ST9

В связи с непрерывно растущим объемом рынка сельскохозяйственных машин и неизменным увеличением спроса на образцы сельскохозяйственной техники в индивидуальном исполнении производителям сегодня приходится создавать сложнейшие машины, спроектированные по модульному принципу.

В таких сложных конкурентных условиях для организации эффективной совместной работы своих проектных подразделений каждый производитель должен обладать исчерпывающим инструментарием.

Ключевым аспектом в организации эффективной проектной работы, а как следствие и всего бизнеса, является правильный выбор и грамотное использование средств управления данными об изделии. В последнее время вследствие неуклонного роста сложности проекти-

руемых изделий это стало особенно актуальным и для сельскохозяйственного машиностроения. Последние исследования показывают, что количество проблем, связанных с управлением инженерными данными, напрямую зависит от объема таких данных. В связи с этим становится очевидным, что с ростом объемов инженерных данных и сложности проектируемых изделий возрастают также и требования к платформе для управления данными об изделии.

Система трехмерного моделирования Solid Edge®, разработчиком которой яв-

ляется компания Siemens PLM Software, имеет в своем арсенале средства управления инженерными данными, обеспечивающие потребности любого коллектива разработчиков, которые трудятся как в неуправляемых файловых средах, так и с использованием средств информационной поддержки жизненного цикла изделий.

Для работы в неуправляемой файловой среде система Solid Edge ST9 предусматривает целый набор встроенных инструментов, расположенных на вкладке Управление данными (рис. 1).

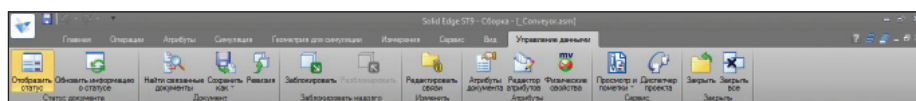


Рис. 1. Вкладка *Управление данными* в Solid Edge ST9





Рис. 2. Отображение статусов документов

С точки зрения совместной работы над проектом, встроенные средства управления данными реализуют возможности работы со статусами документов. Это позволяет пользователям Solid Edge устанавливать на документы следующие статусы:

- **Доступен** — пользователь может работать с этим документом и изменять его статус;
- **Занят** — над документом работает другой пользователь, и только он может его изменять;
- **Утвержден** — изменения в утвержденных документах производить

нельзя, однако пользователь может создать новую ревизию утвержденного документа и работать с ней.

Эти статусы активны по умолчанию, и их нельзя удалить. Можно добавить статусы *На проверке*, *Устарел* и *Отложен* для их отображения в *Редакторе атрибутов* и *Диспетчере проекта*.

Статусы документов отображаются в *Навигаторе сборки* специальными иконками. Кроме того, если документ заблокирован (взят на проверку) вами, то его имя в *Навигаторе* выделяется зеленым цветом (рис. 2). Имя документа, забло-

кированного другим пользователем, выделяется оранжевым, а в скобках указывается имя пользователя, взявшего его на проверку.

В состав Solid Edge ST9 в качестве инструмента управления версиями документов входит утилита *Диспетчер проекта*. Она позволяет пользователю организовать работу с проектом изделия, обеспечивая при этом действия с ревизиями объектов, применение статусов, отслеживание связей и управление документами, а также функции навигации и поиск файлов проекта (рис. 3).

Для обмена данными между подразделениями предусмотрена команда *Создать полный пакет*, позволяющая собрать все части проекта без потери связей в отдельном каталоге или файловой ZIP-архиве. Для организации распределенной работы имеется возможность применения легко настраиваемых облачных сервисов, таких как OneDrive или DropBox. Встроенный в систему механизм блокировки избавит пользователя во время работы от синхронного изменения документа другими участниками проекта. При этом следует отметить, что все перечисленные возможности доступны во всех базовых продуктах Solid Edge (Design&Drafting, Foundation, Classic, Premium).

Следующим уровнем в линейке технологического совместной разработки является использование разработчиками системы Solid Edge SP. Она представляет собой решение для управления процессом разработки, которое предназначено для того круга пользователей системы Solid Edge, которые по мере роста объема инженерных данных столкнулись с непреодолимыми трудностями при хранении файлов по папкам Windows, сетевым или облачным дискам. Система Solid Edge SP решает проблему хранения и управления данными, обеспечивая загрузку файлов Solid Edge и связанных с ними документов с применением визуального подхода к управлению такими документами (рис. 4), а также структурами изделий и проектами.

Пользователи Solid Edge SP имеют возможность оценить преимущества быстрого внедрения в существующую ИТ-инфраструктуру, а также получить доступ ко всем возможностям ведущей платформы поддержки совместной работы с данными.

Также у пользователей Solid Edge есть преимущество при переходе на проверенную на практике PLM-систему Teamcenter, интеграция с которой была значительно

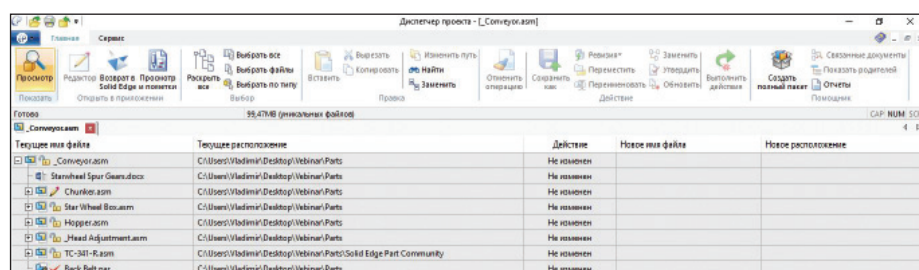


Рис. 3. Диспетчер проекта

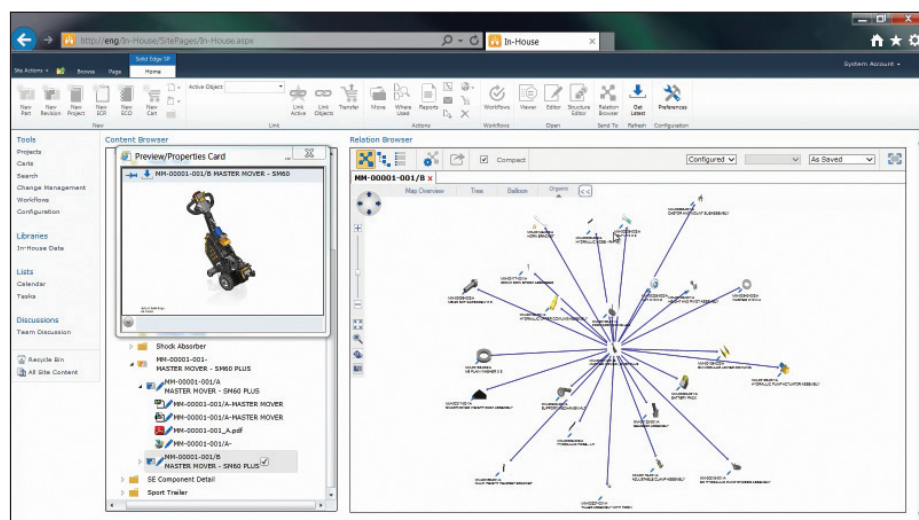


Рис. 4. Интерфейс системы Solid Edge SP

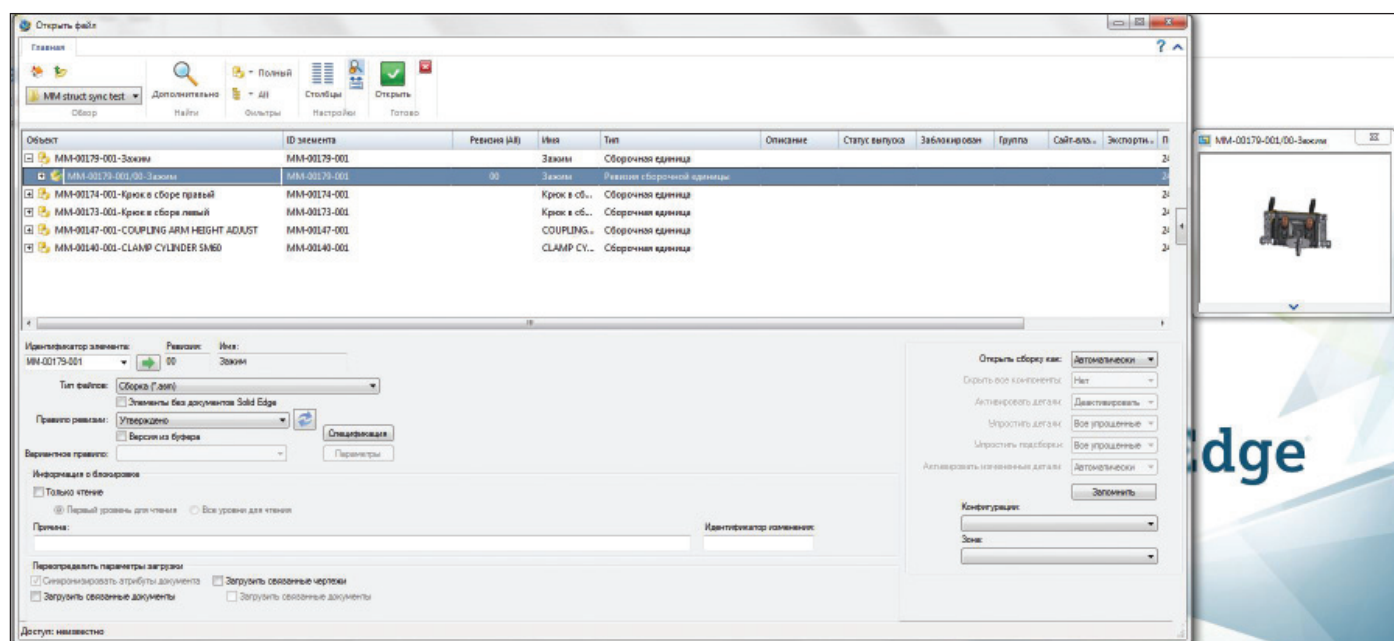


Рис. 5. Конфигурирование изделия в SEEC

улучшена в Solid Edge ST9. Такая интеграция обеспечивается средствами встроенного в Solid Edge клиента Teamcenter — Solid Edge Embedded Client (SEEC). SEEC обеспечивает системе Solid Edge полноценный контекст работы в единой защищенной PLM-среде, позволяя создавать данные, управлять ими, а также взаимодействовать со всеми участниками проекта. Кроме того, при использовании Teamcenter в качестве единственного источника инженерных данных все его пользователи обеспечиваются только актуальными данными. Интеграция оптимизирована для глобального применения, что позволяет территориально распределенным группам разработчиков и поставщиков подключаться к единой информационной среде. Перечисление всех возможностей и преимуществ использования

Teamcenter в связке с Solid Edge безгранично, поэтому остановимся только на тех, которые, по нашему мнению, могут быть ключевыми при проектировании сельскохозяйственной техники:

- обращение к объектам Teamcenter из интерфейса Solid Edge;
- создание и редактирование деталей, сборок и чертежей под управлением Teamcenter;
- создание и управление ревизиями деталей, сборок и чертежей Solid Edge;
- автоматическое создание файлов визуализации JT из моделей Solid Edge;
- синхронизация атрибутивной информации между Solid Edge и Teamcenter;
- встроенное управление составом изделия (вариантное конфигурирование).

Вариантное конфигурирование является особенно актуальным в связи с тем, что сельскохозяйственная техника зачастую характеризуется многовариантностью исполнения. Так, например, одна и та же машина может выполнять различные полевые работы и в этом случае на одну и ту же базу проектируются различные варианты навесного оборудования. Применяя Teamcenter в связке с Solid Edge, можно быстро сконфигурировать нужный вариант изделия при загрузке его в Solid Edge либо установить требуемое правило конфигурирования, после чего при необходимости внести нужные изменения (рис. 5).

Отдельным новым классом инструментария можно назвать встроенный в Solid Edge инструмент Active Workspace, используемый для последовательного доступа к данным об изделии. Этот инструмент представляет собой простую в применении визуальную настраиваемую рабочую среду для мгновенного доступа к информации. В связке с Solid Edge найденные объекты быстро добавляются в рабочее пространство системы для редактирования или размещения в сборке простым перетаскиванием. Кроме того, Active Workspace может использоваться и как самостоятельный продукт, что открывает дополнительные возможности в части привлечения все большего количества категорий пользователей к работе с цифровым макетом изделия. Так, Active Workspace может применяться в цеховых условиях для организации производства без бумажных носителей (рис. 6).

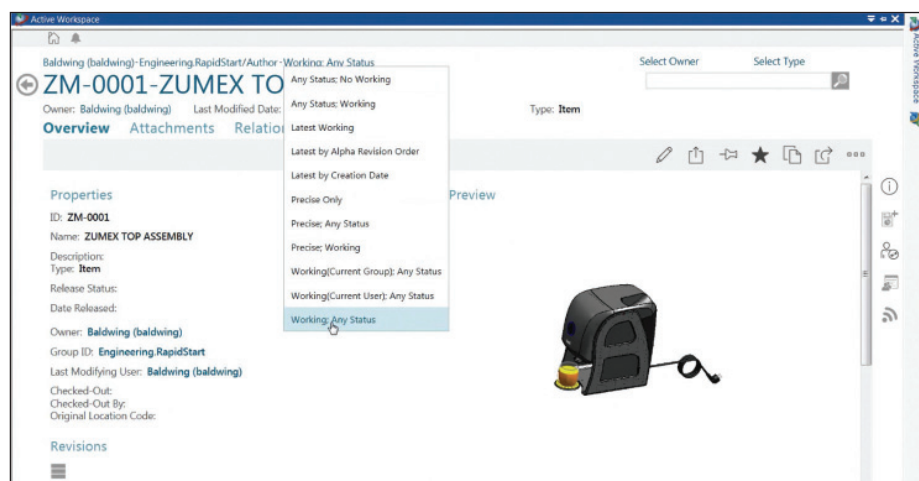


Рис. 6. Active Workspace Client



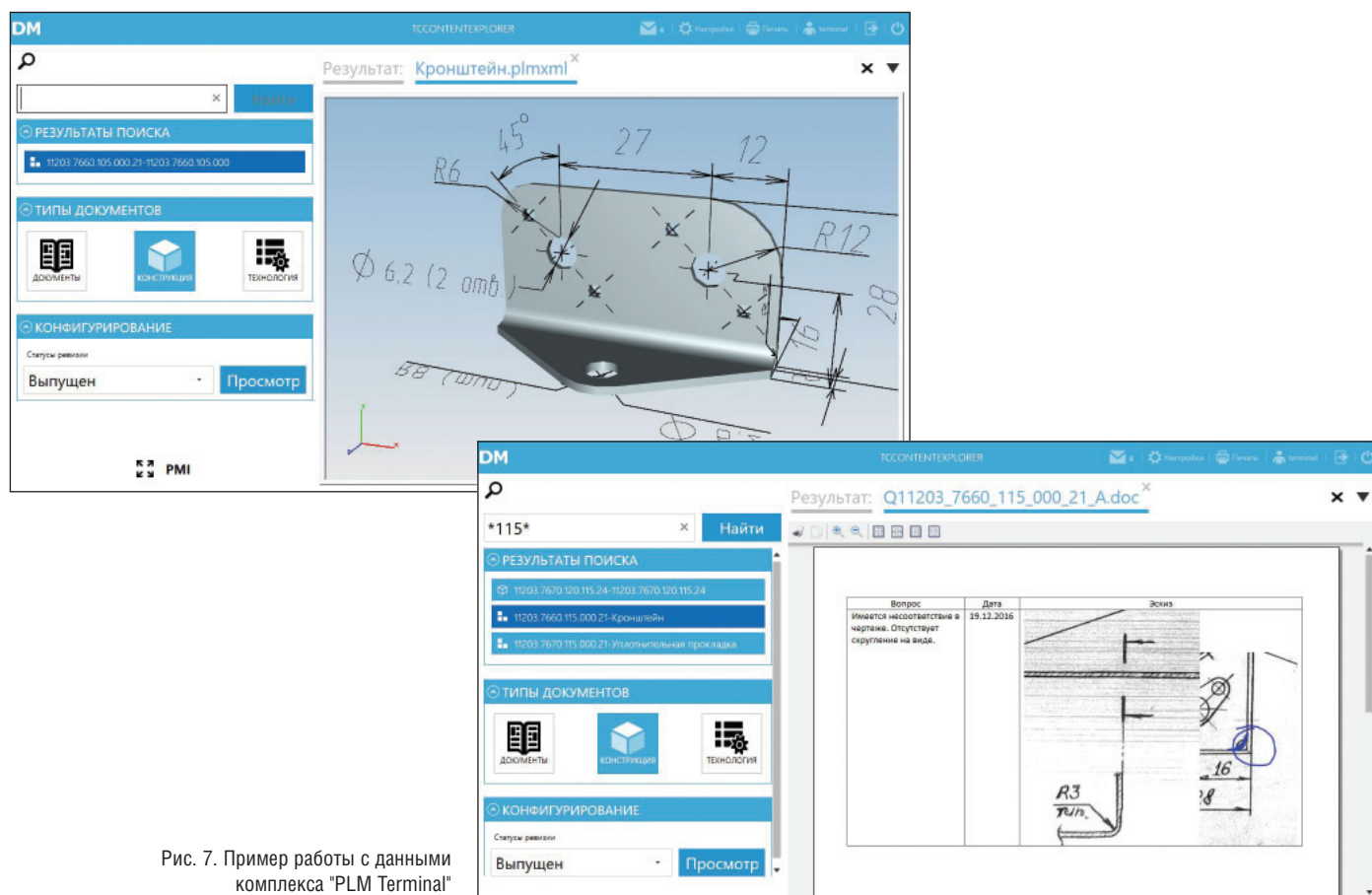


Рис. 7. Пример работы с данными комплекса "PLM Terminal"

В последнее время стали появляться похожие решения от сторонних разработчиков. Так, в 2015 году на форуме Siemens PLM Connection был представлен PLM Terminal от компании DM Solution ([www.dmsolution.ru](http://www.dmsolution.ru)).

Аппаратно-программный комплекс PLM Terminal предназначен для оперативного доступа работников в цеховых условиях к актуальной электронной технической документации предприятия из PLM-системы Teamcenter. Специализированное программное обеспечение комплекса имеет прямую интеграцию с PLM-системой и адаптировано для производственного персонала без навыка работы с инженерными системами CAD (NX) и Teamcenter (рис. 7).

Внедрение данного комплекса позволит:

- организовать информационную поддержку сложных процессов машиностроительного производства путем предоставления доступа к инженерным данным корпоративной системы PLM на уровне линейного производства;
- обеспечить доступ к информационным ресурсам для всех участников

производства с учетом специфики и условий труда (загрязненность, температурный режим и т.д.);

- обеспечить эффективность и возможность применения технологий безбумажного (цифрового) производства;
- повысить доступность работы с электронным представлением технической документации персонала различного уровня квалификации;
- визуализировать технологические сборочные процессы с использованием интерактивных технологий, что позволит повысить качество выполняемых работ.

Программная часть имеет высокий уровень автоматизации задач, позволяющий работать с электронным макетом изделия из Teamcenter персоналу с различным уровнем квалификации. Просмотр электронной документации адаптирован к сенсорной технологии Multitouch, что позволяет управлять просмотром электронных моделей без применения клавиатуры или мыши. Связанная с технологическим процессом интерактивная документация визуализации сборочных техпроцессов до-

ступна для просмотра из единого интерфейса.

Таким образом, система Solid Edge обладает большой совокупностью интегрированных средств управления инженерными данными, открывающих широкому кругу пользователей возможность организации эффективной совместной работы.

**Владимир Рыжков,**  
ведущий инженер отдела САПР  
CSoft Воронеж





## ➤ ЗАО "КОНАР"

# Ведущий российский производитель деталей и узлов трубопроводов расширяет товарный ассортимент и завоевывает новые рынки с помощью Solid Edge



### Бизнес-стратегия, направленная на привлечение новых клиентов

Созданная в 1991 году челябинская компания "КОНАР" является известным российским предприятием по производству деталей и узлов трубопроводов.

В число заказчиков "КОНАР" входят крупные российские нефтеперерабатывающие заводы: "Киришинефтеоргсинтез" (Ленинградская область), Туапсинский НПЗ, "АК "Транснефть" и др. Значимым достижением "КОНАР" стала реализация совместного с "АК "Транснефть" масштабного проекта по созданию специальных опор трубопроводов для районов тундры и вечной мерзлоты. Стратегия компании "КОНАР", направленная на привлечение новых заказчиков из числа ведущих нефтегазовых компаний, требовала коренного пересмотра одной из важнейших сфер деятельности предприятия — конструкторско-технологической подготовки производства. Анализируя пути повышения ее эффективности, специалисты предприятия решили, что нужны современные технологии проектирования: 3D-моделирование, параметрическое конструирование, интеграция с расчетными программами нового поколения.

Руководитель инженерного центра "КОНАР" Евгений Бодров отмечает: "Для нужд нефтегазовой отрасли требуется проектировать изделия с разветвленным составом, многократной применяемостью узлов и сложной геометрией. По завершении проектирования мы получали огромное количество двумерных чертежей, по которым представить конечный вид изделия очень сложно. Более того, при внесении ис-



правлений трудно синхронно изменять массу чертежей, ведь зачастую изменение маленькой детали тянет за собой изменение не одного десятка узлов. При трехмерном моделировании такой

проблемы нет, поскольку весь комплект чертежей тесно связан с трехмерной моделью изделия. При изменении модели во все чертежи изменения вносятся автоматически".

### Ускоренное моделирование, управление проектными данными, симуляция и многое другое

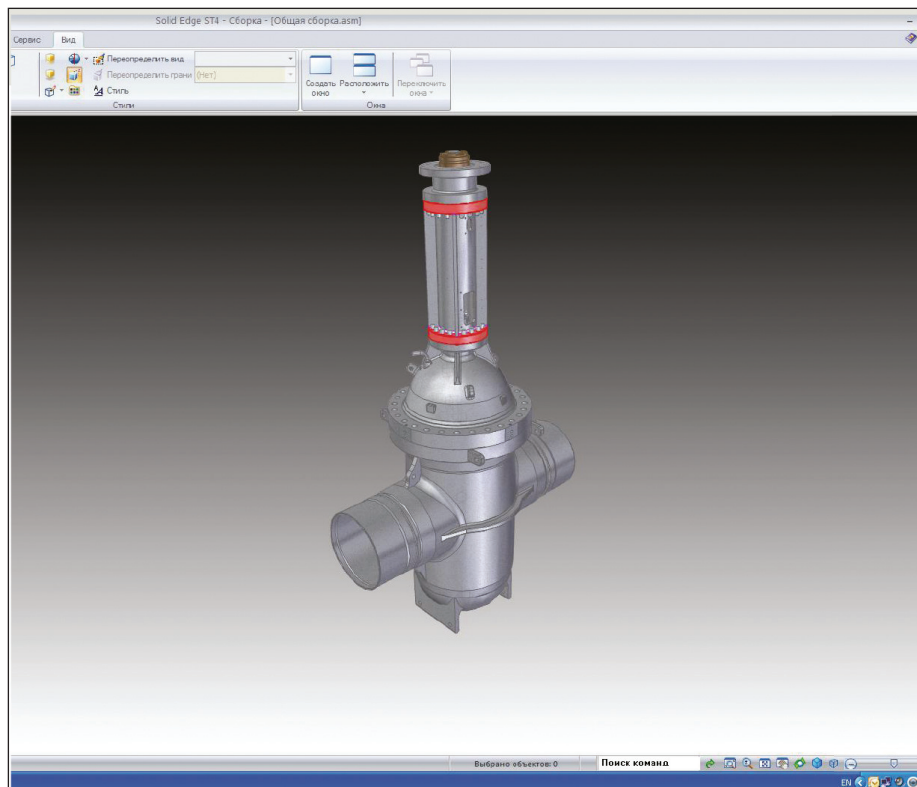
Придя к пониманию необходимости внедрения системы 3D-моделирования, специалисты "КОНАР" составили перечень требований к будущей системе. Помимо специализированных требований список включал и общие пожелания: простота внедрения, поддержка отечественных стандартов и дружелюбный интерфейс.

При оценке отечественных и международных программных пакетов эксперты "КОНАР" обратили внимание на решение Solid Edge® компании Siemens PLM Software. Существенным обстоятельством было то, что система широко используется на международных предприятиях аналогичного профиля.

Евгений Бодров подробно рассказал о достоинствах системы, на которые в первую очередь обратили внимание специалисты "КОНАР": "В системе, безусловно, много достоинств: удобный интерфейс, скорость работы, возможность построения сборок сколь угодно большой степени вложенности. Вместе с тем есть и несколько уникальных особенностей, выгодно отличающих Solid Edge от других систем подобного класса. Во-первых, новый инструмент 3D-моделирования, который, в отличие от традиционного дерева построения, позволяет конструкторам моделировать в привычной среде состава изделия. Во-вторых, уникальная синхронная технология позволяет сочетать всю мощь параметрического конструирования с гибкостью прямого редактирования геометрии и вносить изменения "на лету". В-третьих, встроенные средства управления конструкторскими данными и внедренный механизм конечно-элементного анализа делают систему не простым средством построения трехмерных моделей, а еще и инструментом управления процессом проектирования и проведения расчетов".

Ведущий инженер-конструктор компании "КОНАР" Дмитрий Прямыков отметил: "Момент, сыгравший немаловажную роль в выборе системы, — отличная локализация Solid Edge для России. Оформление чертежей в системе осуществляется в полном соответствии с российским стандартом ЕСКД".

На заключительном этапе отбора системы в конструкторском отделе "КОНАР" было проведено открытое тестирование: специалисты отдела строили трехмерные модели тестовых изделий в различных САПР, проводя сравнительную





оценку скорости, производительности и удобства работы. Наилучшие показатели были продемонстрированы при работе в Solid Edge.

Дополнительным критерием выбора системы послужило наличие в регионе партнера Siemens — компании "ПЛМ Урал". Ведь региональный партнер разработчика — это качественное внедрение, обучение в учебном центре партнера, плотное сопровождение системы на этапе промышленной эксплуатации, техническая поддержка пользователей с выездом специалистов к заказчику.

В итоге на предприятии было принято решение о внедрении Solid Edge в рабочем режиме.

## Внедрение ведет к достижению целей предприятия

"Для успешного внедрения инструментов автоматизации необходимо не только желание руководства или специалистов по информационным технологиям, но и стремление всего коллектива, задействованного в данном процессе, — отмечает Евгений Бодров. — Необходимо также четкое понимание того, что мы хотим получить от данного программного продукта и как он будет решать бизнес-задачи предприятия".

По словам Евгения Бодрова, руководство осознавало необходимость активного вовлечения своих конструкторов в процесс внедрения нового решения, а также обучения, играющего большую роль в этой работе. Для достижения максимальной эффективности еще до начала курса обучения был выполнен ряд подготовительных шагов: проанализировав общий уровень компьютерной грамотности пользователей, курс скорректировали с учетом полученных результатов. Обучение было ориентировано на производственные процессы "КОНАР" и включало практические задания на основе реальных проектов. Оценка и обучение проводились в офисе компании "ПЛМ Урал" (Екатеринбург).

Пилотный проект позволил отработать алгоритмы проектирования с использованием системы 3D-моделирования и организовать взаимодействие между пользователями в новых условиях. Были опробованы передача трехмерной модели в специализированный расчетный пакет и конвертация моделей, выполненных в других системах, в формат, поддерживаемый Solid Edge.

Завершающей стадией внедрения в компании "КОНАР" стала выработка единой методики работы конструкторов с при-

менением Solid Edge, которая позволила по максимуму использовать широкий функционал системы и сохранить темпы роста производства в период "ознакомления". Благодаря этому предприятие быстро вышло на максимальные производственные мощности. Новые улучшенные методы и рабочие процессы компании были отражены в стандартах предприятия, в рабочих и должностных инструкциях сотрудников.

## Итоги первого года

Обучение прошло эффективно, и уже через два месяца с начала эксплуатации в системе Solid Edge была спроектирована шибберная задвижка DN 700 PN 80.

"Задвижки для трубопроводов отличаются нестандартной геометрией, сложностью профилей, большим количеством сопряжений, — отмечает Дмитрий Прямыков. — При их проектировании нам помогает синхронная технология Solid Edge. Мы поняли, насколько быстро и эффективно можно "с нуля" проектировать детали задвижек, отличающиеся сложной поверхностью".

На специалистов предприятия произвели большое впечатление возможности системы по ускорению процесса управления изменениями. "С Solid Edge внесение изменений осуществляется легко и быстро, — заявляет Дмитрий Прямыков. — Это существенно ускоряет разработку изделия и передачу проекта в цех". Пользователи освоили систему и применяют ее гибкую CAD-функциональность практически во всех аспектах своей работы. Дмитрий Прямыков объясняет: "Наши специалисты по достоинству оценили такие свойства, как семейство сборок и семейство деталей, которые позволяют быстро формировать массив деталей в соответствии с заданными нагрузками. Solid Edge помогает нам повышать производительность".

Система дала возможность сформировать собственные библиотеки крепеж-

ных изделий. На предприятии был завершен перевод всех имеющихся проектов, разработанных в других системах, в формат Solid Edge. Это позволило существенно ускорить процесс проектирования. Конструкторы отмечают удобство работы с импортированными моделями, которое достигается за счет возможностей геометрического ядра системы — Parasolid®, трехмерного твердотельного компонента моделирования, используемого в Solid Edge. Лицензии на Parasolid также предоставляются другим независимым разработчикам программного обеспечения. Приложения компании Siemens PLM Software, основанные на Parasolid, обладают беспрепятственной двусторонней совместимостью данных.

На предприятии был решен вопрос построения модели с нестандартным сварным швом. Специалисты "ПЛМ Урал" научили конструкторов компании "КОНАР" строить такие швы в автоматическом режиме. Теперь при создании аналогичных моделей конструкторы могут видеть, какие затраты материала (электродов) потребуются при производстве сварных конструкций.

Это был очень продуктивный год. В Solid Edge были полностью разработаны три новых изделия, отличающихся размерами и характеристиками давления (для размещения в различных средах). В системе полностью выполняется работа в рамках ранее созданных проектов деталей трубопроводов.

Проекты, выполненные в Solid Edge, наиболее полной гибридной 2D/3D CAD-системе, использующей синхронную технологию, передаются в электронном виде в цеховое производство. Передача трехмерных моделей осуществляется и партнерам "КОНАР", в том числе итальянской компании Cividale Group, которая сотрудничает с "КОНАР" в рамках создания литежных конструкций. Евгений Бодров объясняет: "Интеграция с нашими европейскими партнерами

## О компании Siemens PLM Software

Siemens PLM Software, подразделение Siemens Digital Factory Division, является ведущим мировым поставщиком программных продуктов для управления жизненным циклом (product lifecycle management – PLM) и производственными операциями (manufacturing operations management – MOM), а также систем и услуг. За время работы предоставлено более 9 млн лицензий, по всему миру насчитывается свыше 77 тыс. клиентов компании. Штаб-квартира находится в г. Плано (Техас, США). Siemens PLM Software постоянно взаимодействует со своими клиентами, стремясь обеспечить их реальными инновациями, а значит и устойчивыми конкурентными преимуществами. Для получения более подробной информации о компании Siemens PLM Software, ее продуктах и услугах посетите страницу [www.siemens.com/plm](http://www.siemens.com/plm).



становится большим плюсом для нас. В западных странах маленькие и динамичные компании, производящие компоненты для крупнейших корпораций, формируют основу машиностроения". Кроме того, конструкторы "КОНАР" теперь обмениваются цифровыми данными с заказчиками, включая согласование и демонстрацию технических решений. Переход с традиционных бумажных чертежей на обмен 3D-данными значительно повысил привлекательность компании и важность специалистов "КОНАР" для заказчиков. "Наш опыт использования полностью цифровой среды обработки позволил нам получить практическое подтверждение эффективности такого подхода к процессам производства изделий и выстраивания взаимодействий между поставщиком и заказчиком", — говорит Евгений Бодров. Дмитрий Прямыков отмечает, что всего за год можно добиться существенных результатов: "Эффект от использования Solid Edge, в частности повышение скорости проектирования и улучшение взаимодействий как внутри предприятия, так и за его пределами, помогает нам завоевывать новые перспективные рынки".

### Следующий шаг: корпоративная интеграция

"КОНАР" планирует продолжить внедрение современных методов производства на базе решений Siemens PLM Software. Например, в конце этого года компания совместно с Cividale Group планирует запустить собственное литейное производство, где будут производиться отливки для трубопроводной арматуры. Моделирование литейной оснастки будет выполняться в Solid Edge.

Саму же систему в ближайшее время предполагается интегрировать в единое информационное пространство "КОНАР" путем организации обмена данными с управленческими программами компании.

"Мы планируем и дальше выстраивать у себя систему инновационного производства, которая позволяет учитывать специфику требований заказчика и предоставлять еще более эффективные проектные решения", — отметил в завершение Евгений Бодров.

*По материалам Siemens PLM Software*

## Решения/Сервисы Solid Edge

### Продукт

Solid Edge

### Задачи

- Сокращение сроков разработки изделий.
- Уменьшение числа ошибок и повышение качества при проектировании.
- Улучшение деловых отношений с ведущими компаниями нефтегазовой отрасли.

### Ключи к успеху

- Внедрение Solid Edge и переход на 3D-моделирование.
- Повышение уровня компьютерной грамотности конструкторов.
- Увеличение повторного использования данных.
- Нарастание сотрудничества с партнерами и заказчиками.

### Результаты

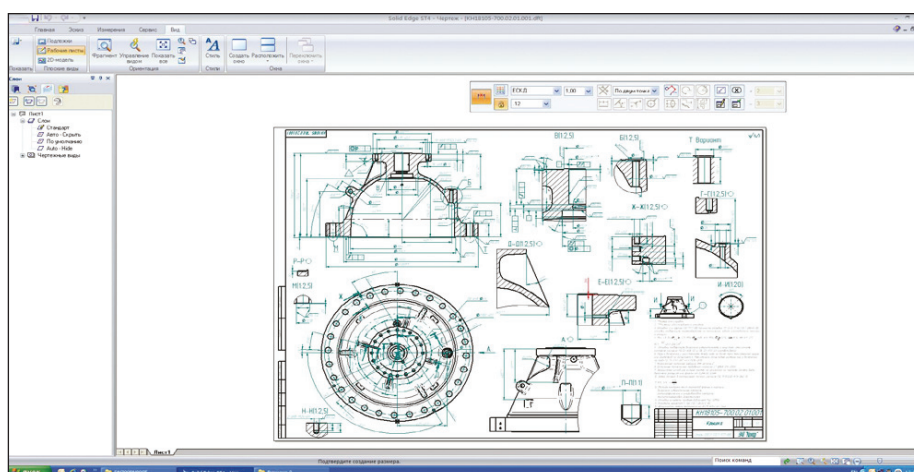
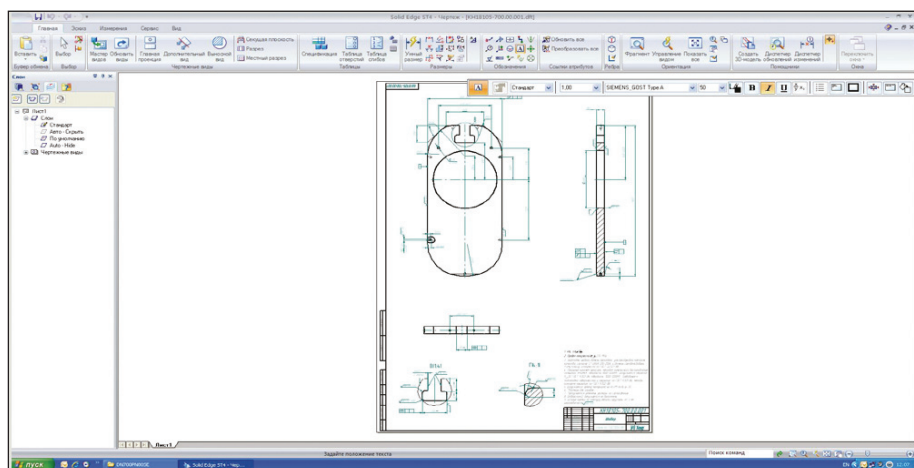
- Сокращение сроков проектирования сложных изделий.
- Повышение скорости и эффективности процесса управления изменениями.
- Расширение ассортимента выпускаемых изделий для нефтегазовой отрасли.
- Организация электронного обмена информацией с партнерами и заказчиками.
- Повышение профессионального уровня специалистов.
- Привлечение новых заказчиков в нефтегазовой отрасли.

### Основной бизнес клиента

"КОНАР" — специализированная российская компания по производству фланцев, крепежа, деталей и узлов трубопроводов ([www.konar.ru](http://www.konar.ru)).

### Адрес клиента

г. Челябинск, Россия.  
Партнер "ПЛМ Урал"  
([www.delcam-ural.ru](http://www.delcam-ural.ru)).





**ЯНТАРЬЭНЕРГО**

## ➤ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ АКТИВАМИ

**А**ктуальным направлением деятельности АО "Янтарьэнерго" является интеграция геоинформационных систем с системой управления производственными активами (СУПА). Совместное внедрение этих систем открывает значительные возможности как в области технического обслуживания и ремонта, технического перевооружения и реконструкции, так и в направлении развития и технологического присоединения.

### Постановка задачи для геоинформационных систем

Постановка задачи изначально предполагает, что геоинформационные системы (ГИС) включают в себя значительные объемы данных по сетям и сооружениям, а также по схемам расположения оборудования и иным технологическим документам. Кроме того, для принятия управленческих решений в состав ГИС потребуется включать информацию по топооснове (в части элементов рельефа,

гидрографии, геологических данных), по иным инженерным коммуникациям, информацию из реестра объектов капитального строительства и объектов кадастра недвижимости, адресного реестра уровня муниципального образования и субъекта РФ.

Организация технологических процессов в АО "Янтарьэнерго" (далее — Общество) и инфраструктура каналов связи предполагают распределенную архитектуру корпоративной геоинформационной системы. В связи с этим ГИС должна быть реализована по распределенному принципу, обеспечивая технологию отложенных инкрементальных репликаций, то есть передачи по каналам связи от локальных серверов ГИС только тех изменений, которые произошли с момента передачи последней репликации. При этом сервер ГИС уровня субъекта РФ содержит не только копии данных локальных серверов, но и данные регионального уровня.

Важным аспектом должна быть ориентация на международные стандарты развития информационных технологий — это позволит обеспечить оперативный информационный обмен с активно развиваемыми в соответствии с федеральным законодательством РФ информационными системами градостроительной деятельности (ИСОГД), а также иными информационными системами.

Другим важным критерием является ориентация на отечественных разработчиков ГИС (в соответствии с задачей импортозамещения) и, одновременно, обеспечение открытости системы для распространенных на рынке стандартных программных средств, гарантированное развитие технологии вне зависимости от регулярной смены аппаратных платформ или операционных систем. С другой стороны, следует обеспечить возможность прямого доступа к единому хранилищу на основе системы управления базой данных (СУБД) со стороны ГИС-систем, распространенных на ми-





Рис. 1. Схема взаимодействия ГИС и СУПА

ровом и отечественном рынке. Исходя из этого критерия, для создания ГИС представляется обоснованным использование подхода, предполагающего хранение пространственных и описательных данных по сетям во встроенной или свободно распространяемой серверной СУБД, причем и хранение данных, и их анализ, и администрирование доступа к данным должны производиться штатными средствами самой СУБД. Такой подход избавит от необходимости приобретения какого-либо специализированного программного обеспечения для создания ГИС, исключит технологическую зависимость от конкретного производителя и позволит осуществлять как создание, так и дальнейшее развитие ГИС с привлечением максимально широкого круга исполнителей.

Архитектура ГИС включает в себя встроенную СУБД как средство хранения пространственной и описательной информации, в среде которой и формируется инфраструктура данных, с учетом отраслевых стандартов и принципов СИМ-моделирования.

Для ввода и корректировки пространственных данных в режиме регламенти-

рованного многопользовательского доступа используется любая инструментальная ГИС, поддерживающая прямую работу со встроенной серверной СУБД, включая как распространенные на рынке проприетарные, так и бесплатно распространяемые инструменты.

Для мониторинга и анализа ГИС используется специализированное программное обеспечение EnerGuide на основе разработанной специалистами Группы компаний CSoft платформы UrbaniCS (№ 1267 в Реестре отечественного программного обеспечения), использующее принятые в отрасли системы справочников и классификаторов и отражающее типовые технологические процессы. К пространственной информации, хранящейся в базе данных, оно обеспечивает прямой многопользовательский доступ в реальном времени и в режиме "только для чтения", а описательная информация, полностью или частично, в зависимости от прав пользователя (введенного имени и пароля) может не только просматриваться, но и корректироваться.

Для доступа к тому же хранилищу данных на основе встроенной серверной

СУБД может также использоваться специализированный веб-портал на основе разработанного специалистами Группы компаний CSoft специализированного программного средства CS UrbanView (№ 1266 в Реестре отечественного программного обеспечения), обеспечивающий оперативный доступ к информации с использованием любого стандартного веб-браузера, включая мобильные платформы, без необходимости установки каких-либо расширений. Веб-портал при этом является и средством интеграции с любыми внешними системами через стандартные SOAP/REST-сервисы, что позволяет реализовать гибкое оперативное взаимодействие любых информационных систем в режиме реального времени (рис. 1).

### Функциональные возможности веб-портала, входящего в состав ГИС

Использование ГИС-платформы позволяет осуществлять публикацию любого объема пространственных и описательных данных, включая данные дистанционного зондирования, в сетях Интернет/Инtranет. При этом исключается какое-либо промежуточное преобразование данных, доступ через веб-приложения осуществляется непосредственно к открытой для публикации части данных ГИС; определение публикуемого подмножества данных производится при этом средствами администрирования СУБД и средствами администрирования веб-сервера.

Для осуществления доступа к данным программного комплекса ГИС на клиентских рабочих местах не требуется установка никакого программного обеспечения, кроме стандартного интернет-браузера, установленного на любой операционной системе, включая мобильные устройства для обеспечения поддержки работы оперативно-выездных бригад, электромонтеров по обходу оборудования.

### Интеграция автоматизированных СУПА и ГИС

Цели интеграции:

- улучшение качества планирования (разработки программ технического обслуживания и ремонтов, технического перевооружения и реконструкции) благодаря использованию сопутствующей пространственной информации;
- совершенствование процессов эксплуатационной деятельности;

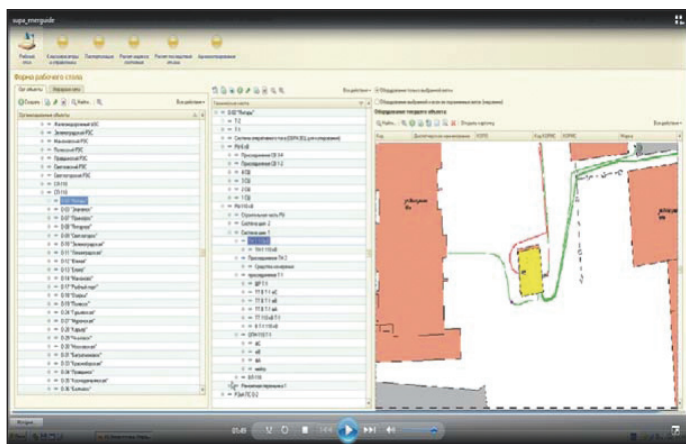


Рис. 2. Интеграция СУПА с ГИС-системой

- комплексная обработка данных в процессе управления производственными активами с использованием пространственного анализа;
- обеспечение качественно нового уровня обработки информации об аварийных ситуациях за счет использования пространственного анализа.

#### Задачи интеграции:

- обеспечение отображения на электронных картах административно-территориального деления РФ, зон обслуживания подразделений ДЗО, производственных активов, а также связанной с ними информации;
- обеспечение доступа из электронной карты к паспортным данным оборудования, ЛЭП, зданий и сооружений и др., ведущихся в СУПА (рис. 2).

Функциональные возможности ГИС-системы и portalного решения широко используются при решении производственных задач подразделениями Общества, функциональными обязанностями которых являются как техническое обслуживание и ремонт, техническое перевооружение и реконструкция, так и развитие и технологическое присоединение. Наиболее важными задачами (направлениями деятельности), в том числе в области управления производственными активами, качество выполнения которых повышается при использовании ГИС, являются:

- расширение и расчистка просек ВЛ;
- формирование документации для производства АВР;
- проверка готовности к прохождению осенне-зимнего периода;
- оптимизация топологии сети;
- автоматизация распределительных сетей;
- подготовка технических заданий на новое строительство, техническое перевооружение и реконструкцию;

- подготовка технических условий на технологическое присоединение.

При выполнении вышеуказанных задач используется следующая информация из ГИС с учетом интеграции с СУПА:

- место расположения объектов электросетевого комплекса, в том числе по отношению к земельным участкам (собственников, лесного фонда, административно-территориальных образований);
- схемы электрических сетей, в том числе позволяющие выбрать оптимальные точки присоединения к электрической сети, принадлежащей как Обществу, так и другим собственникам;
- характеристики оборудования ПС и ТП, кабельных и воздушных линий электропередачи;
- информация по замерам нагрузки на отходящих фидерах и на силовых трансформаторах, что позволяет оценить режим работы сети при принятии решения по созданию ремонтного режима, необходимости реконструкции электросетевых объектов, в том числе с целью присоединения дополнительных мощностей.

Интеграция СУПА и ГИС выполнена путем разработки сервисов, обеспечивающих двусторонний обмен данными по объектам электрических сетей, их характеристикам и следующим параметрам:

- подстанции: секции шин, панели, ячейки, трансформаторы силовые, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения, трансформаторы собственных нужд, коммутационные аппараты, разрядники;
- воздушные линии: участки, пролеты, опоры, коммутационные аппараты;
- кабельные линии: участки, муфты.

Кроме того, в одностороннем порядке из ГИС в СУПА передаются географические координаты объектов.

Таким образом, интеграция ГИС с СУПА позволяет повысить качество и скорость решения производственных задач, объединив все преимущества программных комплексов. В том числе обеспечивается:

- существенное снижение времени на подготовку технических заданий на новое строительство, техническое перевооружение и реконструкцию, а также технических условий на технологическое присоединение;
- повышение качества разработки вышеуказанных технических заданий и технических условий;
- оптимизация маршрутов при проведении проверок готовности к работе в осенне-зимний период, внезапных проверок бригад, мероприятий в рамках СВТК (системы внутреннего технического контроля);
- повышение качества формирования документов для производства АВР (схемы заездов для осмотра и обслуживания ВЛ, карты-схемы эксплуатации).



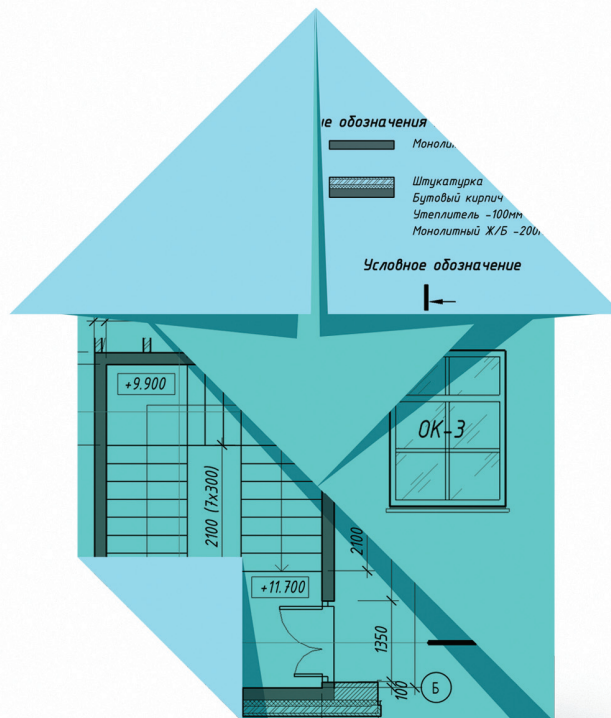
**Елена Персиянчева,**  
начальник отдела  
по управлению  
электросетевыми активами  
АО "Янтарьэнерго"



**Александр Ставицкий,**  
генеральный директор  
ЗАО "СиСофт-Терра"

Опубликовано:  
**"ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ.**  
**Передача и распределение",**  
ежеквартальный спецвыпуск № 3(6),  
сентябрь 2017

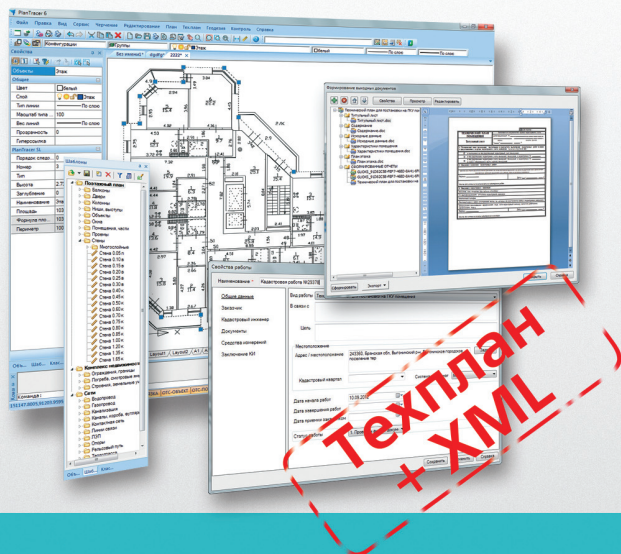




версия 7

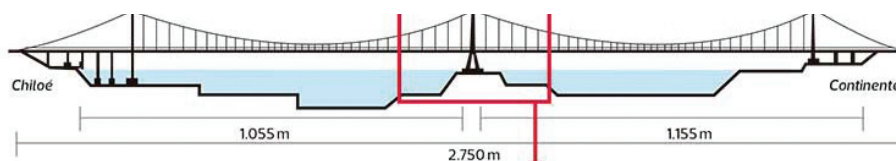
# PlanTracer®

PlanTracer – программный комплекс для решения задач учета и инвентаризации объектов недвижимости.



- Универсальное решение для кадастровых инженеров и технических инвентаризаторов
- Создание и редактирование поэтажных, ситуационных планов и планов линейных сетей
- Работа с межевыми планами
- Векторизация сканированных планов
- Формирование технических планов (DOC и XML)
- Подготовка электронного пакета документов

[www.plantracer.ru](http://www.plantracer.ru)



## ➤ RM BRIDGE ОПТИМИЗИРУЕТ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ САМОГО ДЛИННОГО ПОДВЕСНОГО МОСТА В ЮЖНОЙ АМЕРИКЕ

**Министерство общественных работ Чили использует программное обеспечение Bentley для того чтобы соединить остров Чилоэ с континентальной частью страны.**

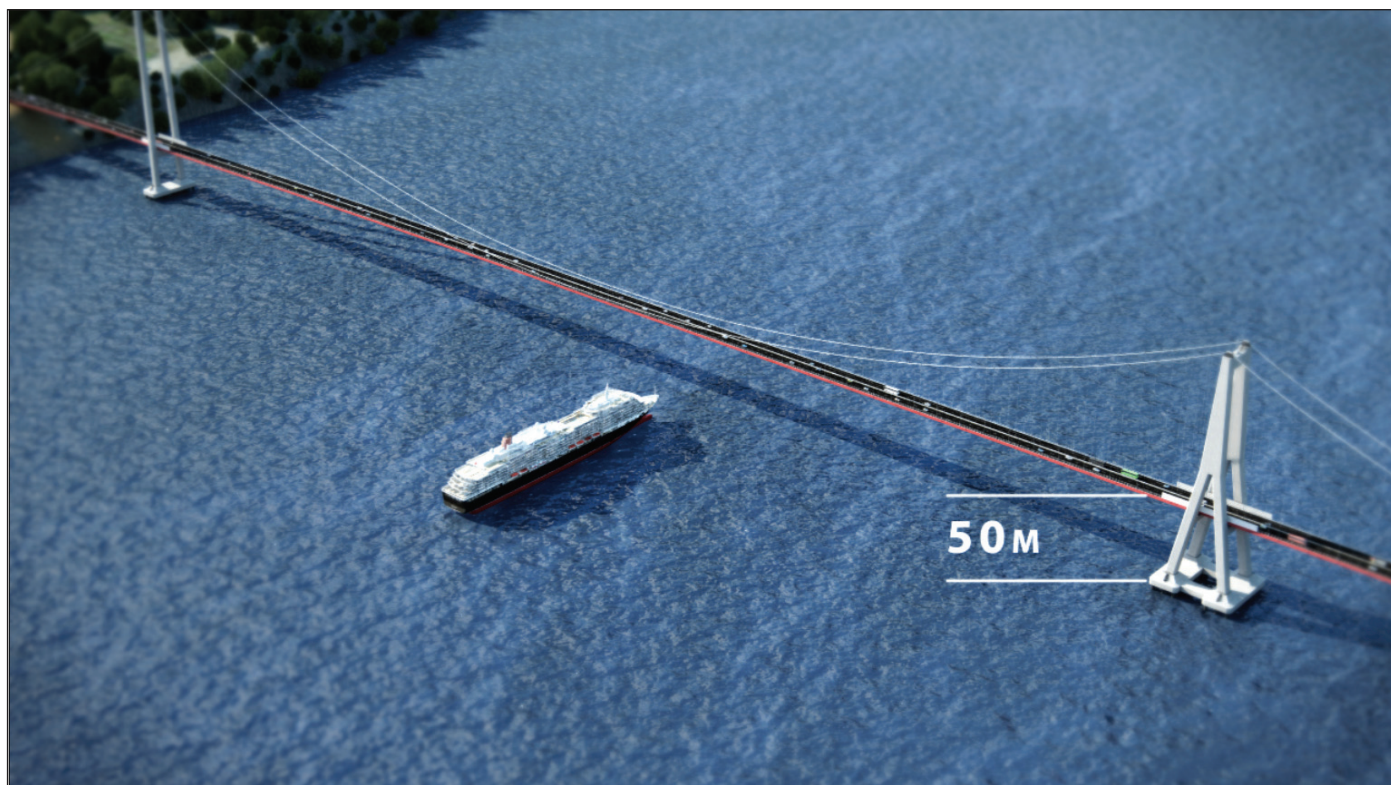
### Вера в невероятное

На юге Чили, на побережье провинции Льянкиуз, жители острова Чилоэ смогли сохранить уникальную культуру и традиции. Этот изолированный анклав славится своими прибрежными городами с живописными домиками, построенными на сваях, церквями XVII века, которые включены во Всемирное наследие ЮНЕСКО, а также богатым подводным миром тихоокеанского побережья и замечательным национальным парком. Но добрать-

ся до острова и вернуться обратно местные жители и туристы могут только после 45-минутного плавания на пароме по небезопасному проливу Чакао. Министерство общественных работ Чили еще в 90-х годах разработало концепцию моста, который соединит остров Чилоэ с портовым городом Пуэрто-Монт в континентальной части страны. В феврале 2014-го, после прохождения длительных процедур согласования, был заключен контракт на проектирование и строитель-

ство. Стоимость контракта — 740 миллионов долларов. В 2020 году, когда строительство будет завершено, мост через пролив Чакао общей протяженностью 2,75 километра станет самым длинным подвесным мостом в Южной Америке. Асимметричная конструкция будет представлена основными пролетами (1055 и 1155 метров) и тремя пилонами высотой 157, 175 и 199 метров. Четырехполосная проезжая часть пройдет в 50 метрах над бурными водами пролива.





Дорога, соединяющая остров с материком, пройдет на 50-метровой высоте по двум пролетам длиной 1055 и 1155 метров

Конечно, прежде чем все это станет реальностью, предстояло справиться со сложными инженерными и строительными задачами, учитывающими и высокую сейсмическую активность региона, и мощь подводных течений, и глубину пролива, и силу дующих здесь ветров. Для решения этих задач создан международный консорциум Consorcio Puente Chacao, в который вошли Hyundai (Южная Корея), OAS (Бразилия), Aas-Jakobsen (Норвегия) и Systra (Франция). Контроль за деятельностью консорциума поручен Министерству общественных работ, ответственному в Чили за все аспекты создания и функционирования инфраструктуры. За качество проектирования, надежность применяемых конструкций и соблюдение технологии строительства отвечает департамент дорог того же министерства. Независимую экспертизу проекта осуществляют местные специалисты.

### Решение проблем, связанных с местом строительства

Как инфраструктурный объект, мост Чакао состоит из трех ключевых составляющих — это сам подвесной мост, подъездные дороги и зона технического обслуживания. Напряженный 84-месячный график требовал быстрой оценки вариантов проектирования, оптимизи-

рованного анализа проекта, согласованности рабочих процессов и ускоренного формирования отчетности. Чтобы сэкономить время и сократить затраты, Министерство общественных работ использовало Bentley RM Bridge. Приложение используется для расчета и проектирования мостов, моделирования процесса строительства и для определения устойчивости конструкции во время сейсмических воздействий в сочетании с другими неблагоприятными природными факторами. Это ускоряет выполнение аналитических расчетов, автоматизирует решение сложных проектных и инженерных задач.

В 2014 году, когда начались работы, проектная группа столкнулась с рядом проблем, требовавших совершенно нестандартных идей и уникальных подходов. Место строительства находится в отдаленном районе административной области Лос-Лагос, в 1100 км к югу от Сантьяго. Остров и материк разделены проливом, но оба берега относятся к зоне очень высокой сейсмичности. Мост находится всего в нескольких десятках километров от эпицентра катастрофического землетрясения магнитудой 9,5 балла, разрушившего в 1960 году несколько городов, в том числе город Вальдивия. В 2010-м подземный удар силой 8,8 балла потряс акваторию города Консеп-

## Резюме проекта

### Компания

Министерство общественных работ Чили

### Решение

Строительство моста

### Расположение

Остров Чилоэ (Льянкиуз, Чили)

### Цели проекта

- Спроектировать и запустить в эксплуатацию мост, соединяющий чилийский остров Чилоэ с материковой частью страны. Стоимость контракта — 740 млн долларов.
- Выполнить анализ проектируемого моста и смоделировать конструкцию для определения ее устойчивости в неблагоприятных природных условиях с высокой сейсмичностью.

**Продукты, использованные в ходе реализации проекта**  
RM Bridge, gINT



Программное обеспечение Bentley оптимизировало оценку различных вариантов проектирования, учитывавших изменяющиеся требования, упростило обмен данными и их проверку

сьон — это 650 км к северу от места постройки будущего моста. Сейсмичность региона стала наиболее сложным фактором при проектировании.

Кроме того, на пролив нередко обрушиваются ураганные ветра, максимальная зафиксированная скорость которых составила 208 километров в час. Как уже сказано, проектировщикам предстояло учесть и большую, до 120 метров, глубину пролива, и высокую скорость подводных течений. Высота скалы посередине пролива достаточна, чтобы обеспечить опору для центрального пилона, но вес самого пилонa создает проблемы с просадкой природного основания.

### Быстрый и точный анализ

Для того чтобы в этих условиях обеспечить безопасность и удобство эксплуатации моста и при этом не отступить от строгих требований, касающихся охраны исторических зон, защиты местной фауны и флоры, проектная группа выполнила глубокий анализ параметров ускорения, скорости и смещения при землетрясении. Для этого использовался программный продукт RM Bridge, в основу которого положен многолетний опыт

инженерных исследований. Были проанализированы факторы, влияющие на линейные, нелинейные, статические и динамические модели поведения.



RM Bridge проявил себя как надежный и очень мощный инструмент, улучшивший процесс контроля и обеспечивший высочайшее качество проектирования и строительства. Это программное обеспечение является отличной платформой для инноваций».

*Матиас Валенсуэла,  
ведущий научный сотрудник  
Министерства общественных  
работ Чили*

динамические модели поведения, учтено множество батиметрических, геодезических, геологических, геотехнических,

сейсмических, топографических и аэродинамических параметров.

Для оптимизации управления данными и отчетностью при выполнении геотехнических и геоэкологических работ Министерство общественных работ воспользовалось программой gINT.

Симулятор аэродинамической трубы, реализованный в программном комплексе RM Bridge, позволил исследовать аэродинамическую устойчивость как отдельных частей моста (пролетное строение, пилоны, ванты), так и всего сооружения в целом. Министерство общественных работ использовало расширенные возможности аэродинамического анализа в RM Bridge для проведения гидрогазодинамических исследований. Сейсмический анализ был направлен на определение реакций скального основания, осадочных пород и грунта. Просчитывалось и воздействие волн в случае возникновения цунами. Этот комплексный вероятностный анализ сейсмической опасности (PSHA) определил прочностные характеристики объекта.

Проектирование моста Чакао было выполнено согласно нормам проектирования мостов AASHTO LRFD (2012) в сочетании с чилийскими стандартами





(NCH), японскими нормативами и Еврокодами. Функции параметрического анализа RM Bridge намного сократили время, необходимое для оценки альтернативных вариантов и проверки конструкции.

"При решении самых сложных задач проектирования моста Чакао комплекс RM Bridge проявил себя как надежный и очень мощный инструмент, улучшивший процесс контроля и обеспечивший высочайшее качество проектирования и строительства, — отметил Матиас Валенсуэла, ведущий научный сотрудник Министерства общественных работ. — Это программное обеспечение является отличной платформой для инноваций".

### Экономичное проектирование

RM Bridge помог решить множество практических вопросов. Поскольку мост асимметричен и состоит из двух пролетов разной длины, нагрузка распределяется на три его опоры неравномерно. Центральный 175-метровый пилон в форме перевернутой буквы "Y" стал средоточием усилий при решении сложной задачи смягчения последствий проседания горной породы в середине пролива. Проблема была решена с помощью передовых возможностей RM Bridge, предназначенных для анализа ветровой нагрузки. Автоматизированный трехмерный анализ позволил оценить альтернативные варианты и оптимизировать центральный пилон.

По завершении строительства ответственность за эксплуатацию и техническое обслуживание моста примет на себя Министерство общественных работ. По его поручению проектировщики уже сейчас работают над рекомендациями, касающимися вопросов будущего технического обслуживания.

Сотрудники министерства отмечают, что реализация проекта такой сложности была бы невозможна без использования самых передовых программных средств. Мост через пролив Чакао, рассчитанный более чем на 100 лет эксплуатации, свяжет индустриальную и традиционную части страны, повысит качество жизни, оживит торговлю и туризм на острове Чилоэ и в портовом городе Пуэрто-Монт. Он позволит отказаться от нестабильного паромного сообщения по беспокойным водам и сократит время пересечения пролива до считанных минут. Улучшенное сообщение между

материком и островом будет стимулировать приток специалистов, которые приедут сюда жить и работать. Кроме того, по мосту пройдут трубы для подачи пресной воды, будут проложены линии электроснабжения и связи. Мост Чакао свяжет остров Чилоэ с системой автодорог Чили.

Правительство ожидает значительного повышения отдачи от инвестиций в регион, но очевидны и более глобальные результаты. Мост через пролив Чакао, первый подвесной мост в Чили, является знаковым проектом. Страны-участники международного консорциума получили возможность обменяться ценнейшими технологическими ноу-хау, а государство убедительно продемонстрировало, что в Чили обеспечен деловой климат, благоприятный для реализации самых крупных проектов.

*По материалам компании  
Bentley Systems*

## Рентабельность инвестиций

- Глобальный анализ с использованием RM Bridge сэкономил время и снизил затраты, упростив обмен информацией с другим программным обеспечением.
- Детальные исследования ветра, динамики изменений и сейсмических сценариев помогли повысить качество проекта.
- На острове Чилоэ и в портовом городе Пуэрто-Монт ожидается повышение качества жизни, оживление торговли и туризма.
- Появление моста и отказ от нестабильного паромного сообщения по беспокойным водам пролива приведет к значительному повышению отдачи от инвестиций в регион.



## ➤ АНАЛИТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ SACS ПОМОГАЮТ МОДЕРНИЗИРОВАТЬ УСТАРЕВШИЕ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИЕ ПЛАТФОРМЫ

**Используя открытое приложение для создания интеллектуальных технологических схем, индийская нефтедобывающая компания продлевает ресурс конструкций на 10-15 лет**

### **Срок эксплуатации платформ**

Oil & Natural Gas Corporation Limited (ONGC) добывает нефть на западных шельфовых месторождениях у побережья Мумбаи (Индия). Вместо списания стационарных платформ опорного блока, произведенных в 1970-х годах, компания ONGC решила переквалифицировать конструкции для дальнейшего использования. Проект стоимостью 150 млн долларов предусматривал структурную оценку 265 платформ, основная часть которых находится в эксплуатации 25 лет и дольше. 90 процентов этих сооружений предстояло укрепить, а также разработать и реализовать другие меры, препятствующие их разрушению, после чего заново сертифицировать на предмет соответствия отраслевым требованиям безопасности. Анализ конструк-

ций осуществлялся с помощью SACS и SACS Collapse — при продлении срока эксплуатации платформ эти программные решения от Bentley Systems стали неотъемлемой частью методологии ONGC.

Исследования, проведенные в ходе анализа, включали в себя моделирование повреждений, усиление элементов, дополнительное моделирование свай. SACS и SACS Collapse позволяют выполнять несколько видов анализа с изменением параметров для оптимизации мер по усилению/пересмотру характеристик. Каждая переквалификация не только обеспечивает непрерывность нефтедобычи, но и позволяет избежать установки дополнительной платформы (стоимостью 25 млн долларов) для замены основной.

### **Непрерывное производство**

ONGC — индийское государственное предприятие со штаб-квартирой в Дехрадуне — представляет собой многонациональную корпорацию и крупнейшую в стране компанию в области разведки и добычи нефти. Нефтегазодобыча и разработка шельфа Индии начались в 1976 году, а сегодня здесь, как уже сказано, действует 265 стационарных платформ, работающих на глубинах от 25 до 90 метров. Ресурс большинства этих сооружений, рассчитанных на эксплуатацию в течение 25 лет, уже истек. Некоторые платформы подверглись реконструкции с учетом изменившихся условий или для повышения нефтеотдачи пластов, другие были признаны несоответствующими требованиям Управления по безопасности нефтяной про-





Шельфовые месторождения у побережья Мумбаи

мышленности (Oil Industry Safety Directorate, OISD).

Вывод этих платформ из эксплуатации означал бы существенное сокращение нефтедобычи: до 1000 баррелей в сутки по каждой из них. ONGC решила переqualифицировать платформы еще на 10-15 лет непрерывной службы. Этот процесс включал в себя инспекцию и пересмотр характеристик для платформ, которые были оценены как несоответствующие или находящиеся на грани несоответствия. Проведение анализа осложнялось значительным возрастом платформ, изношенностью элементов конструкций, а также изменениями оригинального проекта, внесенными в ходе предшествовавших ремонтов и модернизаций.

Платформы необходимо поддерживать в рабочем состоянии не только ради того чтобы избежать потерь при производстве нефти, но и для обеспечения безопасности персонала, защиты морской среды. Безопасность прежде всего!

### Итеративная оптимизация

Выбрав универсальные проектные и аналитические приложения SACS

и SACS Collapse, компания ONGC создала единую методологию, которая сделала возможным осуществление комплексного анализа платформ при различных параметрах. Итеративный аналитический процесс позволил сопоставить альтернативные варианты ремонта конструкций и приведения их в соответствие действующим стандартам безопасности, выявить недостатки конструкций, оптимизировать меры по восстановлению. Некоторые из этих мер были очень простыми — например, ограничение обрастания подводной части, удаление излишнего оборудования и аппаратуры, другие (в том числе модернизация компонентов конструкций) оказались довольно сложными.

Поврежденные платформы оценивались с помощью реализованной в SACS функции моделирования вмятин. Этот экономящий время процесс состоял из выбора сечения элемента, содержащего вмятину, и моделирование такого элемента для оценки прочности. Для большинства платформ с повреждениями в конструкциях компания ONGC использовала SACS вместе с SACS Collapse — средством нелинейного анализа разрушений

## Краткое описание проекта

### Компания

Oil & Natural Gas Corporation Limited

### Решение

Техника освоения континентального шельфа

### Местоположение

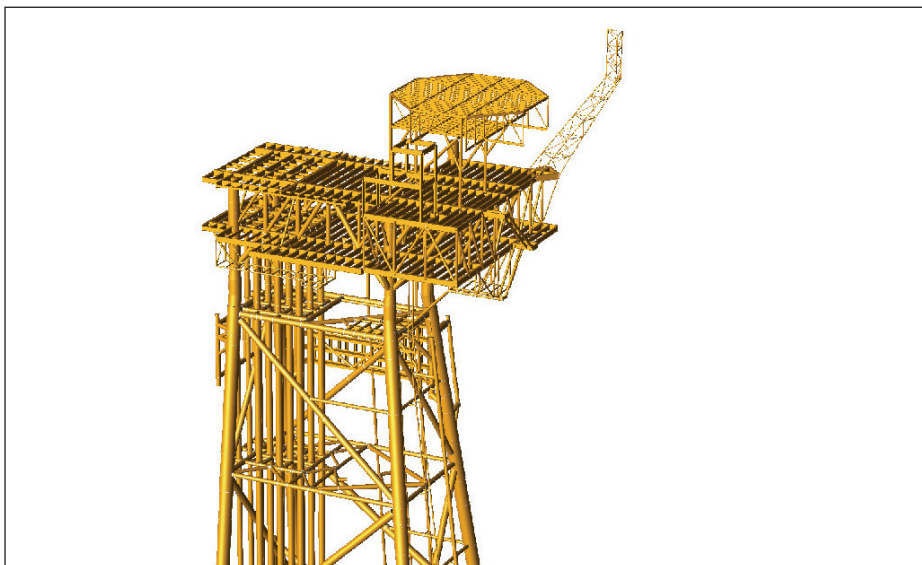
Мумбаи, Махараштра (Индия)

### Цели проекта

- Оценка исправности конструкций каркасных платформ для дальнейшего длительного использования в западной части шельфового нефтяного месторождения у побережья Мумбаи.
- Изучение мер по усилению конструкций/смягчению требований для соответствия нормам Управления по безопасности нефтяной промышленности (Oil Industry Safety Directorate, OISD).
- Оптимизация рекомендованных мер для переqualификации платформ на дополнительные 10-15 лет службы.

### Продукты, использованные в ходе реализации проекта

SACS, SACS Collapse



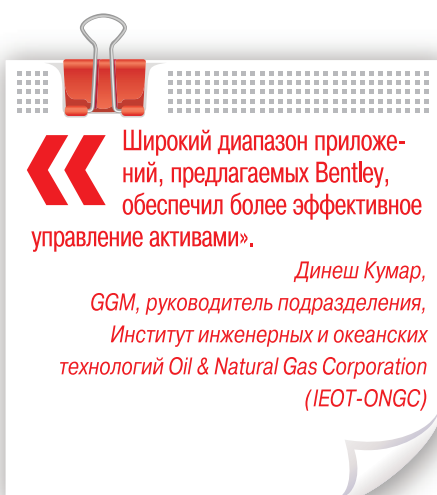
Технологическая платформа в SACS. Переквалификация устаревших платформ должна продлить срок их службы на 10-15 лет, а также обеспечить на каждой платформе непрерывную добычу нефти в среднем на уровне 1000 баррелей в сутки

для определения точек соединений элементов конструкций и/или элементов, требующих усиления. Элементы, которые при проектном анализе были определены как перенапряженные, затем проверялись с использованием SACS Collapse: инженеры выясняли предельное сопротивление разрыву. Далее можно было приступить к проработке вариантов усиления.

Для соединений с недостаточной прочностью сжатия проверялась возможность усиления с помощью заполняющего раствора. Для соединений с недостаточными характеристиками прочности растяжения оценивались возможности усиления с помощью заполняющего раствора или металлических зажимов. Все эти операции выполнялись посредством ПО SACS. Учитывалась в конечном анализе и простота установки.

Существенные изменения нагрузки также требуют тщательной проверки свай, дефекты которых часто возникали из-за несоответствия материала или перегрузки почвы. Для некоторых платформ оказалось достаточным снизить нагрузку, в других случаях применялись дополнительные сваи. В этой части шельфового месторождения установка свай на существующих платформах проводилась впервые, поэтому ONGC пришлось разработать технологию проектирования, изготовления, монтажа свай и переноса

нагрузки. Схема распределения нагрузки на новых сваях учитывает вес конструкции каркаса и надводной части конструкции, а также прочность соединения свай с грунтом. Итерационный анализ SACS позволил оптимально рассчитать материал, размер и расстановку свай.



«Широкий диапазон приложений, предлагаемых Bentley, обеспечил более эффективное управление активами».

*Динеш Кумар,  
GGM, руководитель подразделения,  
Институт инженерных и океанских  
технологий Oil & Natural Gas Corporation  
(IOT-ONGC)*

## Быстрый и точный анализ

Зная состояние компонентов конструкций, инженеры смогли легко проанализировать и пересмотреть ситуации отказа конструкций каркаса. Итерационная методология оптимизации гарантировала, что каждая реконструированная платформа получила достаточный запас

прочности. Анализ показал, что большинство старых конструкций каркаса не соответствовало требованиям OISD — прежде всего вследствие позднейших изменений проекта. Эффективным решением для оптимизации мер по исправлению положения стало выполнение анализа с изменяемыми параметрами в программном обеспечении Bentley. Совместимость SACS и SACS Collapse расширила возможности команды при изучении различных вариантов усиления конструкций, а также сэкономила немало времени и средств. В частности, одно только проведение одновременных анализов в SACS и SACS Collapse позволило сэкономить на каждой платформе не менее 12 часов. Когда нелинейный анализ прочности прошли десять платформ, экономия составила 120 часов и 4000 долларов.

## Сэкономленные средства

Анализ конструкций, проведенный с помощью ПО Bentley, обеспечил непрерывную работу существующих платформ — и получение постоянной прибыли. Меры по усилению конструкций/недопущению разрушения потребовали значительно меньших затрат, чем замена платформ. Даже те платформы, где осуществлялась установка дополнительных

свай, а итоговые затраты составили около 10-15 млн долларов, были переквалифицированы за сумму куда меньшую, чем стоимость новой платформы (40 млн долларов). Поскольку замена таких платформ не понадобилась, ONGC получила по каждой из них чистую экономию в размере 25 млн долларов.

За год компания ONGC обеспечивает поставку 40 млн тонн нефти — при ежегодных потребностях страны, определяемых в 160 млн тонн. Переквалификация и пересертификация морских сооружений каркаса добавили к срокам службы каждой платформы по 10-15 лет. На каждой платформе добывается в среднем по 1000 баррелей нефти в день. Не менее важно, что укрепление конструкций платформы обеспечило безопасные условия работы сотрудников компании, защиту инвестиций ONGC в морские платформы, а также сохранение морской среды западной части шельфа.

*По материалам  
компании Bentley Systems*



# моделирование реальности CONTEXTCAPTURE



acute 3D Bentley Systems company

**ContextCapture™** – трехмерное фотограмметрическое программное решение, автоматически генерирующее реалистичные трехмерные модели из обычных цифровых фотографий.

С точностью, ограниченной только разрешением исходных фотографий, **ContextCapture** делает возможным создание трехмерных моделей существующих объектов размером от нескольких сантиметров до целых городов.

ЦИФРОВЫЕ ФОТОГРАФИИ

РЕАЛЬНАЯ 3D-ГЕОМЕТРИЯ

ВЫСОКОТОЧНЫЕ МОДЕЛИ



## ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

КРУПНОМАСШТАБНАЯ  
3D-КАРТОГРАФИЯ

ТОПОГРАФИЯ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ,  
СТРОИТЕЛЬСТВО,  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ

КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ

ШАХТЫ И КАРЬЕРЫ

ГЕОЛОГИЯ

И МНОГОЕ ДРУГОЕ...

**CSsoft**  
группа компаний

Москва, 108811, Румянцево,  
22-й км Киевского шоссе, д. 4, стр. 1, офис 508А  
Тел.: (495) 913-2222, факс: (495) 913-2221  
Internet: [www.csoft.ru](http://www.csoft.ru) E-mail: [sales@csoft.ru](mailto:sales@csoft.ru)

[www.bentley.com/contextcapture](http://www.bentley.com/contextcapture)

**Bentley**  
Advancing Infrastructure

© 2016 Bentley Systems, Incorporated. Bentley, логотип Bentley в виде буквы В и ProjectWise являются охраняемыми товарными знаками или товарными знаками и знаками обслуживания компании Bentley Systems, Incorporated или одной из ее дочерних компаний, прямо или косвенно находящихся в полной собственности. Прочие товарные знаки и наименования продуктов являются собственностью соответствующих владельцев.



## ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА EnergyCS ТКЗ В СЛУЖБЕ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ "КАРЕЛЭНЕРГО"

**Ф**илиал ПАО "Межрегиональная распределительная сетевая компания Северо-Запада" ("МРСК Северо-Запада") "Карелэнерго" обеспечивает передачу и распределение электроэнергии на территории Республики Карелия (площадь 180,5 тыс. км<sup>2</sup>, население около 630 тыс. человек). На балансе "Карелэнерго" находятся 153 подстанции с высшим напряжением 110 – 35 кВ, 88 линий 110 кВ и порядка 700 линий 35 – 10(6) кВ. Общая протяженность всех линий составляет 11 760 км.

Филиал "Карелэнерго" состоит из аппарата управления и трех производственных отделений (ПО): Западно-Карельские, Южно-Карельские и Северные электрические сети. В аппарате управления и каждом ПО имеется своя служба РЗА. С момента разделения объектов карельской энергосистемы между ПАО "ТГК-1"

(электростанции), ПАО "ФСК ЕЭС" (сеть 330 – 220 кВ), ПАО "МРСК Северо-Запада" (сеть 110 кВ и ниже) и образования Карельского РДУ филиал "Карелэнерго" в расчетах своих сетей был ограничен максимальными и минимальными значениями суммарных эквивалентов системы на шинах 110 кВ энергообъектов Республики Карелия, предоставляемыми Карельским РДУ.

По полученным эквивалентам удовлетворительно просчитывалась только сеть 35 кВ и ниже. Для качественного расчета линий 110 кВ, даже тупиковых, этих данных было недостаточно. Расчеты, необходимые для анализа аварийных отключений и ремонтных режимов работы сети, при рассмотрении оперативных заявок в подавляющем большинстве были просто неосуществимы.

Для выхода из сложившейся ситуации требовалась собственная программа,

способная моделировать системообразующую сеть 110 – 330 кВ с учетом объектов генерации и эквивалентов смежных энергосистем. При этом, поскольку служба РЗА аппарата управления выполняет расчеты по сети 110 – 35 кВ, а службы РЗАИ ПО – по сети 35 – 10(6) кВ, к приобретаемой программе предъявлялись два отдельных требования:

- для службы РЗА аппарата управления, функционально входящей в центр управления сетями (ЦУС) филиала "Карелэнерго", данная программа должна максимально просто и наглядно формировать режимы для выполнения быстрых оперативных расчетов;
- для службы РЗАИ ПО, постоянно нагруженной расчетом уставок защит линий 10(6) кВ в связи с выполнением работ по реконструкции и новым технологическим присоединениям,



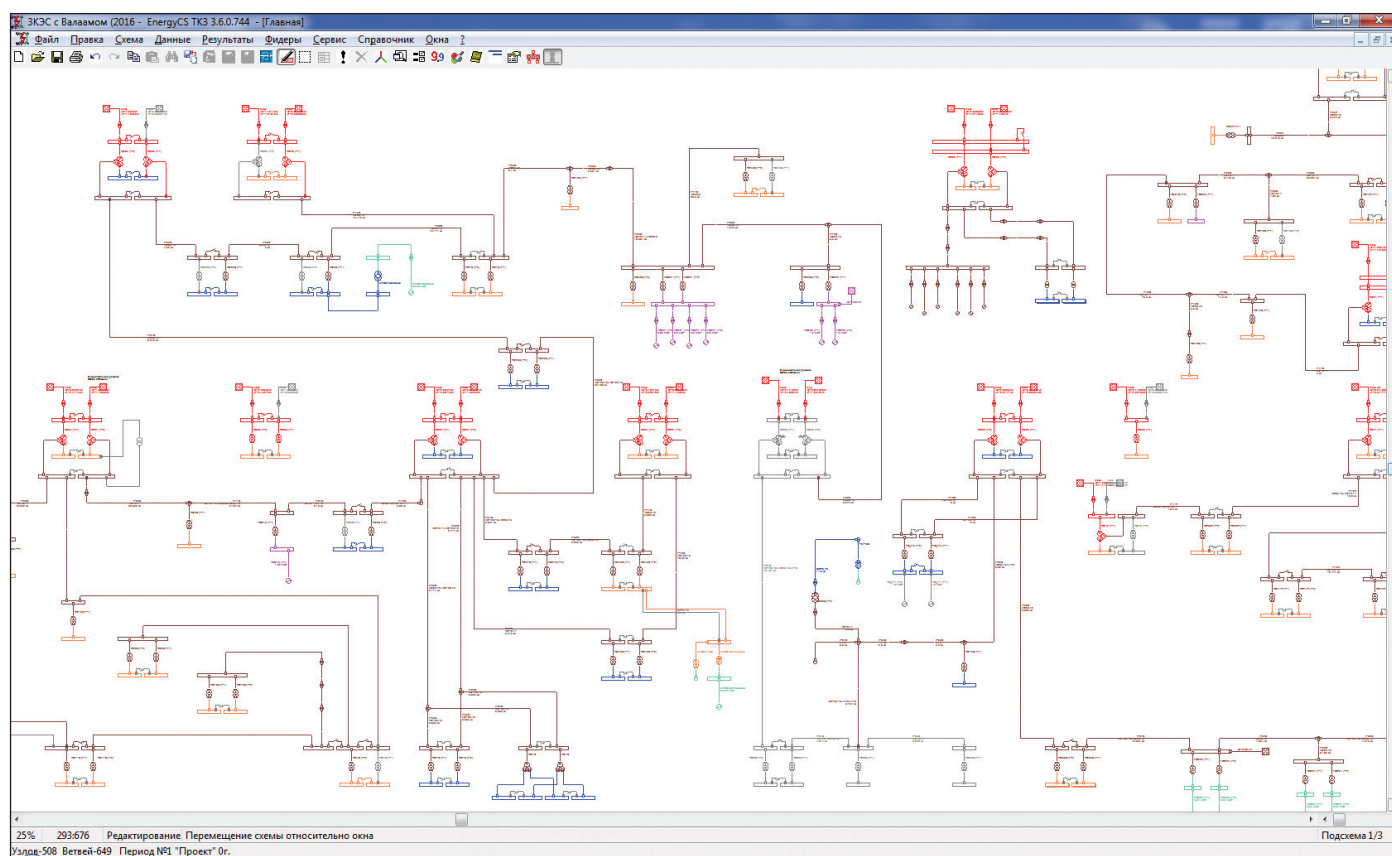


Рис. 1. Главная расчетная схема ПО "Западно-Карельские электрические сети"

требовалась программа, во-первых, выполняющая расчеты одновременно с созданием расчетной схемы, а во-вторых, моделирующая расчетную схему автоматически с построением схемы первичной сети. Автоматическое создание расчетной схемы исключило бы возможность расчетных ошибок и при этом избавило инженеров служб РЗАИ ПО от отдельной трудоемкой задачи по ведению схемы замещения сети 35 – 10 кВ.

С конца 90-х годов в "Карелэнерго" началось внедрение микропроцессорных устройств РЗА, и к концу 2010 года их общее количество превысило несколько сотен. Применение микропроцессорных устройств РЗА позволяет уменьшить общее время отключения поврежденного электрооборудования, сокращая ступень селективности между защитами смежных присоединений, но в то же время требует более точных значений уставок. Это дополнительно подталкивало к приобретению современного программного комплекса для расчета параметров аварийных режимов.

На рынке программного обеспечения 2012-2013 годов из всего программного обеспечения для расчета токов коротко-

го замыкания полностью отвечал предъявленным требованиям только программный комплекс EnergyCS TK3 (разработка компании "СиСофт Девелопмент"). Также немаловажную роль в выборе именно этой программы сыграло заочное знакомство с ней по проектам технологических присоединений. Расчеты ТКЗ, выполненные проектными организациями с использованием EnergyCS TK3, никогда не вызвали замечаний.

Кроме того, перед внедрением программы службой РЗА аппарата управления была протестирована бесплатная пробная версия. За месяц тестирования не было зафиксировано ни одного программного сбоя, подтверждены корректность вычисления параметров электрооборудования и общее соответствие расчетов ГОСТ Р 52735-2007 "Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ".

В 2013 году аппарат управления "Карелэнерго" приобрел программный комплекс EnergyCS TK3. После недолгой опытной эксплуатации программы было принято решение о внедрении ее в службах РЗАИ производственных отделений. И уже

в начале 2014 года на совещании инженеров служб РЗА "Карелэнерго", занимающихся расчетами параметров настройки устройств РЗА, были подведены первые положительные итоги применения программы.

На первом этапе созданы главные расчетные схемы ПО филиала (рис. 1). В схемах отображены сеть 35 кВ и подстанции 110/35/10(6) кВ с подключенными эквивалентами сети 110 кВ от РДУ. Данные схемы стали основными для ПО – они позволяют определять параметры аварийных режимов в любой точке сети 35 кВ и ниже.

Создание собственной общей модели сети 330-110-35 кВ карельской энергосистемы включало в себя трудоемкий процесс сбора информации по смежным энергообъектам. На данный момент в рабочую расчетную модель энергосистемы внесены данные, полученные от филиала АО "СО ЕЭС" Карельского РДУ, от филиалов "Вологдаэнерго" и "Колэнерго" ПАО "МРСК Северо-Запада", АО "Ленэнерго", Карельского предприятия МЭС ПАО "ФСК ЕЭС", филиала "Карельский" ПАО "ТГК-1", АО "Норд Гидро", а также крупных потребителей, таких как ОАО "РЖД" (рис. 2). И если собственное обо-

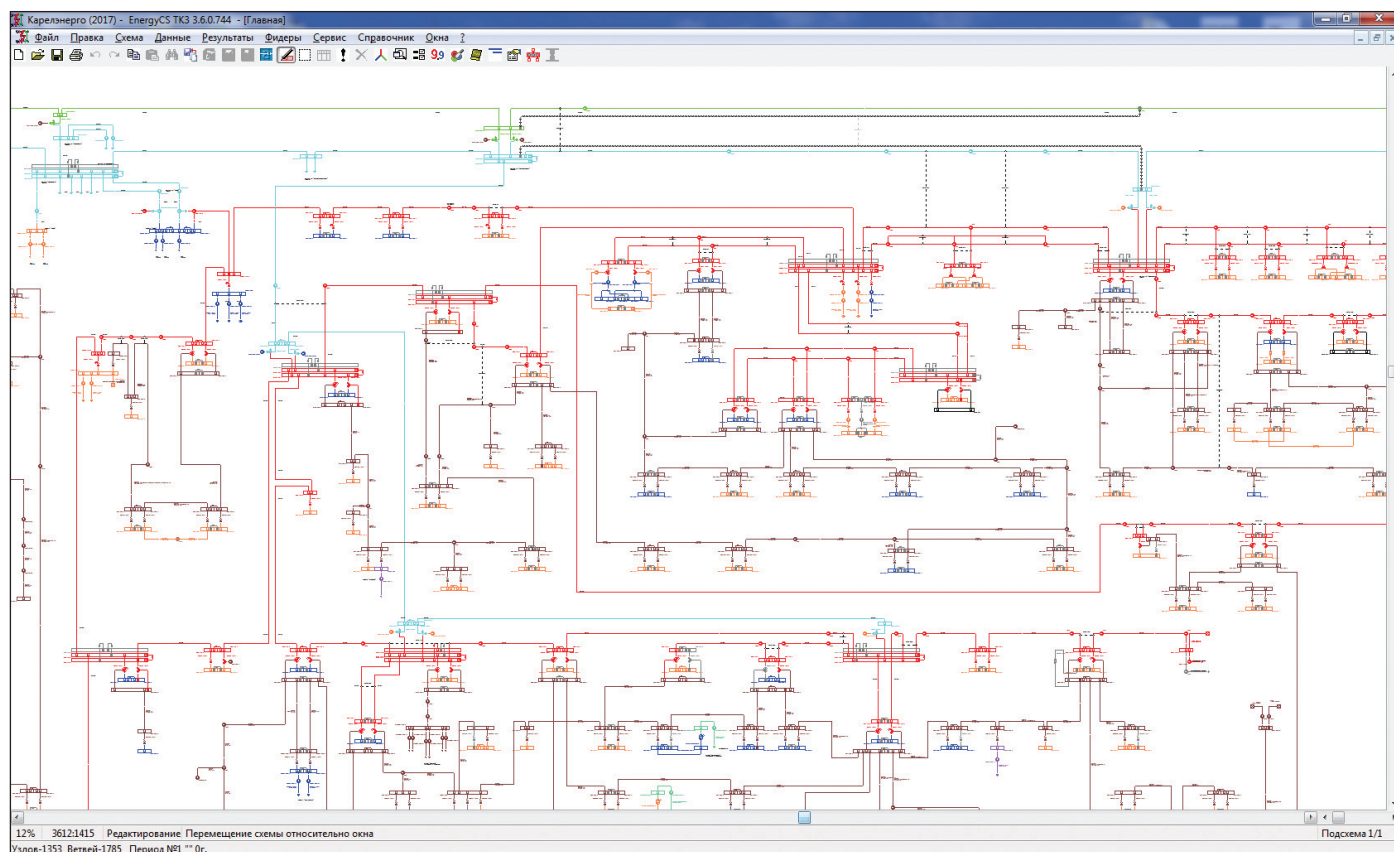


Рис. 2. Главная расчетная схема филиала "Карелэнерго"

рудование и генерация на территории Карелии представлены в модели в качестве готовых объектов (линий, трансформаторов, генераторов и т.д.), создание схем замещения и определение параметров которых выполняются автоматически на основании справочных данных и заданных свойств, то данные по оборудованию смежных сетей заведены, главным образом, в виде ветвей сопротивле-

ний из программы "АРМ СРЗА". Оба варианта задания элементов модели сети сочетаются без потери качества и удобства расчета.

Достоверность полученной модели сети была сопоставлена с соответствием расчетных значений токов КЗ значениям, предоставляемым РДУ. Разность результатов в среднем не превышала 10 % и была связана, прежде всего, с большей сте-

пенью детализации сети 220 – 330 кВ у РДУ и с разными подходами к определению параметров ЛЭП. На данный момент анализ модели энергосистемы выполняется на основании фиксируемых регистраторами аварийных событий значений токов КЗ при повреждениях и включении короткозамыкателей при работе устройств РЗА.

В результате внедрения программного расчета токов КЗ в филиале "Карелэнерго" получена возможность оперативно определять значения аварийных параметров в любой точке сети и в любых интересующих режимах работы (рис. 3). В том числе и для самостоятельного задания эквивалентов главных схем ПО филиала. Упростилась задача расчетов сложных по конфигурации линий 10(6) кВ; линий, предусматривающих в различных режимах работы питание от разных центров (рис. 4). Благодаря этому сократилось время, затрачиваемое на расчеты токов КЗ и на определение максимальных и минимальных режимов работы сети.

Расчет в одной программной среде позволил филиалу "Карелэнерго" обеспечить единообразие в расчете как параметров отдельного электрооборудования, так и токов КЗ в целом. Упростилась за-

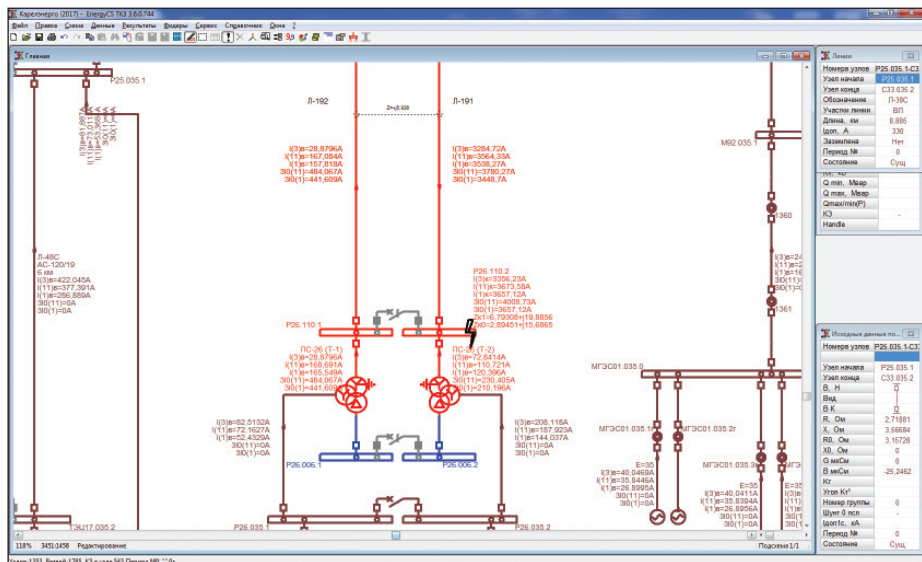
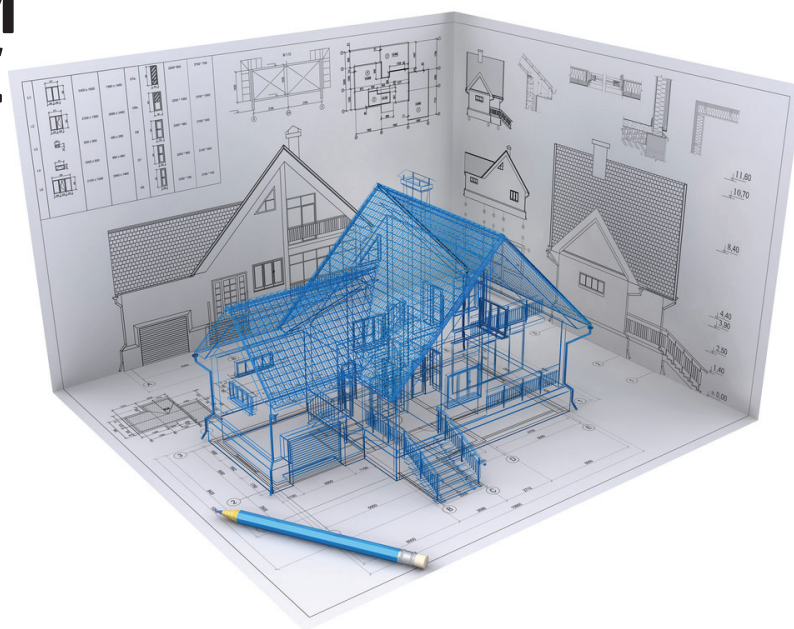


Рис. 3. Пример расчета на шинах 110 кВ филиала "Карелэнерго"





# МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ПОЛУЧЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ИЗ МОДЕЛИ



## План первого этажа

На рис. 48 приведен 3D-документ стен первого этажа, где интерактивными выносками показаны тип и конструкции всех стен.

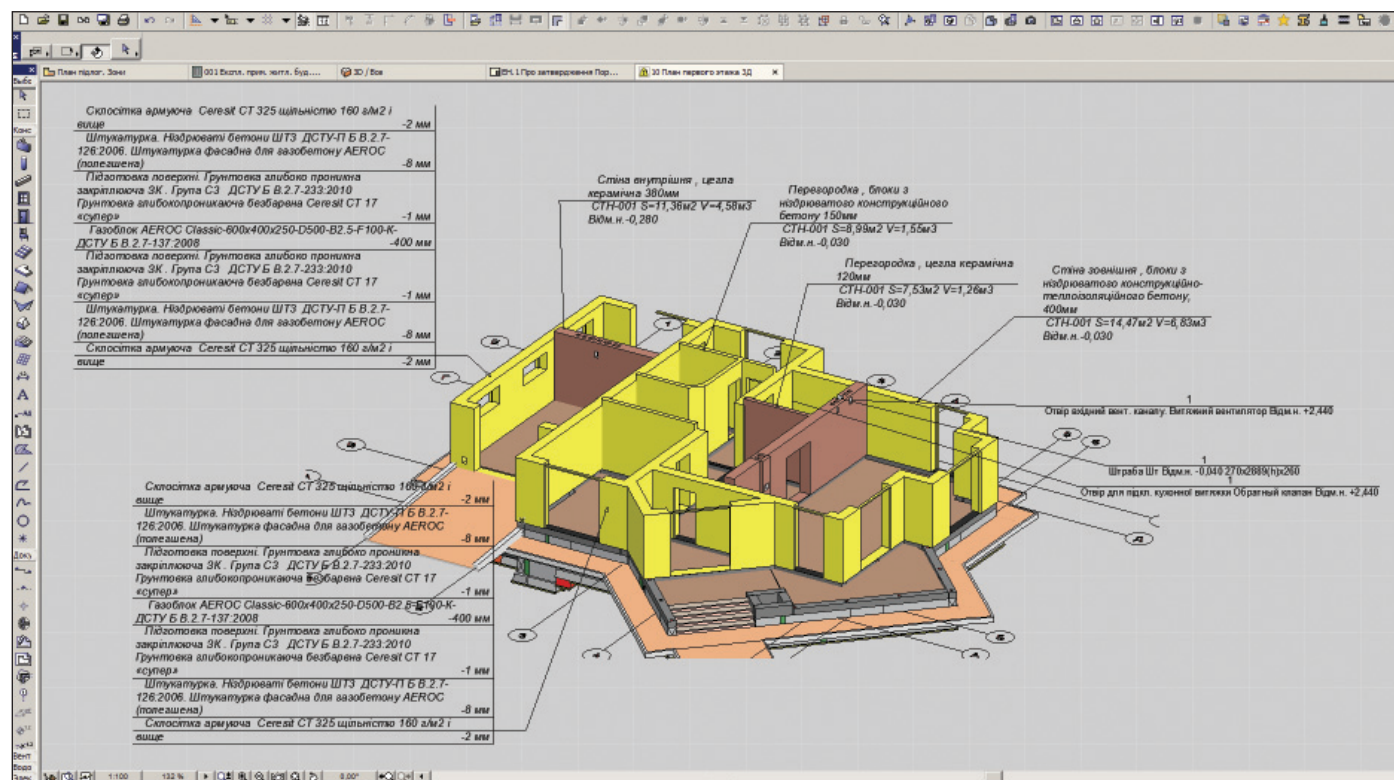


Рис. 48



Окончание. Начало см. CADmaster, № 3/2016, с. 81-93.



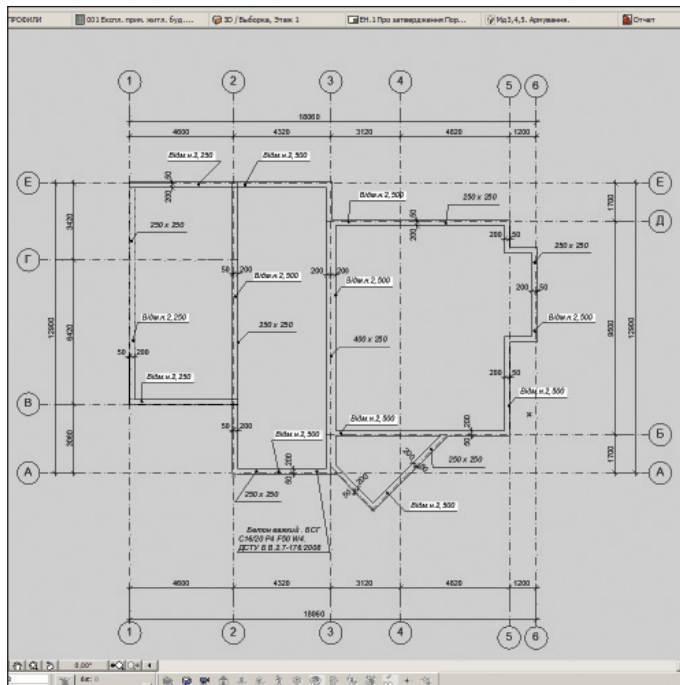


Рис. 49

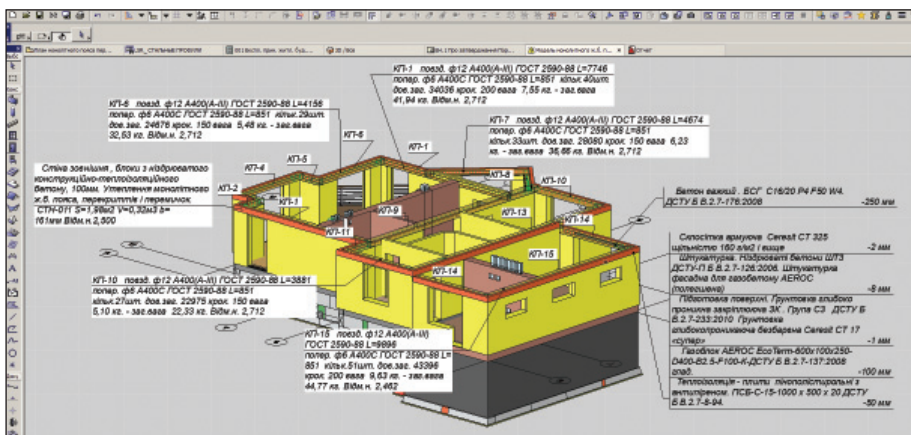


Рис. 51

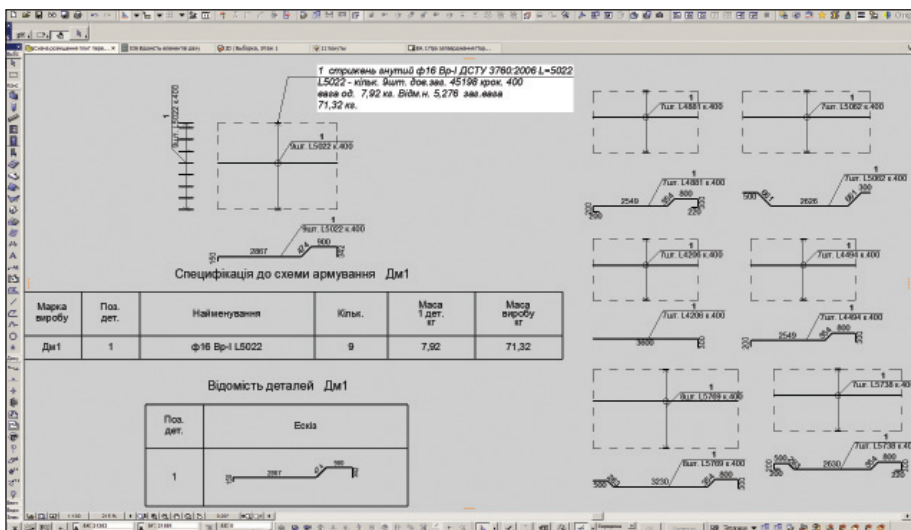


Рис. 52

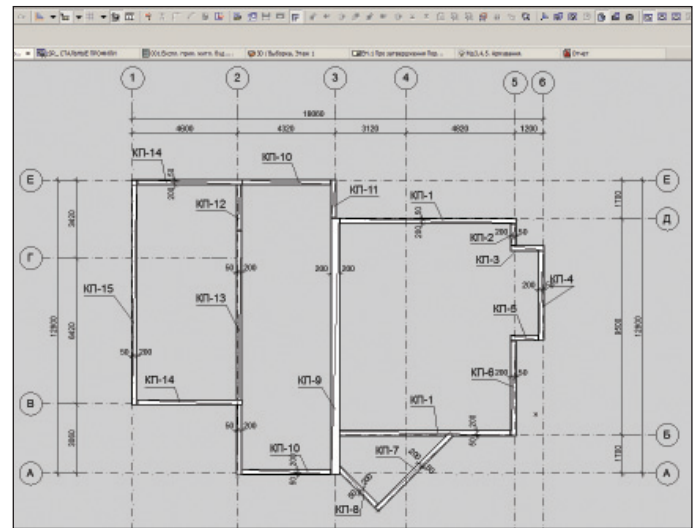


Рис. 50

## План монолитного пояса и армированных швов

Для конструкций из газобетона обязательно применение монолитных поясов и армированных швов. Их тоже берем из многослойных конструкций, настраиваем и располагаем с выносами на плане (рис. 49).

Библиотечный элемент каркаса позволяет устанавливать на плане 2D-отображение каркаса в соответствии с нормами оформления проектной документации. Схема расположения каркасов армирования монолитного пояса представлена на рис. 50.

Получаем 3D-схему монолитного пояса с армированием и утеплением. Обратите внимание, что все элементы модели пронизаны интерактивными информационными выносами (рис. 51).

## Элементы армирования

Для армирования конструкций применяется целый ряд элементов. Прежде всего рассмотрим стержни, устанавливаемые в проект редактируемым массивом или отдельным элементом. ARCHICAD предлагает несколько способов отображения на плане поля армирования стержнями, соответствующих действующим у нас нормам оформления. Располагая массив стержней, мы в то же время получаем на плане спецификацию, ведомость деталей, профиль стержня с размерами и выноски с исчерпывающей информацией о стержнях (рис. 52). Стержни могут быть практически любой формы. При подсчете длины

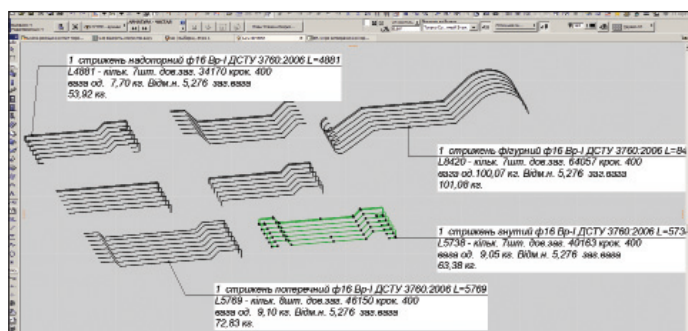


Рис. 53

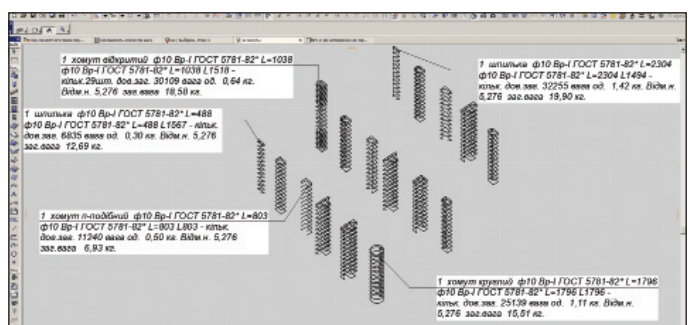


Рис. 55

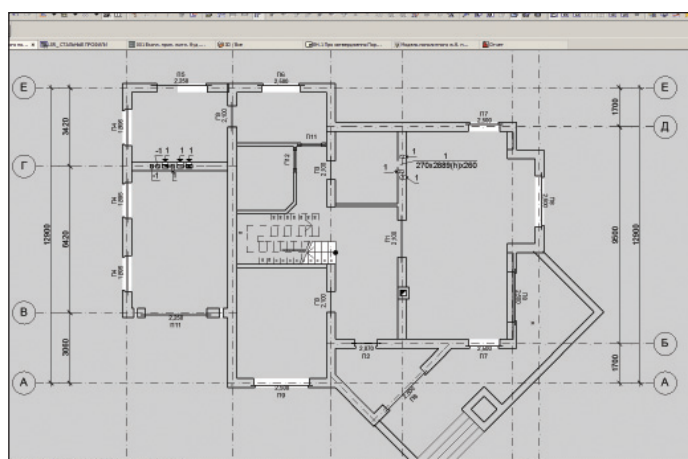


Рис. 57

стержня учитывается величина нахлестки и изогнутых участков. Стержни без проблем меняют форму при помощи точек редактирования на плане, разрезе и в 3D-окне. 3D-документ с арматурными стержнями показан на рис. 53. Существует около 20 видов хомутов, в том числе произвольной формы, с тремя зонами расположения, имеющими разный шаг элементов массива и разные способы задания шага. На приведенных схемах элементов армирования (рис. 54) нет ни одной

надписи или размера, выполненных вручную. На рис. 55 представлен 3D-документ, отображающий хомуты различной формы. Есть очень удобный для использования элемент каркаса. В нем представлены гнутые стержни для анкеровки в фундаменте, три зоны с разным шагом хомутов, возможен любой угол наклона, поддерживается разное армирование верхней и нижней зоны рабочей арматуры для армирования балок, перемычек. Спецификация, ведомость деталей и че-

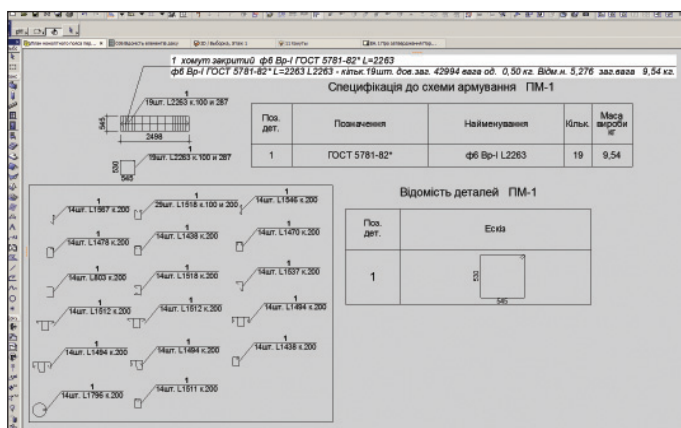


Рис. 54

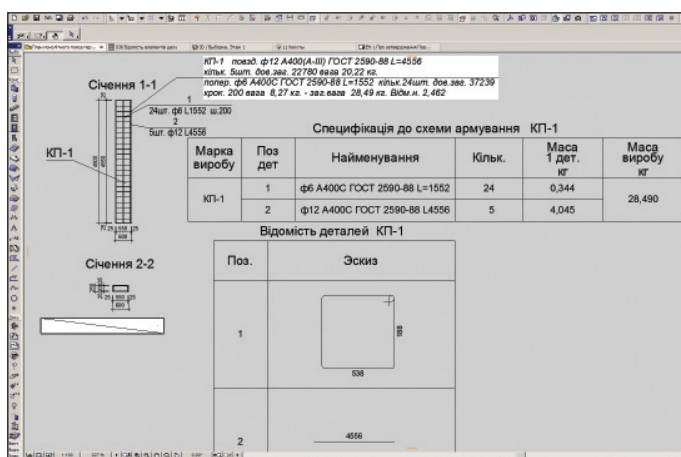


Рис. 56

тыре вида выносок появляются одновременно с установкой каркаса в проектное положение на плане этажа (рис. 56). **План перемычек** В шаблон включены различные перемычки: сборные железобетонные, газобетонные, кирпичные арочные, фасадные, монолитные, для пробиваемых проемов, металлические. Вместе с маркой на плане перемычек автоматически отображается высота расположения перемычки (рис. 57).



Сечение перемычки	Длина перемычки	Длина проема
1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8
2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8
3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8
4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8
5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8
6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8
7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8
8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8
9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8
10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8

Рис. 58

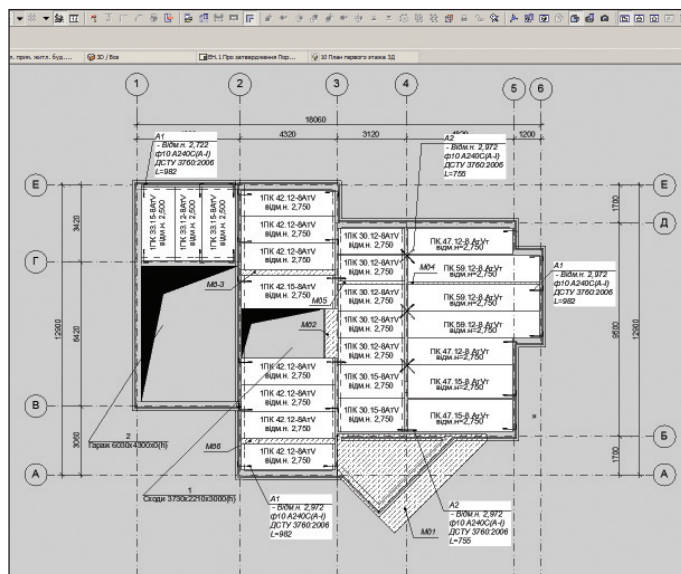


Рис. 59

## Ведомость перемычек

Кроме данных стандартного раздела доступна дополнительная информация, которая касается размеров перемычек, несущей способности, величины минимального опирания на стену согласно серии (рис. 58).

## План перекрытия

Для создания плана перекрытия были разработаны все необходимые элементы. Плиты перекрытия можно изменять по размерам прямо на плане этажа, не заходя в библиотечный инструмент для настройки параметров. Потянув за редактируемые точки, можно изменить

размеры плит в соответствии с размерами по сериям — это сразу же отразится в маркировке на плане и в интерактивной спецификации. Объекты отверстий, пазов, выемок для перекрытий позволяют корректно отображать их как на плане, так и в 3D-окне. На плане приведена полная маркировка плит и отметки низа, они наносятся автоматически, так что вручную ничего дописывать не придется, но можно сделать и упрощенную маркировку, которая предусмотрена в ГОСТ для уменьшения ручной работы (например, П 1). Объекты анкеров и монолитных участков позволяют получить полную инфор-

мацию для сметчиков и производителей работ.

План плит перекрытия первого этажа показан на рис. 59, а спецификации плит перекрытия, анкеров для стен, материалов монолитных участков — на рис. 60-62 соответственно.

Заметим, что помимо плит перекрытия в распоряжении проектировщика есть плиты ребристые, балконные, плиты лоджий, плоские и парапетные плиты... Теперь создаем 3D-документ перекрытия первого этажа. Как видим, в модели есть все элементы, которые были на плане, но главное, что мы можем тут получить в интерактивном режиме полную информа-

Позиция	Наименование	Кол-во	Масса	Примечание
1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8
2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8
3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8
4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8
5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8
6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8
7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8
8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8
9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8
10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8

Рис. 60

Позиция	Наименование	Кол-во	Масса	Примечание
1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8
2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8
3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8
4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8
5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8
6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8
7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8
8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8
9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8
10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8

Рис. 61

Позиция	Наименование	Кол-во	Масса	Примечание
1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8	1. 100x8 L100x8
2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8	2. 100x8 L100x8
3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8	3. 100x8 L100x8
4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8	4. 100x8 L100x8
5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8	5. 100x8 L100x8
6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8	6. 100x8 L100x8
7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8	7. 100x8 L100x8
8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8	8. 100x8 L100x8
9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8	9. 100x8 L100x8
10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8	10. 100x8 L100x8

Рис. 62

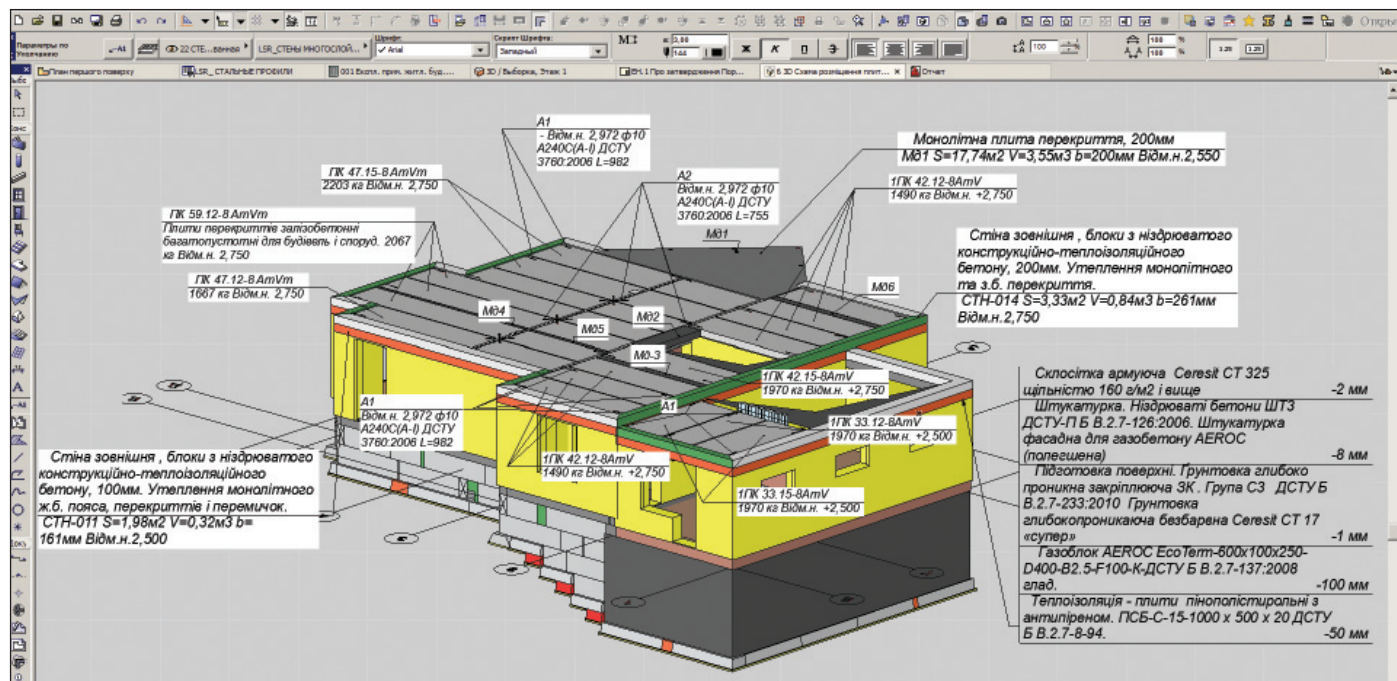


Рис. 63

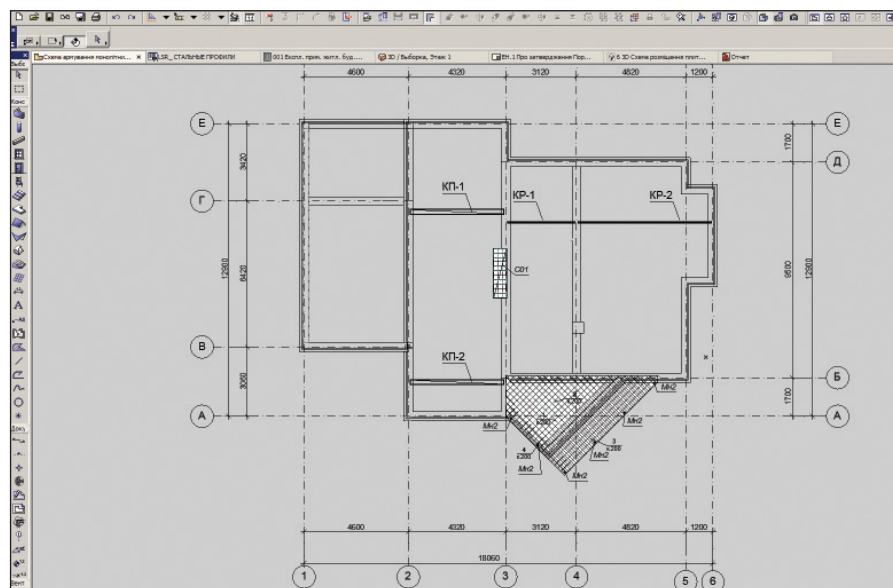


Рис. 64

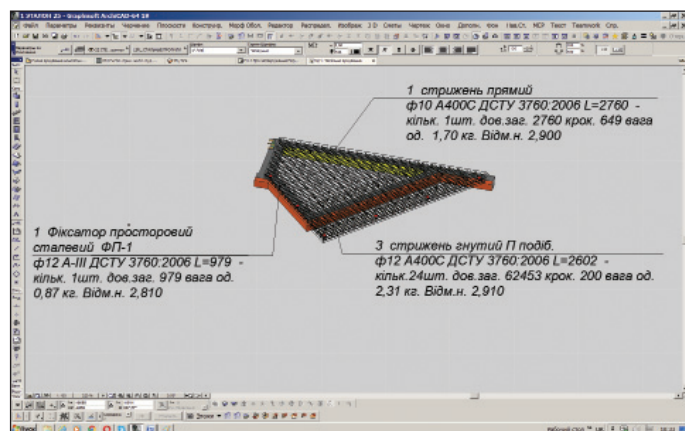


Рис. 65

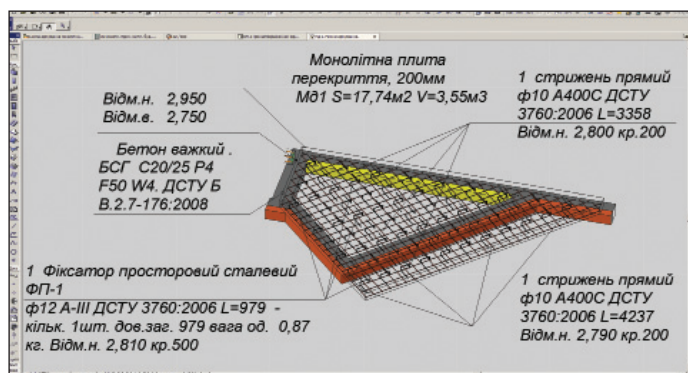


Рис. 66

цію о каждом элементе модели (рис. 63). Даже если бы у нас не было чертежа плана, а задействованные в работе специалисты не слишком хорошо умели читать чертежи, мы без проблем смогли бы смонтировать перекрытие на объекте. Схема армирования монолитных участков перекрытия и полное армирование монолитного участка приведены на рис. 64-65. Конечно, здесь происходит визуальное наложение всех стержней и элементы модели не очень читаемы, но правильная работа со слоями и видами дает нам возможность посмотреть установку каждого типа арматуры по отдельности. Нижнее армирование и фиксаторы показаны на рис. 66. Верхнее армирование — на рис. 67 (обратите внимание, что выноски дают дополнительную информацию о материале самого перекрытия,



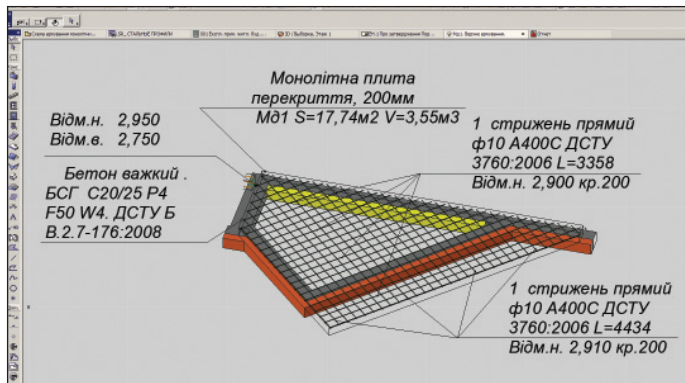


Рис. 67

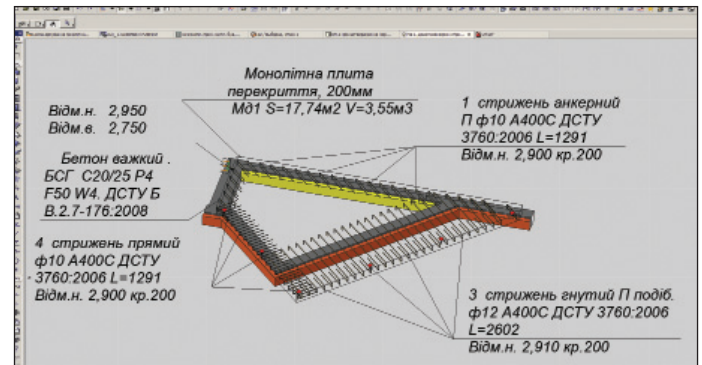


Рис. 68

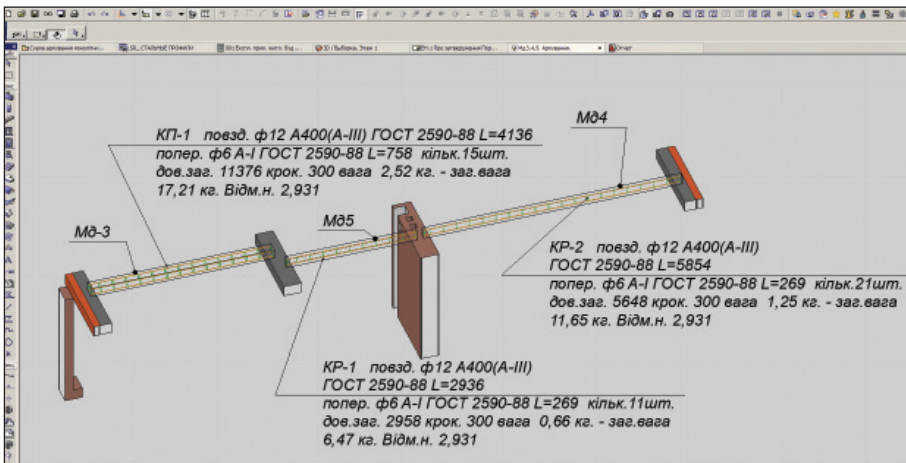


Рис. 69

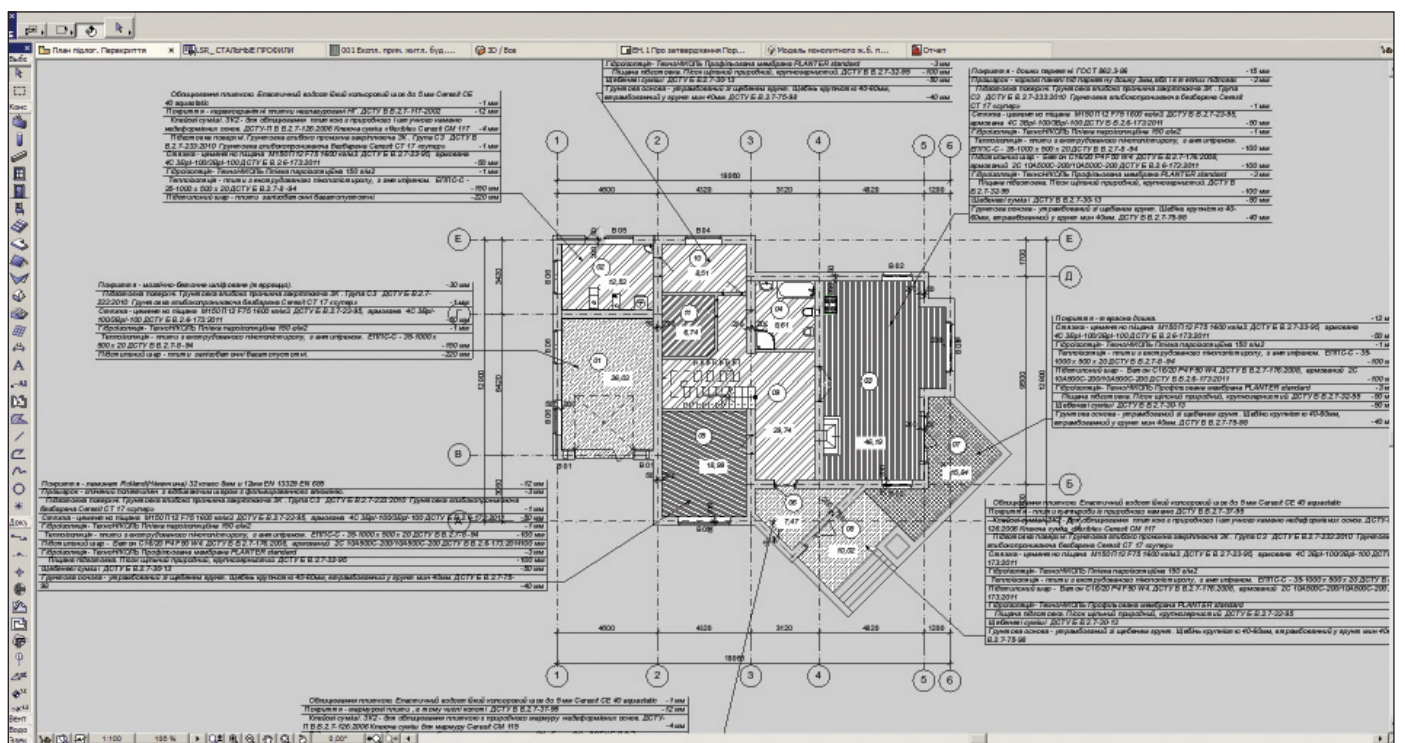


Рис. 70

отметки его верха и низа). Дополнительные стержни представлены на рис. 68. Как видно из этих схем, и ко всем элементам армирования привязано несколько видов выносок, которые дают исчерпывающую информацию по всем элементам модели. Монолитные участки между плит армируются пространственными и плоскими каркасами – выбор зависит от ширины монолитного участка (рис. 69).

## План полов

Большое количество типов полов в многослойных конструкциях позволяет создать нужные конструкции с полной информацией по их составу. Информация в выноске поможет прямо на плане или в 3D-документе узнать конструкцию запроектированного пола.

План полов и их конструкции – на рис. 70.

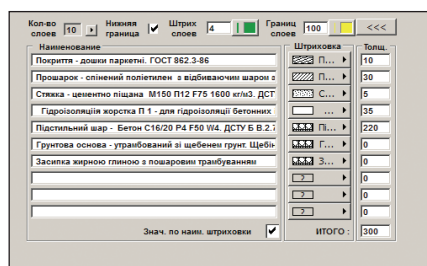


Рис. 71

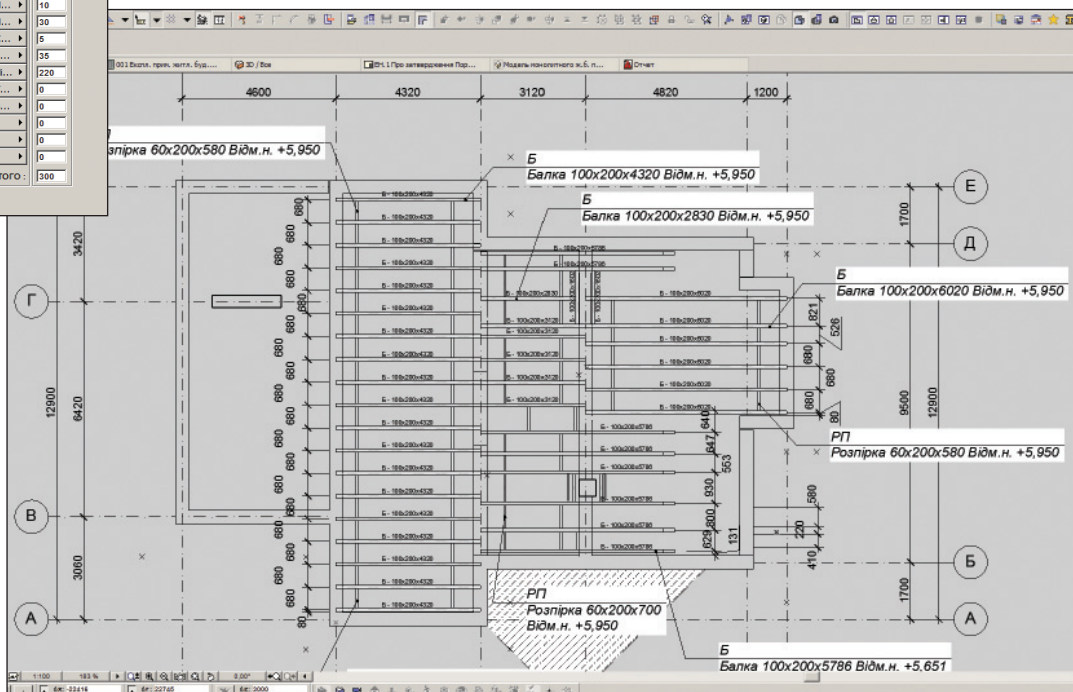


Рис. 72

Если не требуется, чтобы сечения полов детально показывались на разрезах, план полов можно выполнить зонами. Для этого предусмотрена специальная зона, где существует возможность создать нужную конструкцию пола (рис. 71).

## План деревянного перекрытия второго этажа

Перекрытие второго этажа сделаем деревянным, используя для этого доработанную стандартную библиотеку стропильных систем. Мы дополнили ее выносками прямо на библиотечном элементе для планов и выноской для 3D-документа и разрезов. Также добавлены параметры: категория древесины, площадь антисептирования и огнезащиты, вес элемента (рис. 72).

В 3D-документе перекрытия второго этажа (рис. 73) показаны в том числе и контрейки для дополнительного утепления нижней части перекрытия.

При проектировании кровель у архитекторов часто возникает необходимость применять профильные детали конструкций кровли и облицовки фасада. Здесь можно применить профильные балки и стены или использовать готовый библиотечный элемент, который позволяет запроектировать детали любого профиля, а при необходимости сделать в них декоративные или конструктивные отверстия (рис. 74).

Преимущество библиотечного элемента еще и в том, что все соответствующие детали попадают в общую спецификацию деревянных изделий как составляющие стропильной системы. Проставить все размеры деталей можно прямо в каталоге (рис. 75).

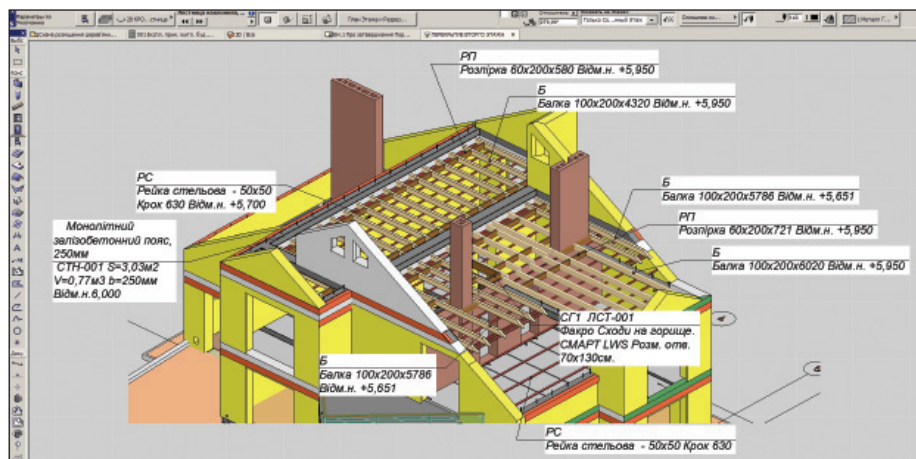


Рис. 73

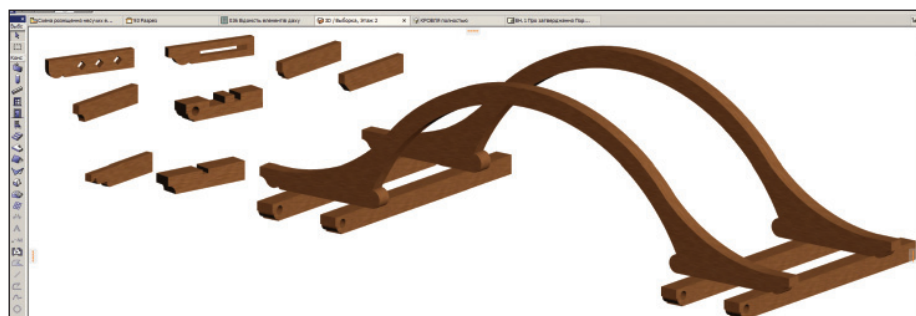


Рис. 74



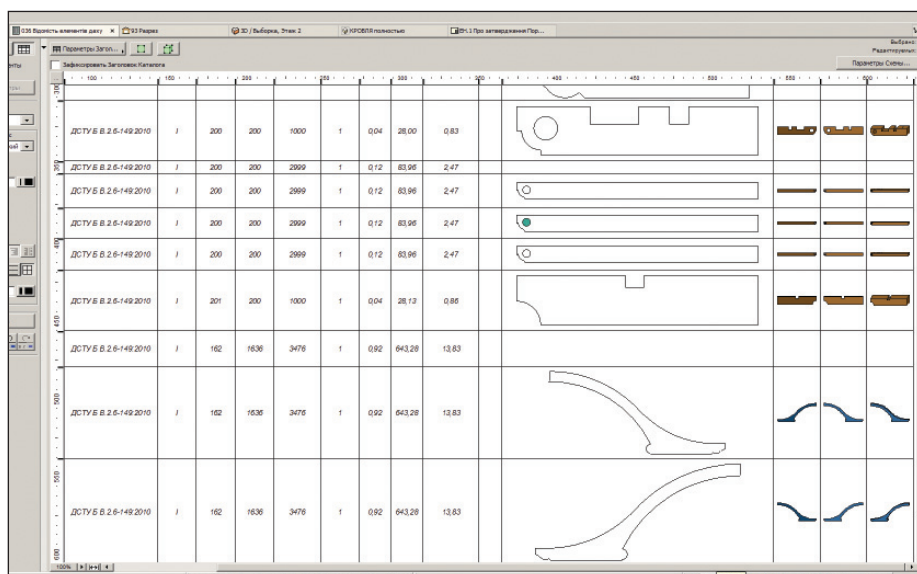


Рис. 75

## Несущие элементы стропильной системы

Мы проектируем кровлю в той же последовательности, как ее будут сооружать строители. По отдельности показывая в 3D каждый этап, мы повышаем читаемость и наглядность нашей модели.

Конструкцию несущих, опорных элементов стропил можно рассмотреть на рис. 76. Все мауэрлаты уложены на монолитный пояс, в котором через 800 мм размещены крепежные анкеры-шпильки.

На рис. 77 и 78 соответственно представлены план несущих стропил и 3D-документ стропил и контрбрусьев.

Для соединения элементов стропил между собой применяются различные крепежные элементы. Чтобы не созда-

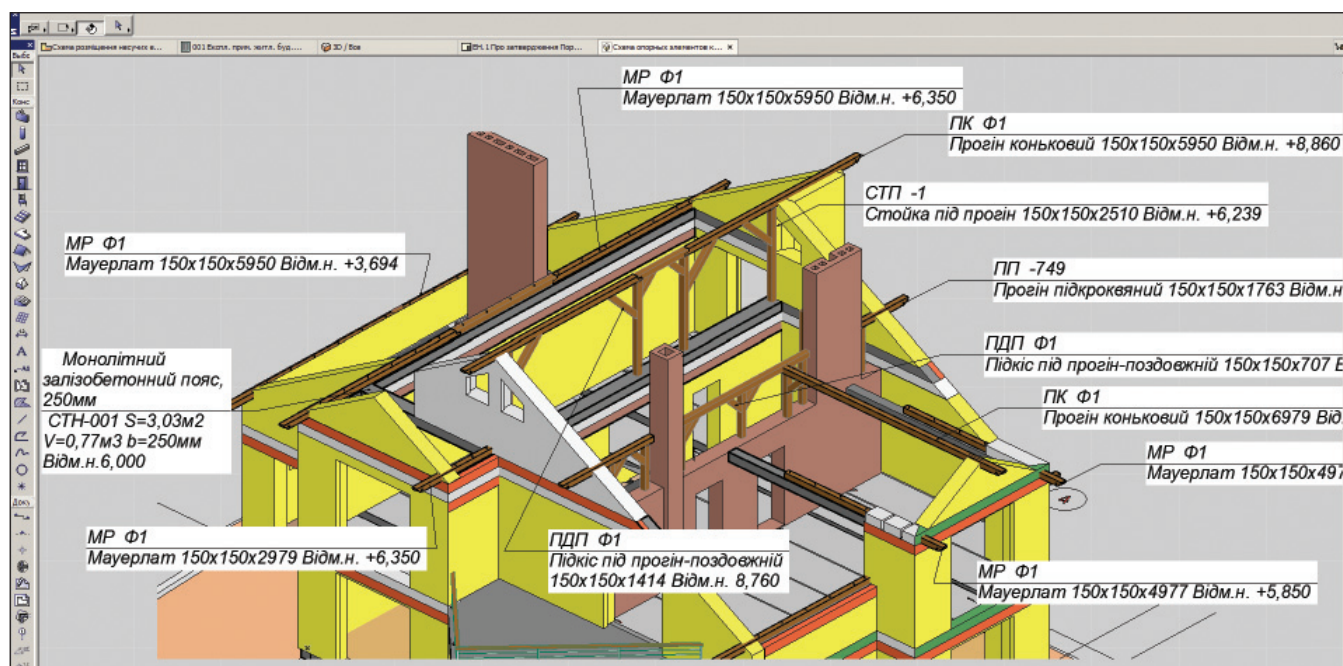


Рис. 76

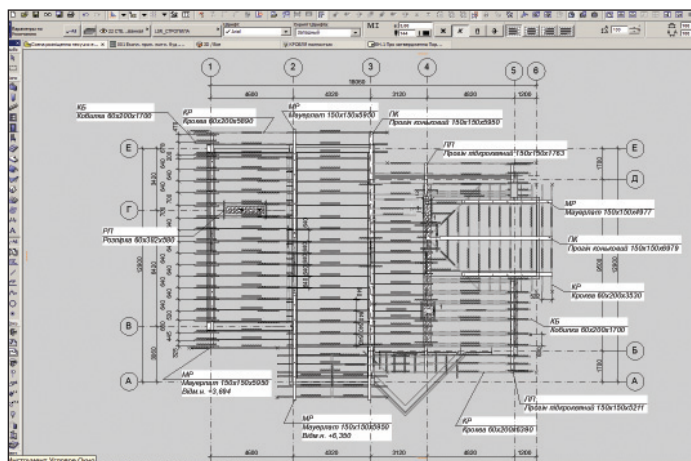


Рис. 77

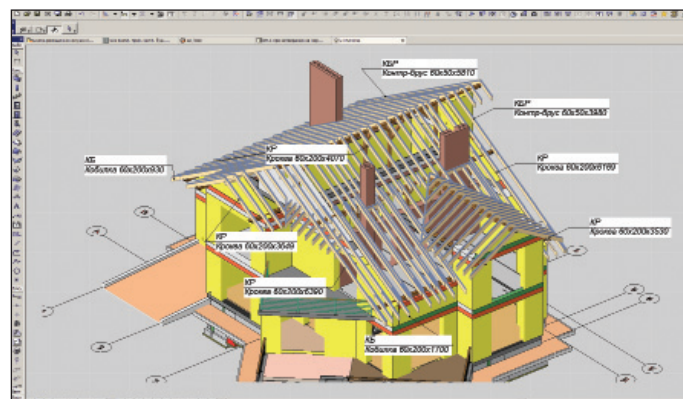


Рис. 78



В каждом элементе библиотеки стро-  
пил создан набор наиболее часто встре-  
чающихся соединителей от ведущих

мировых предприятий. Выбрав нужные элементы для применения в данном соединении, мы можем, поставив в нужном месте автоматическую выноску, получить информацию о соеди-

Элементы водосточной системы строим специальными объектами, в которых





лестницы и получаем полную конструкцию кровли.  
Вот так шаг за шагом и была сформирована модель, которую мы представили

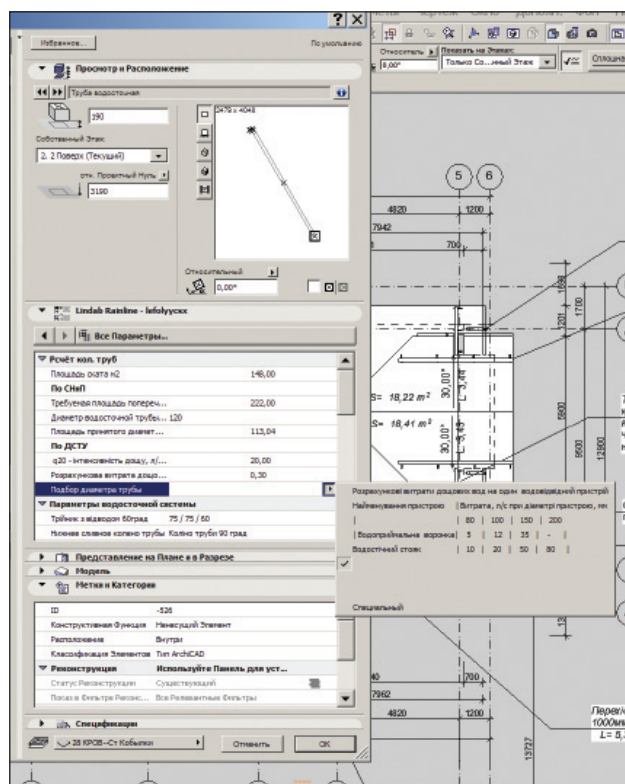
[illegible][illegible]

Рис. 86

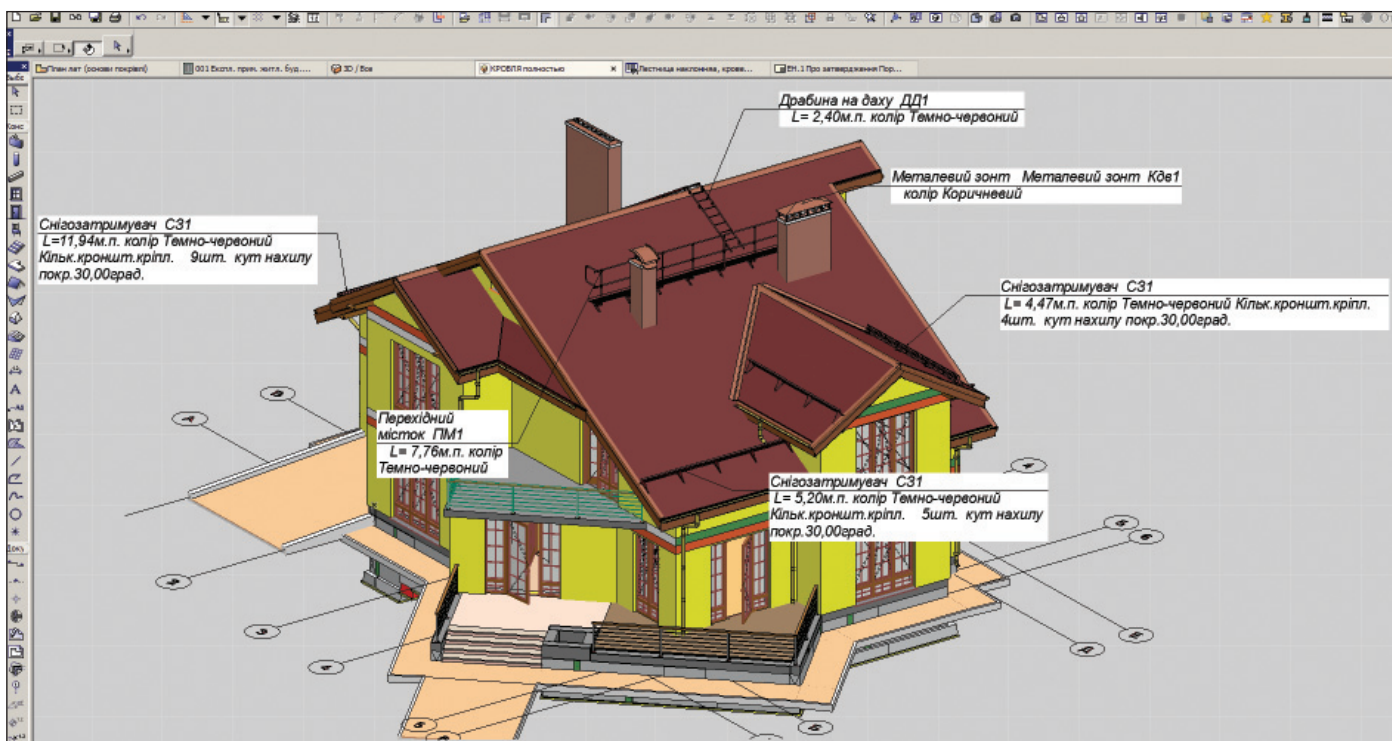


Рис. 87

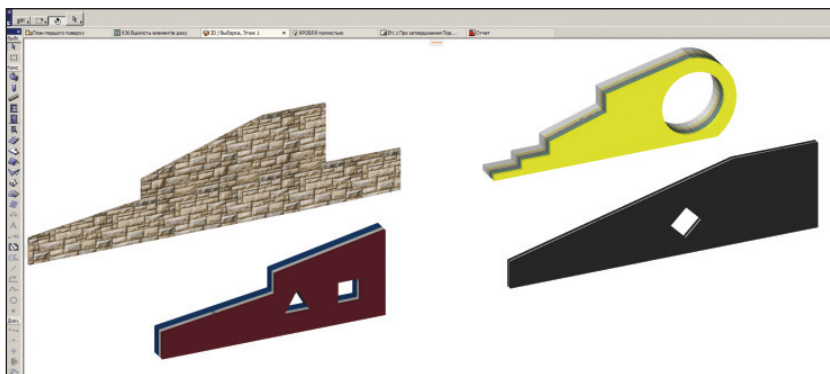


Рис. 88

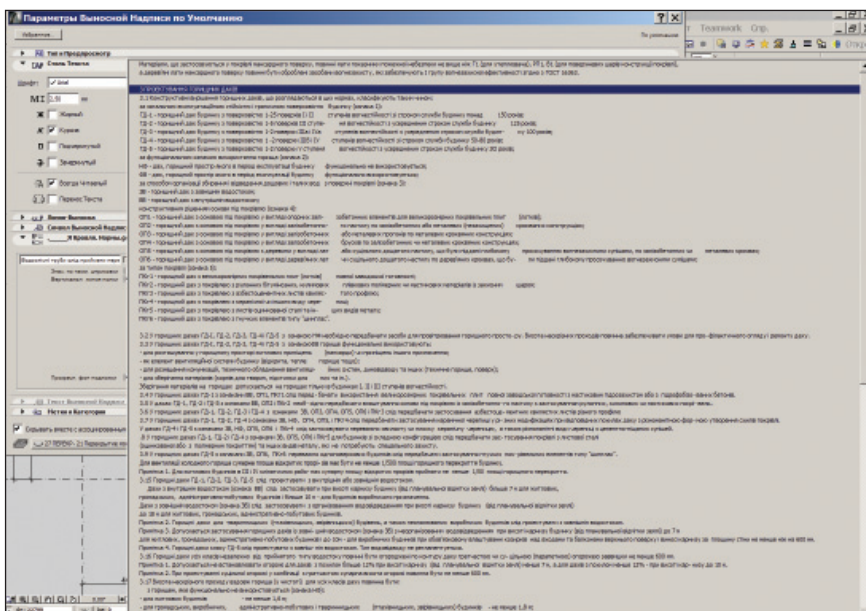


Рис. 89

в самом начале статьи и которая содержит информацию обо всех конструкциях (рис. 87).

Для конструирования навесных фасадов, отделки кирпичом и других типов фасадов есть специальное дополнение, которое мы рассмотрим в следующей статье вместе с элементами генплана.

При проектировании гидроизоляции подвала, сделанного из бетонных блоков, его утепления, облицовки крылец, цоколя (особенно при больших перепадах рельефа) часто не хватало универсального многослойного элемента произвольной формы. Приходилось или использовать профильные стены, или применять булевые операции. Решить проблему помог универсальный многослойный элемент, который можно удобно редактировать на всех видах (рис. 88).

## Аннотации

Для аннотаций проекта применяется множество дополнительных выносок, линий, таблиц и иного материала.

Особое место занимают специальные выноски-справки. Они очень помогают в работе не только студентам и начинающим проектировщикам, но и специалистам со стажем.

Есть справки по проектированию различных конструктивных элементов — например, чердачных кровель (рис. 89).



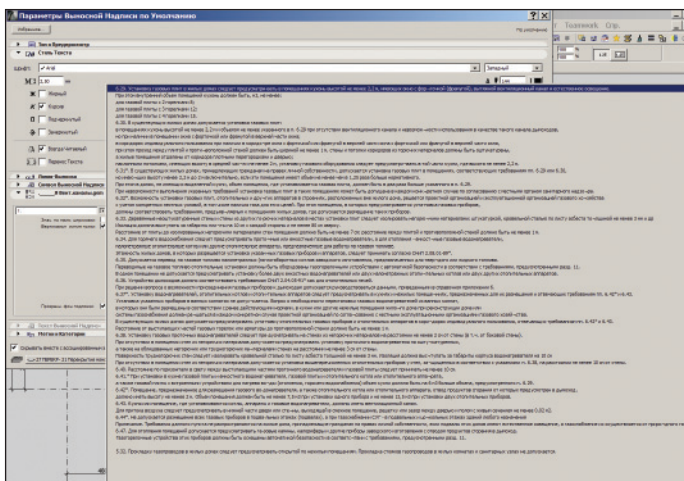


Рис. 90

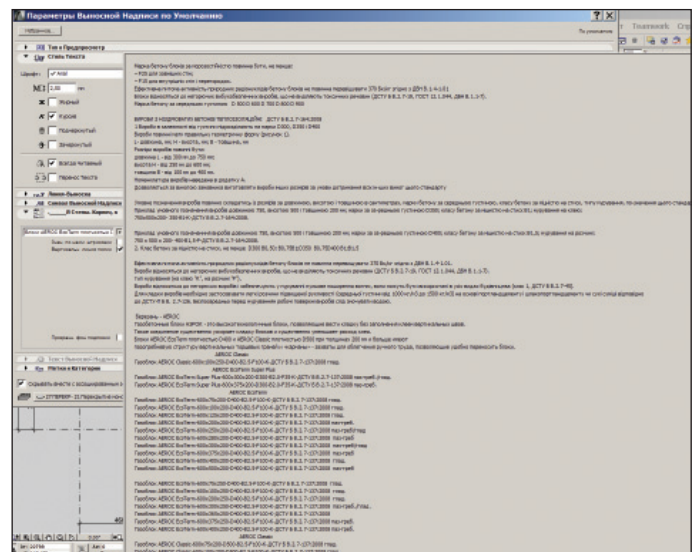


Рис. 91

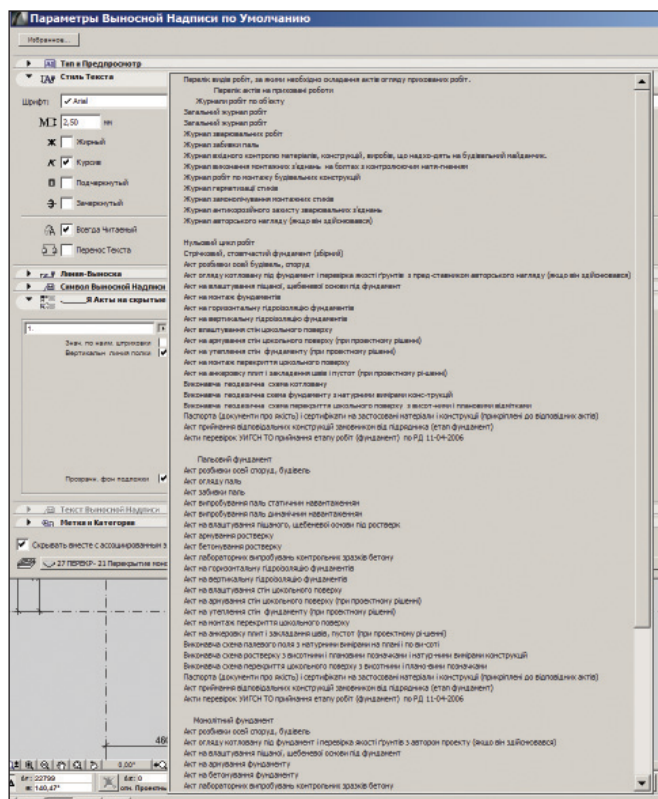


Рис. 92

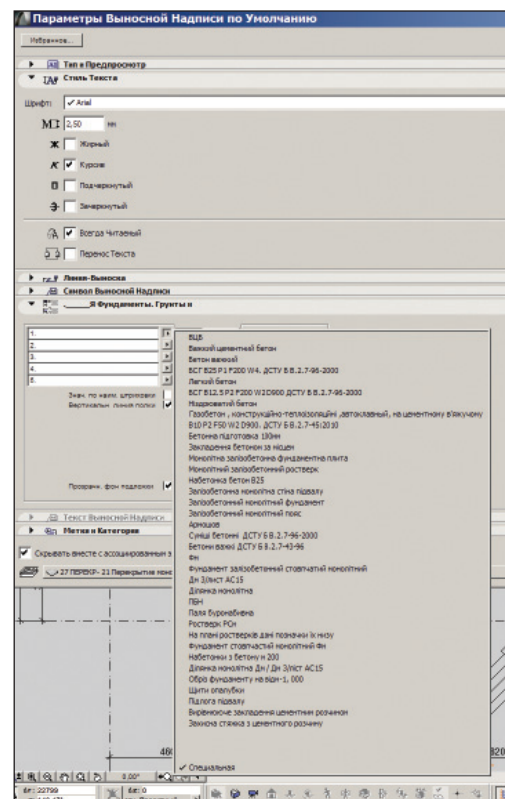


Рис. 93

Есть необходимые в повседневной работе архитектора правила проектирования помещений, где расположены газовые и отопительные приборы (рис. 90), правила устройства вентиляции. Параметры и свойства наиболее часто используемых строительных материалов

также собраны в своей выноске-справке (рис. 91). Для появления в общих данных списка необходимых актов на скрытые работы имеется соответствующая выноска, где надо выбрать нужные акты и разместить их в общих данных, которые также со-

ставлены по разным разделам проекта (рис. 92). Есть много стандартных надписей по конструктивным элементам — они не интерактивны, но их наличие избавляет от ручного ввода текста (рис. 93).

## Вам шашечки или ехать?

Итак, мы, не выходя из программы ARCHICAD, получили архитектурную и конструкторскую модель жилого здания, а на ее основе рабочие чертежи, таблицы, спецификации и многочисленные аксонометрические проекции в 3D-документах.

Надписи на приведенных чертежах, за исключением части размеров на планах, получены автоматически — непосредственно из объектов модели.

Все объекты модели сопровождаются многочисленными и чрезвычайно информативными интерактивными выносками. Сведений, которые в них содержатся, зачастую вполне достаточно не только для проектировщиков, но и для ПТО строительной организации, прораба.

Многочисленные расширенные спецификации, в которых много информации именно для строителей, значительно упрощают процесс заказа материалов и конструкций, планирование работ.

Нужны ли мне были для создания этого шаблона и библиотек какие-то дополнительные нормативные документы по BIM? Нет. Все основано на действующих нормативах.

Единственное, что давно пора сделать, дабы прекратить многочасовые споры насчет чертежей, полученных по технологии BIM, — это ввести два пункта с поправками к нормативам оформления проектной документации:

1. Таблицы, полученные в программах, работающих по BIM-технологии, по форме могут отличаться от тех, которые приведены в ГОСТ и ДСТУ, — при условии, что они содержат всю предусмотренную нормами информацию и их содержание обеспечивает однозначную интерпретацию данных. Наличие в таблицах дополнительной информации, необходимой и другим участникам строительного процесса, только приветствуется.
2. Реальные отображения объектов модели в ортогональных 2D-проекциях могут отличаться от условных обозначений, предусмотренных для уменьшения трудозатрат при ручном черчении. Они должны однозначно трактоваться при чтении чертежа. При необходимости или по желанию проектировщика виды могут быть дополнены аксонометрическими и перспективными изображениями объектов. Условные отображения, отличные от стандарта, должны быть приведены в общих данных по проекту.

После этого прекратятся споры противников и сторонников BIM, всё решающих, плоха ли программа, если, например, она не позволяет сделать толщину линий шапки таблицы большей, чем толщина линий поля той же таблицы. Утихнет полемика и вокруг многих других тем, часто напоминающая мне анекдот про таксистов: "Вам шашечки или ехать?"

Снимутся абсолютно непринципиальные вопросы, которые больше нигде в мире не являются тормозом для внедрения информационных технологий.

Мне могут возразить, что моя модель, чертежи и спецификации содержат много информации, которая не предусмотрена в проектной документации действующими нормами.

Да, цель создания шаблона и модели на его основе — это получение чертежей, предусмотренных нормативами, но, наверное, не менее важно дать строителям дополнительную информацию, с которой им было бы удобно работать. Для получения такой информации при настроенном шаблоне не требуется никаких дополнительных усилий, все формируется автоматически. Проектирование — только часть процесса создания объекта строительства, и оно должно быть более глубоко интегрировано, стать действительно органичной составляющей этого процесса.

Доступ к информации в такой модели (например, для прораба) становится проще. Каждый объект модели несет в себе всю необходимую строителю информацию, которую можно получить, не штудировав вороха чертежей.

Безусловно, создание такой модели требует хорошего шаблона и качественной дополнительной библиотеки. Внедрение этой технологии вряд ли станет успешным без серьезной подготовительной работы. Все участники процесса проектирования должны четко соблюдать технологию создания модели. Но ведь всего этого требует и любой конвейер с современной технологией, если на нем планируется выпускать высококачественный продукт.

Располагая таким шаблоном, вы можете работать по схеме, которая применяется, например, в Канаде. Там есть два вида проектировщиков: инженер, который имеет лицензию, делает все расчеты, дает задание и ставит печать на чертежи, и техники, которые эти чертежи выполняют. В небольших организациях нет даже штатной должности инженера, его приглашают по мере необходимости.

По мне так эта схема хорошо подходит для технологии информационного моделирования.

Имея все расчеты и задания на проектирование от ГИПа, проектировщик (техник) на таком шаблоне может спокойно создавать модель будущего объекта.

Если вы начнете использовать готовый шаблон, то на этапе внедрения вряд ли потеряете в темпах работы, ибо основное уже сделано и не требует времени на дополнительную проработку в пилотном проекте.

Хотя, конечно, нет предела совершенству. В процессе проектирования шаблон будет улучшаться, кто-то может предложить более простые пути решения тех или иных задач, благо ARCHICAD — программа многовариантная, позволяющая решать одну и ту же задачу разными способами.

Если вы предпочтете не ограничивать себя рамками норм, а работать в тесной связи со строителями, что особенно актуально в проектно-строительных фирмах, есть смысл организовать работу с компонентами и дескрипторами для создания на их базе сметных заданий по всем элементам модели. Тогда вы автоматически получите и объемы расходных или сопутствующих материалов — например, имея кубатуру кладки, определите количество кирпича в тысячах штук, узнаете объем раствора для всей кладки, количество раствора для монтажа блоков, плит перекрытия и многое другое. Такой проект будет намного ценнее для строителей, и ваше сотрудничество перейдет на более высокий уровень.

Нужно ли делать такую модель, пока заказчики этого не требуют, а нормами не предписано? Решайте сами. Просто один раз попробуйте передать на стройку такой проект, посмотрите на реакцию, на отношение к вашей работе, тогда и делайте окончательные выводы. Мне кажется, кто быстрее перейдет к такой технологии, тот в условиях обостряющейся конкуренции — непременно выиграет.

Удачи всем в освоении технологии информационного моделирования на базе ARCHICAD. Используйте возможность любой программы по максимуму!

*Владимир Савицкий*  
E-mail: [VladimirSavickii@mail.ru](mailto:VladimirSavickii@mail.ru)



## ➤ TEAMWORK: ЭФФЕКТИВНАЯ КОМАНДНАЯ РАБОТА ШАГ ЗА ШАГОМ



### Что такое настоящая командная работа и что делает ее эффективной?

Насколько продуктивно организована работа в команде? Этот вопрос я задал себе однажды, когда анализировал итоги одного длительного проекта. Раньше мне казалось, что для эффективности нужны хорошо слаженный коллектив и рабочий настрой. Но вскоре я убедился, что этого недостаточно.

Я много раз сталкивался с проектированием как крупных многофункциональных жилых и офисных комплексов, так и относительно небольших школ и детских садов. Вне зависимости от размера команды, результат достигается только при правильно организованной работе. Вначале необходимо определить цели и задачи. Затем правильно распределить задачи среди участников. И, что еще важнее, — хорошо наладить взаимодействие как внутри отдельных команд, так и между различными командами участников (например, архитекторами и инженерами или конструкторами). Вот здесь начинается самое интересное — командное взаимодействие в рамках проекта.

### Командная работа

Что чаще всего приводит к увеличению сроков и к неправильному результату?

Отсутствие четких договоренностей и свободное распределение задач, как правило, очень благотворно влияют на атмосферу дружеской работы. Так происходит до той поры, пока не приблизился один из дедлайнов. Затем вдруг выясняется, что часть необходимой работы попросту не распределена или про нее вовремя никто не вспомнил. Кто-то не сказал о своих изменениях, забыли учесть выданное инженерами задание, а кто-то по нехватке опыта просто наделал ошибок.

Хорошо, если команда сидит за одним столом и общается в течение всего дня — тогда все нестыковки быстро отлавливаются и исправляются. Но как только работники рассредотачиваются, необходимы особые инструменты совместной работы.

### Знакомство с Teamwork. Как все начиналось

В 2008 году наша проектная мастерская разрабатывала в ARCHICAD проект школы. Тема командной работы еще не звучала тогда так остро, программных продуктов в этой области было немного. Мы решили использовать возможности инструмента Teamwork, предложенного в проверенном ARCHICAD. Это была работа в едином групповом файле, расположенном в сетевой папке с общим

доступом. Нам нравилось, что все участники могут работать в единой модели, что изменения, внесенные одним архитектором, отображаются на компьютере другого. Доступ к модели попросили и конструкторы, работавшие в 2D, используя AutoCAD: общая модель позволяла им получать самую свежую информацию об изменениях в архитектуре.

### В первой версии Teamwork были и свои сложности...

Основная сложность заключалась в том, что доступ к модели обеспечивался по очереди. Каждый пользователь самостоятельно обновлял модель, целиком отправлял ее в общую папку, а затем получал модель обратно, но уже обновленную другими пользователями. Такой порядок не обеспечивает достаточной скорости. Вследствие этого архитекторы не слишком хотели обновлять общую модель: дожидаться обновленного варианта можно было по нескольку дней. А если в конце рабочего дня кто-то начинал отправку обновлений, остальным приходилось задерживаться, чтобы дождаться их получения.

Не самой удобной оказалась и схема резервирования. Требовалось заранее договориться, какой специалист за что отвечает, выделить ему отдельный рабочий набор, обычно состоявший из набора

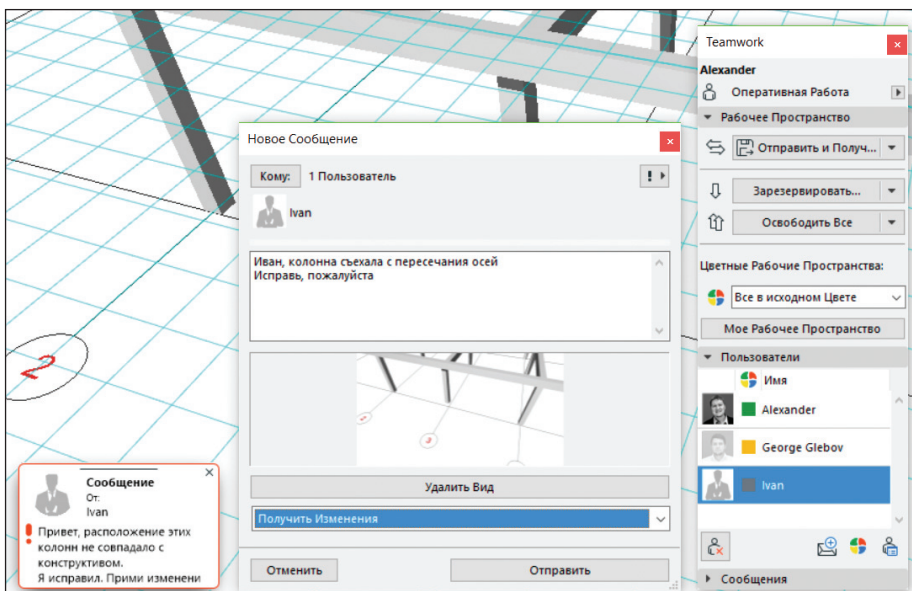


Рис. 1. Отправка сообщений пользователям

слоев либо целого рабочего этажа. Выделение для работы отдельного фрагмента модели тоже не давало гибкости. Например, стены приходилось делить на части по границам рабочих захваток. Еще одним минусом было отсутствие коммуникации. Кто знает, не обновлял ли вчера вечером сотрудник, который сегодня не на работе? Правда, был инструмент, позволявший проверить, кто и когда отсылал изменения.

#### Настоящее счастье пришло с версией 2.0

При всех перечисленных трудностях возможности первой версии Teamwork казались нам счастьем. Каким же было наше удивление, когда вышла актуальная и по сей день версия Teamwork 2.0 — BIM-сервер для распределения всех задач. У нас появилась возможность запускать его или на отдельном сервере, или на чьем-либо рабочем компьютере. BIM-сервер позволил сразу решить все проблемы, которые возникали бы при работе с общим файлом.

Новая версия предоставила множество возможностей. Вот только некоторые из них: гибкое распределение рабочего пространства, удобные средства коммуникации, управление общими параметрами проекта и реквизитами без отключения других участников, высокая скорость обмена данными.

#### Средства коммуникации в команде

Очень важно использовать инструменты общения внутри команды. Как минимум, это должны быть средства коммуникации с возможностью привязаться к проекту.

Самыми простыми средствами являются различные чаты, скайпы и почтовая пересылка — можно достаточно оперативно обратиться к команде, указать на деталь проекта, прислать картинку, сделать запрос.

Специально для межплатформенного взаимодействия разработан универсальный BIM Collaboration Format (BCF), позволяющий сохранять комментарии, расположение камер, снимки экрана и 3D-сечения. Этот формат работает как дополнение к универсальному формату обмена данными Industry Foundation Classes (IFC).

Важно, что с этими форматами можно работать как в основных программах BIM-моделирования зданий, так и в инструментах проверки BIM-моделей — например, Solibri или Navisworks.

Для командной работы необходимо, чтобы аналогичные функции были внутри самого инструмента, так как это позволяет связать запросы с элементами модели. Например, в Teamwork ARCHICAD реализована функция обмена сообщениями с возможностью запросов. Сообщение привязано к конкретному элементу модели и позволяет добавить действие — например, получить изменения, зарезервировать элемент или назначить его конкретному пользователю (рис. 1).

В отдельной панели можно управлять всеми запросами, посмотреть ссылки на элементы модели. Чтобы найти обсуждаемый элемент в модели, достаточно открыть приложенный к сообщению вид. И, что очень важно, все запросы об-

рабатываются единым BIM-сервером и доступны в любое время вне зависимости от других участников. Это позволяет удобно работать даже в удаленных точках земного шара.

#### Основные понятия Teamwork BIM-сервер

В отличие от многих современных BIM-инструментов, Teamwork не работает с общим файлом модели. Он использует BIM-сервер для обеспечения совместного доступа к модели, управления всем проектом и обмена данными между участниками. Это, не утруждая пользователей, решает все задачи управления групповыми проектами. Важно понимать, что такая клиент-серверная технология поддерживает полноценный непрерывный доступ к проекту вне зависимости от загрузки иных участников. Например, все участники проекта могут одновременно отправлять или получать изменения.

Увеличить скорость связи с BIM-сервером команде разработчиков GRAPHISOFT удалось в первую очередь благодаря технологии Delta Server. На сервер отсылается не вся модель, а только измененная ее часть. Согласитесь, зачем гонять туда и обратно гигабайты одинаковых данных, которые уже у всех имеются? Delta Server обеспечивает значительное увеличение скорости синхронизации модели по сравнению с пересылкой всего проекта. Но и для постоянной пересылки больших объемов данных у GRAPHISOFT имеется интересные решения. При работе с BIMcloud, например, DeltaCache-сервер постоянно и непрерывно подкачивает все изменения проекта в ваш офис или на компьютер, даже если основной сервер находится на другом конце земного шара. Когда понадобится обновить модель, вся информация будет под рукой. Это позволяет забыть о сетевых ограничениях и работать с большими проектами в различных офисах, не привязываясь к единому месту нахождения.

При отсутствии соединения с сервером пользователь может продолжать работу без потери данных — модель будет синхронизирована при первом же обращении к серверу.

#### Гибкая система резервирования

Возможность гибкого резервирования тоже появилась с выходом Teamwork 2.0. Эта версия предоставила полную свободу резервировать любые данные проекта практически на лету (рис. 2-3).



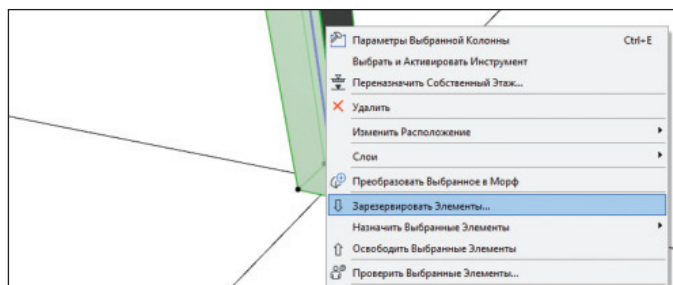


Рис. 2. Резервирование любого элемента модели через контекстное меню

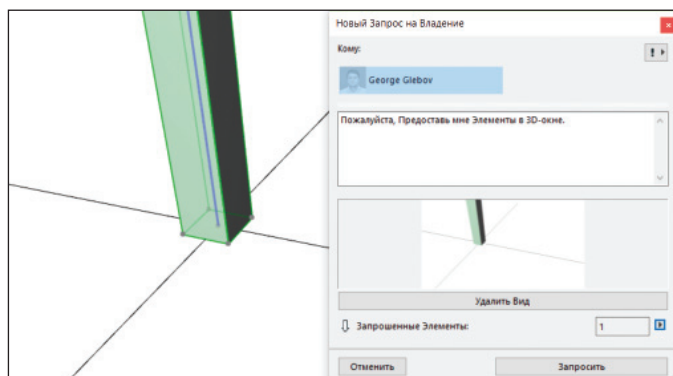


Рис. 4. Запрос на владение элементом модели

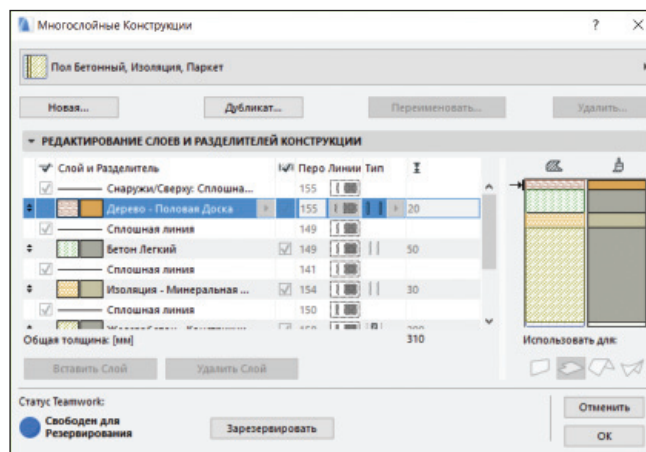


Рис. 3. Резервирование списка реквизитов

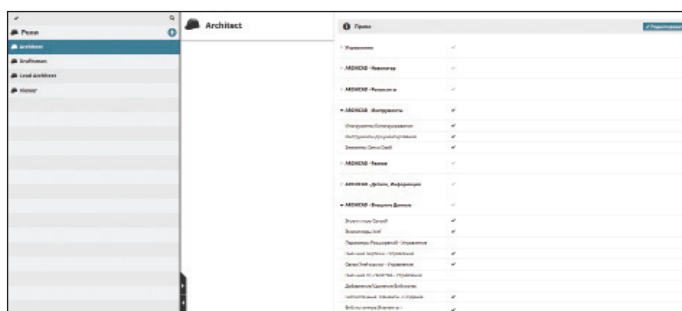


Рис. 5. Управление правами доступа к проекту для различных ролей

Доступ к элементам осуществляется по запросу в режиме реального времени, переименовывать рабочее пространство не требуется. Для резервирования достаточно выбрать нужный пункт во всплывающем меню. Такой подход исключает случайное резервирование элементов модели и случайные изменения.

Чтобы зарезервировать реквизиты модели, надо просто нажать соответствующую кнопку, которая есть в большинстве панелей настроек. Перья, типы линий, слои, многослойные конструкции — всё можно редактировать в реальном времени и без необходимости монопольного доступа к проекту.

Модуль Teamwork отслеживает свободу всех элементов в проекте. Элемент, занятый кем-то другим, можно запросить (рис. 4), прикрепив к запросу сообщение и вид, помогающий найти элемент в модели. Сообщение дойдет мгновенно. Даже если адресат не у компьютера, он получит эту информацию как только подключится к проекту.

Настройки прав доступа охватывают весь спектр необходимых ограничений и привилегий: от атрибутов до конструктивных элементов. Зарезервировать можно любые реквизиты проекта и настройки, причем другим участникам не приходится освобождать для этого свою

часть модели. Для изменения параметров достаточно иметь необходимые полномочия в соответствии с ролью в проекте. Резервирование элементов модели происходит отдельно от реквизитов проекта. Участники командного проекта, более не обремененные излишней зависимостью друг от друга, получили очень гибкие и широкие возможности взаимодействия.

Вспоминаю восторги немецкого коллеги, когда сразу после выхода Teamwork 2.0 он протестировал функции резервирования и делился своими впечатлениями. Его искренне восхищала возможность наблюдать за изменением 3D-модели другими участниками проекта. Действительно, весь процесс напоминает склеивание единого макета на одном столе. Конечно, в действительности это было не совсем так: модель обновляется только при получении изменений, а каждый элемент необходимо сначала зарезервировать. Но, безусловно, эта технология впечатляет.

#### Отправка и получение изменений

В работе используется прозрачная схема синхронизации. Статус (занят/свободен) виден у всех элементов в режиме реального времени.

Работа с BIM-сервером позволяет управлять отсылкой изменений проекта. Во-

первых, как уже сказано, пересылается только измененная часть проекта, что обеспечивает высокую скорость обмена. Во-вторых, разделяются отправка и получение изменений. Система резервирования элементов на BIM-сервере организована так хорошо, что исключает ошибки при получении изменений от других пользователей без отправки своих наработок. В работе с отдельным групповым файлом, чтобы выполнить взаимную состыковку измененных частей модели, приходится отсылать и получать всю модель, а Teamwork позволяет и отдельно отправить изменения, и отдельно их получить. Это дает возможность не отсылать свое еще незаконченное решение и в то же время получать все изменения от других пользователей.

#### Безопасность прежде всего!

Для обеспечения защиты доступа к проекту существует система распределения ролей. Teamwork позволяет очень гибко настраивать роли участников (рис. 5). Например, разрешить доступ ко всему, кроме реквизитов проекта, либо ограничить доступ к параметрам экспорта. Сейчас я расскажу, почему это важно.

Практически на всех наших проектах, которые разрабатывались более полугодом, состав команды не оставался неизмен-

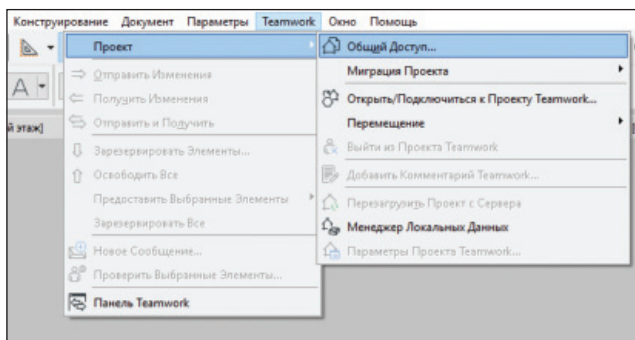


Рис. 6. Первый шаг – открыть общий доступ к проекту

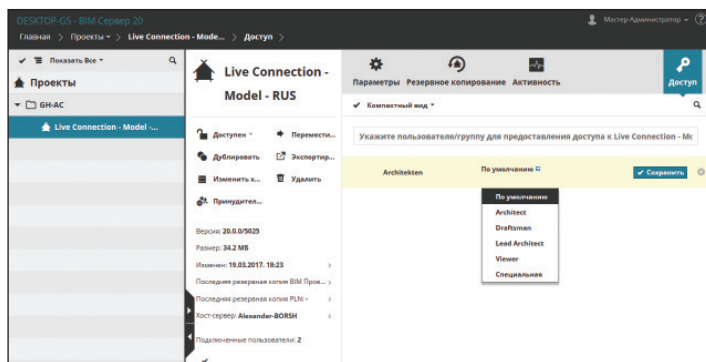


Рис. 7. Второй шаг – определить участников

ным, он увеличивался или уменьшался. Иногда для своевременной сдачи проекта приходилось привлекать в помощь сотрудников из соседних проектных команд. И самым губительным для проекта оказывалось различие в опыте проектирования. Если сработавшаяся команда имела общий подход к решению той или иной задачи, то новички могли делать модель совсем не так, как было запланировано. Прежде всего это относится к созданию реквизитов (например, слоев или многослойных конструкций), но касается и построения самой модели – например, привязок стен в плане и по высотам. Зачастую корректировка таких "внедрений" требует значительного времени. У меня был случай, когда приходилось тратить неделю на исправление, а потом еще до самого окончания проекта все его участники обнаруживали "сюрпризы"...

Здесь очень выручает заблаговременное описание стандартов работы по проекту либо описание BIM-стандарта. Так же, как и при раздельной работе, командная работа Teamwork позволяет организовать сложносочиненную структуру модели, состоящую из нескольких частей, находящихся на общем сервере. Например, разделить по разным моделям фасады, конструктив и отделку либо разбить комплекс по разным зданиям. Все настройки сервера и проекта доступны через браузер на любом компьютере. При необходимости можно обеспечить к ним удаленный доступ через Интернет. Защита доступа как к проекту, так и к серверу обеспечивается паролем.

## Teamwork в два шага: как легко начать?

Большинство проектировщиков неохотно начинают самостоятельную работу в командном проекте – опасаются сложности настроек и появления дополнительных ограничений. Однако с Teamwork от GRAPHISOFT всё действительно просто.

В качестве первого шага достаточно нажать кнопку *Открыть общий доступ к проекту* и указать место на BIM-сервере (рис. 6). Остальное BIM-сервер сделает за вас. Он и разместит проект, и установит систему резервного копирования, и подготовит все остальные настройки для совместной работы.

Далее требуется только указать, кому из участников будет доступен проект (рис. 7) и какие при этом накладываются ограничения. Безопасность и контроль распространяются на всё, в том числе и на доступ к проектам.

Это особо важно при работе с проектами, доступ к информации по которым ограничен для определенного круга участников.

## Работа с групповым проектом практически не отличается от работы с одиночным

Принцип работы с общей моделью прост. Вместо открытия файла на компьютере загружаем проект с сервера Teamwork в том же диалоговом окне открытия файла. В процессе работы можно получать или отправлять на сервер текущие изменения модели. Перед завершением работы отправляем все изменения и закрываем программу.

С проектом могут одновременно работать несколько участников – каждый со своими правами доступа.

Одним из отличий групповой работы Teamwork от работы в файле является возможность не обновлять модель и не отсылать изменения до завершения определенного этапа работы. Скажем, пока идет поиск удачной планировки или в процессе построения сложного узла.

Хорошей практикой является освобождение зарезервированного рабочего пространства в конце работы. Это позволяет остальным участникам не дожидаться вашего ответа, если им срочно потребовалось что-то поменять (например, перед выпуском исправить опечатку на листе, который исполнил другой участник). Если важно, чтобы на следующее утро никто случайно не зарезервировал ваш кусок работы, можно оставить его за собой. Чтобы не следить за занятым пространством и отсылкой изменений вручную, можно настроить автоматическое освобождение всех данных и отправку всех изменений при закрытии проекта Teamwork.

Можно сохранить локальную копию и работать с ней автономно, пока не возникнет необходимость отослать изменения в общую модель на BIM-сервере (рис. 8). Свои плюсы имеет размещение проекта на BIM-сервере для последующей индивидуальной работы (рис. 9). Доступ к нему можно организовать с любого компьютера – и экспериментировать с различными частями проекта, не отправляя

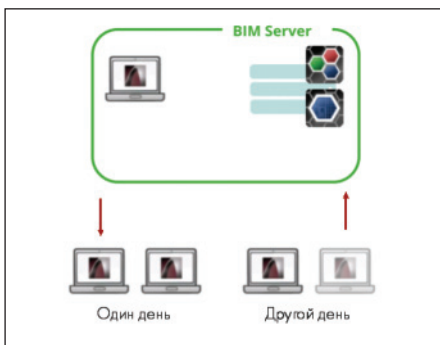


Рис. 8. Работа с локальной копией

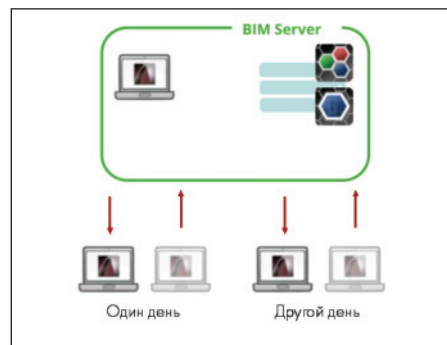


Рис. 9. Работа на BIM-сервере



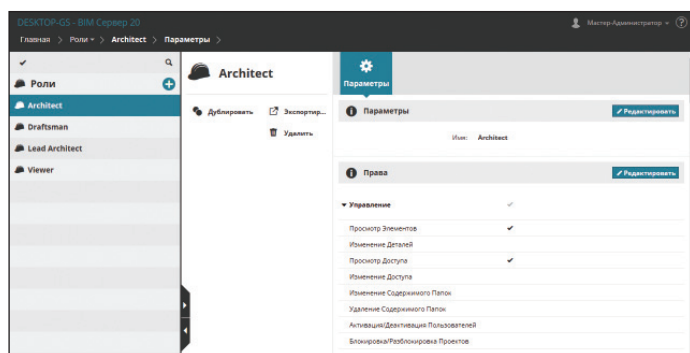


Рис. 10. Управление ролями проекта на BIM-сервере

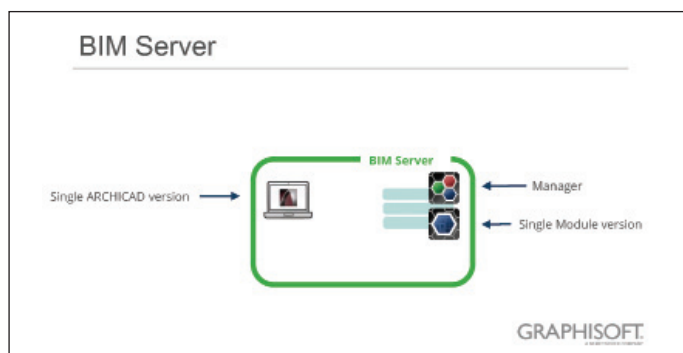


Рис. 11. BIM-сервер. Простая структура. Единая версия модуля сервера. Единый модуль управления BIM Manager

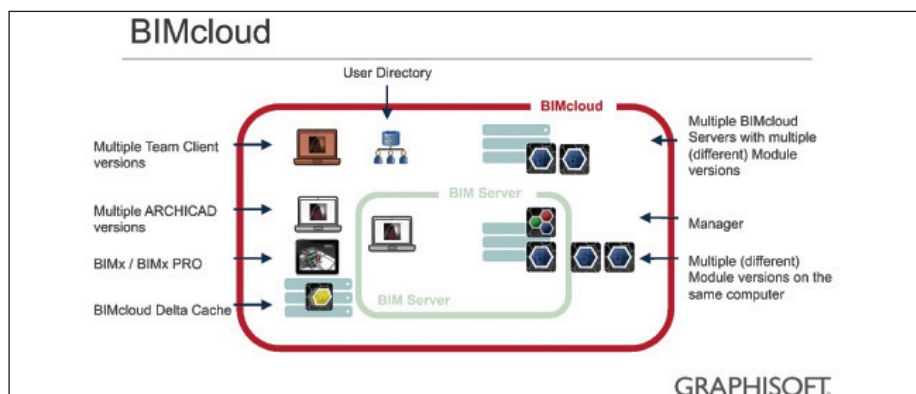


Рис. 12. BIMcloud. Разветвленная структура. Различные версии модуля сервера. Единый модуль управления BIMcloud Manager

изменений, пока не будет найден наилучший вариант.

### Распределение ролей

Настройка ролей в проекте, а также их применение осуществляются через интерфейс BIM-сервера (рис. 10). Это очень гибкие настройки доступа к построению модели, управлению и просмотру. Для проектов применяются как групповые политики ролей, так и индивидуальные.

Можно по отдельности управлять инструментами конструирования и документирования, предоставив одним участникам доступ к построению BIM-модели, а другим — к документированию.

Teamwork позволяет настроить для ролей параметры доступа к общим настройкам проекта, общей информации о проекте, связи с внешними данными. При работе над сложными объектами полный доступ следует предоставлять лишь специалистам, разбирающимся в структуре модели проекта. Таких специалистов обычно единицы.

Возможна настройка различных схем ролей, которые затем будут применяться к любым участникам. Важно, что в разных проектах один и тот же человек может иметь различные роли — это полностью соответствует требованиям гибкости при назначении задач в командах.

### Рекомендации по работе

BIM-сервер позволяет одновременно работать с определенным количеством проектов. Обычно GRAPHISOFT рекомендует использовать на одном сервере около 20 рабочих проектов и задействовать 20 активных пользователей. Однако большим проектным организациям следует присмотреться к технологиям BIMcloud. Организованная сеть BIMcloud-серверов снимает ограничения по количеству одновременно выполняемых проектов.

### Настройки



### Сервер

Настройки BIM-сервера (рис. 11) следует доверить ответственному лицу, тесно общающемуся с IT-специалистами вашей компании. От его правильной работы зависит стабильность системы и скорость работы. Однако если вы разбираетесь в компьютерах и достаточно подкованы в IT, вам не составит особого труда выполнить настройки самостоятельно.

Необходимо ознакомиться с документацией и требованиями к серверу. В малых офисах стало обычной практикой устанавливать сервер самостоятельно на один из компьютеров, который доступен в рабочее время.

В крупных офисах выделяется отдельный BIM-сервер, который обеспечивает стабильный и круглосуточный доступ к проектам. Если доступ к модели необходимо настроить одновременно из нескольких офисов, со строительной площадки или из офиса заказчиков, организуется сеть серверов — BIMcloud (рис. 12).

BIMcloud может состоять из нескольких серверов различных версий (18-й, 19-й, 20-й). Для обеспечения синхронизации на больших расстояниях используется BIMcloud Delta Cache. При взаимодействии со смежниками, строителями или заказчиками, у которых не установлен ARCHICAD, используется BIMx — средство проверки и коммуникации, предоставляющее мобильный доступ к модели. Для организации сети BIMcloud можно воспользоваться помощью службы поддержки вашего представителя GRAPHISOFT.

### Настройки проекта

Прежде чем начать групповой проект, необходимо его подготовить. Если у вас есть шаблон организации проекта, подготовка выполняется на его основе.

Сначала нужно распределить структуру модели. Если проект небольшой, работу можно выполнять в одном файле. В случае достаточно крупного проекта стоит заранее разбить его на различные модули, назначив им единую схему реквизитов с одинаковыми индексами (рис. 13). При подгрузке модулей друг к другу реквизиты будут заменять друг друга, а не дублироваться.

Далее заполняется информация о проекте, определяется система координат,

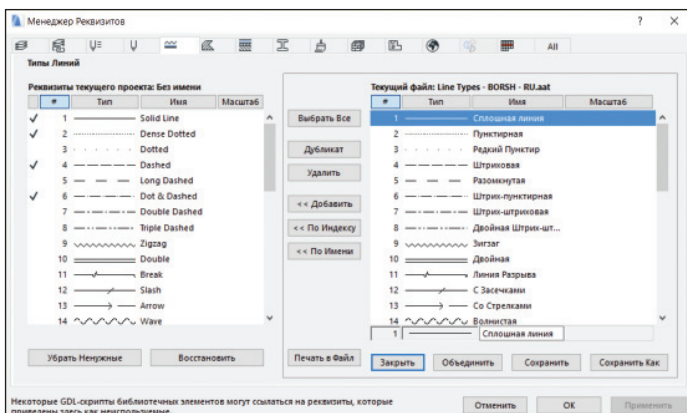


Рис. 13. Одинаковые номера индексов реквизитов для объединения модулей. Показано объединение различных языковых модулей

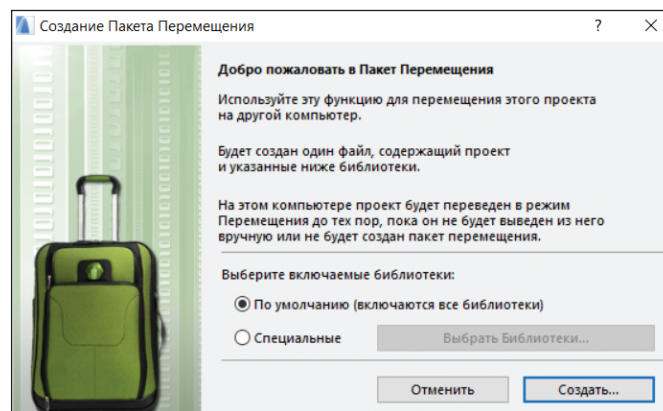


Рис. 14. Создание Пакета Перемещения

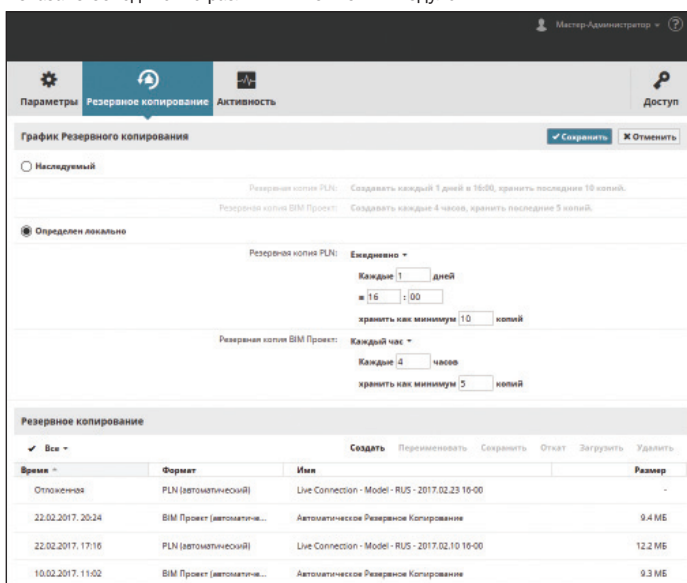


Рис. 15. Настройка и отслеживание резервного копирования на BIM-сервере

задаются отметки уровней, настраивается структура рабочих видов и макетов. Впрочем, если этого не сделать перед началом работ, их последующее изменение не приведет к корректировке модели, уже выполненной другими участниками. Желательно подгрузить в проект всю библиотеку элементов, которые предполагается использовать, — это позволит избежать дублирования при последующем добавлении отдельных элементов. Оптимально наличие в команде одного ответственного специалиста, который будет следить за моделью, своевременно проверять ее, поддерживая порядок в ней и ее настройках. По моему опыту, способны на это отнюдь не все профессионалы.

Благодаря возможности создания Пакета Перемещения (рис. 14) можно значительно ускорить включение в работу удаленного пользователя — в таком случае нет необходимости в первичной загрузке проекта через Интернет. Файл можно

перенести на флеш-накопитель, а затем с помощью Интернета подключиться к BIM-серверу и осуществлять только обмен измененными данными.

### Резервные копии

Правильная настройка сохранения резервных данных проекта гарантирует сохранность информации в случаях ошибок проектирования (рис. 15). Управление резервными копиями проекта через меню BIM-сервера позволяет организовать как создание таких копий, так и сам процесс восстановления проекта.

Резервные копии автоматически формируются в соответствии с настроенным расписанием — например, каждые два часа либо ежедневно в конце рабочего дня. Есть возможность создавать как резервную копию BIM-проекта со всеми настройками сервера (например, с распределением участников), так и самостоятельные рабочие файлы проекта, которые затем можно открыть на компьютере.

Сервер самостоятельно определяет момент создания модели, привязывая этот процесс ко времени отсылки изменений пользователями. Когда с моделью или с настройками проекта не происходит никаких изменений, BIM-сервер не выполняет копирования, что позволяет не дублировать в архиве абсолютно одинаковые данные проекта.

Резервная копия всего BIM-проекта с настройками пользователей создается по расписанию за счет ресурсов BIM-сервера, а сохранение резервной копии самостоятельного рабочего файла проекта создается за счет ресурсов на компьютере пользователя. Такой файл будет отправлен на сервер при следующем обновлении модели.

### Изменение настроек в процессе работы

В процессе проектирования Teamwork позволяет изменить абсолютно любые настройки.

Приступая к очередному проекту, я часто открываю общий доступ к файлу и оговариваю с коллегами ту часть работы, в которой они могут работать без накладок, или же мы совместно выполняем настройки. Например, один участник занимается разбивкой осей и структурой здания, другой настраивает структуру будущего альбома чертежей, а третий может подбирать необходимые реквизиты.

В любое время к проекту можно подключить новых специалистов и новые модули, да и перераспределить всю структуру проекта. Например, отделить сложные фасады в отдельный модуль.

### Ошибки и их исправление

Работа не бывает идеальной и абсолютно безошибочной. Ошибки могут появляться и по неопытности, и при несогласованности команды. Так что очень



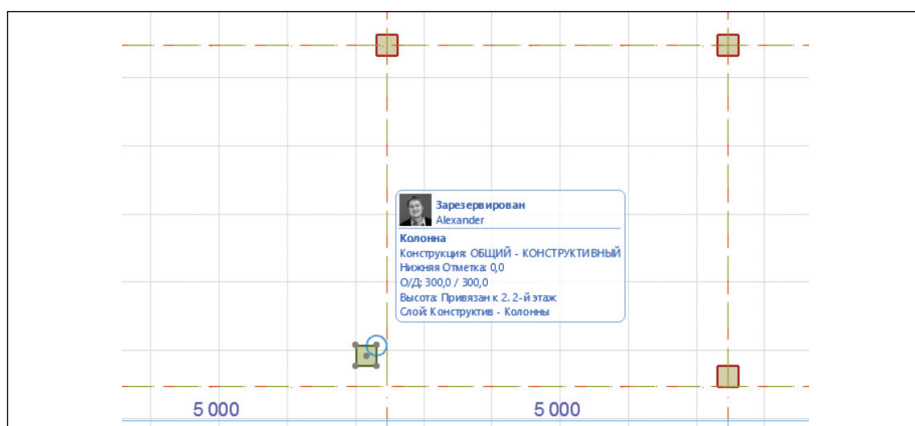


Рис. 16. Зарезервированный элемент будет подсвечен серым цветом. Его невозможно изменить, предварительно не запросив к нему доступ

важно не только исправлять неточности, но и предотвращать возможность их повторения.

Технология обмена данными с сервером устроена так, что она позволяет избежать любых ошибок сети. Даже, если сеть пропадает в процессе отправки изменений, это никак не повлияет на их целостность.

Сама схема работы только с зарезервированным пространством модели делает невозможным случайное удаление или подвижку неиспользуемых элементов (рис. 16).

Потому я рекомендую всем сотрудникам резервировать только ту часть модели, с которой идет непосредственная работа, а после изменений сразу ее освобождать. Другими словами, взял с общего стола, поработал и сразу верни на место...

Зачастую необходимость исправить ошибку или вернуть старое решение возникает когда проектная группа уже выполнила большой объем работы. В таком случае крайне нежелательно, теряя эти результаты, "откатывать" проект до ре-

зервной копии. Гибкость Teamwork позволяет, не отвлекая от работы других участников группы, вручную добавить либо заменить элементы модели из резервного файла.

Очень часто приходится сталкиваться с дублированием реквизитов. Обычно это происходит, когда копируются части модели из других проектов. Менеджер реквизитов обеспечивает возможность гибко настроить замену одних реквизитов другими сразу по всему проекту, исключив дубликаты. Тут же можно привести в порядок все реквизиты проекта. Любые отдельные реквизиты или их наборы мы можем перенести между проектами либо сохранить отдельным файлом для последующего импорта (рис. 17). Целям управления всеми настройками проекта служат такие инструменты, как Организатор, Менеджеры чертежей, библиотек, реквизитов (рис. 18). Все они поддерживают гибкие настройки для управления структурой проекта в любой момент работы с ним. Например, с помощью Организатора можно копировать

непосредственно в проекте готовые листы или даже целые альбомы. Существует возможность переноса листов или макетов между различными проектами.

Конечно, самый верный способ недопущения крупных ошибок — это постоянное обучение коллег навыкам работы с инструментом и тесное взаимодействие в команде. Очень важно показывать сотрудникам типичные ошибки, возможность их отслеживания и исправления, чтобы они могли делать это самостоятельно.

Приступая к командной работе с Teamwork, важно понимать, что это не накладывание ограничений на проектирование, а, наоборот, открытие новых возможностей и свобода в работе!

## Материалы по Teamwork

Более подробно ознакомиться с Teamwork ARCHICAD можно, поискав информацию на YouTube-канале компании GRAPHISOFT, а также на специализированных ресурсах вендора:

- [helpcenter.graphisoft.ru](http://helpcenter.graphisoft.ru): руководство по Организации Совместной Работы в ARCHICAD 20;
- [www.graphisoft.ru](http://www.graphisoft.ru): обучение, часть 5 — Использование Teamwork;
- [официальный канал YouTube](#): Teamwork в ARCHICAD 20.

В заключение скажу, что команде GRAPHISOFT удалось создать уникальный продукт. В связке с очень простой и в то же время мощной системой доступа к проекту, с визуальным и полностью интерактивным резервированием элементов, надежным подходом к безопасности данных BIM-сервер действительно выводит групповую работу на высокий уровень.

**Александр Анищенко,**  
архитектор,  
управляющий партнер компании BORSH

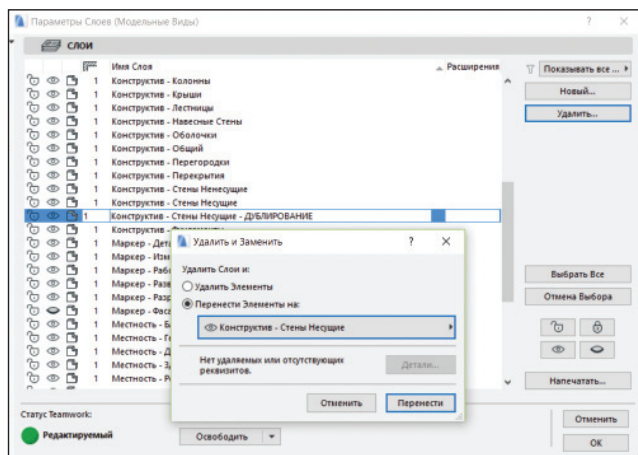


Рис. 17. Управление слоями ARCHICAD позволяет удалить дублирующий слой, а существующие элементы модели перенести на оригинальный

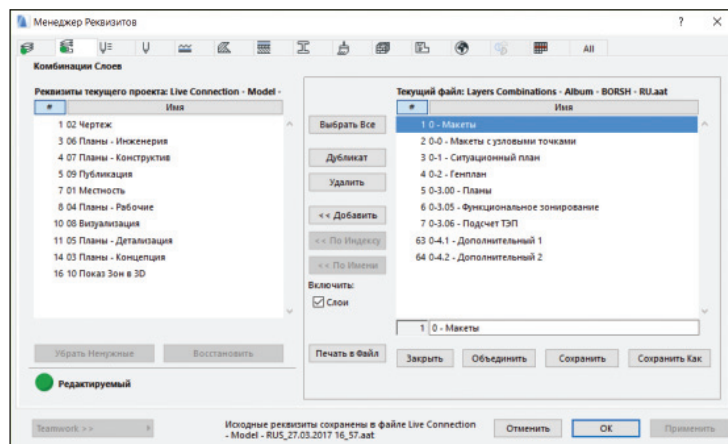


Рис. 18. Менеджер Реквизитов

## ➤ ARCHICAD: СПОСОБЫ ОТОБРАЖЕНИЯ ЗНАЧЕНИЯ ПЛОЩАДИ НА ПЛАНЕ

Штриховка, Зона, Выносная надпись с IFC-параметрами

Архитектору, дизайнеру часто приходится задумываться, как показать площадь того или иного элемента на плане. Казалось бы, такой простой вопрос, но ответ на него не совсем очевиден.

Итак, попробуем разобрать несколько стандартных способов отображения значения площади на плане. В качестве примера возьмем элемент *Перекрытие* и будем использовать:

- инструмент *Штриховка*;
- инструмент *Зона*;
- инструмент *Выносная надпись* и IFC-параметры.

### Инструмент *Штриховка*

Самый простой способ — использование инструмента *Штриховка*. В диалоговом окне параметров штриховки (рис. 1) можно настроить ее основные параметры: отображение контура, графическое обозначение материала в сечении, способ построения, слой, перья — и здесь же установить "галочку" для отображения площади.

Результат не заставит себя ждать (рис. 2). В качестве параметров текста для площади берутся настроенные по умолчанию

параметры размерного текста. Их можно изменить в соответствии с требуемым результатом, выделив текст и выбрав нужные настройки из контекстного меню *Параметры текста размера*.

Выводы:

- преимуществом такого способа является простая настройка с быстрым получением требуемого результата;
- недостаток: дополнительное построение 2D-элемента (штриховки) на плане. Понятно, что на трехмерном представлении объекта штриховка не отображается, но задумайтесь, ведь перекрытие в данном помещении

уже существует, и было бы здорово взять параметры именно этого перекрытия. Теоретически даже можно допустить, что площадь перекрытия сложного помещения не совпадет с площадью штриховки: это же два разных элемента, и как они были созданы — поди потом разберись. Отсюда могут возникнуть неточности в подсчете площади.

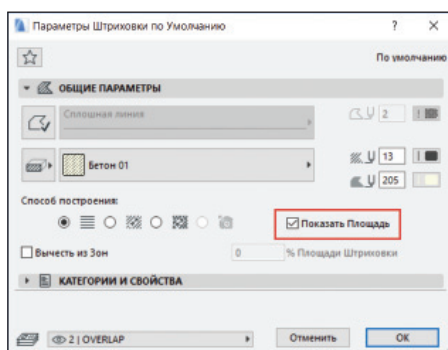


Рис. 1. Настройка инструмента *Штриховка*

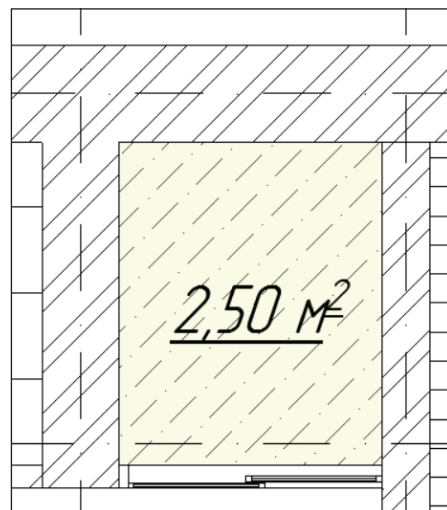


Рис. 2. Штриховка на плане



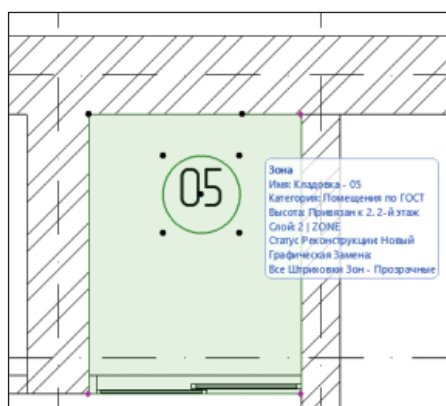


Рис. 3. Обозначение помещения на плане с помощью инструмента *Зона*

### Инструмент *Зона*

Для получения автоматической экспликации помещений объекта, его технико-экономических показателей и цветового представления по различным критериям, безусловно, удобно оперировать инструментом *Зона* (рис. 3).

И конечно же, раз мы создали в проекте эти элементы, удобно использовать их для подсчета площади, а не создавать, например, дополнительные 2D-элементы — штриховки. Для отображения площади перекрытия (например, пола) в данном помещении нам потребуется настроить *паспорт зоны*, то есть обозначение помещения. Настройку паспорта можно выполнить в диалоговом окне параметров самой зоны (рис. 4).

Такой результат устроит не всех. В этом случае нет возможности настроить представление текста курсивом, не показываются единицы измерения, типы маркировок ограничены и не всегда дают нужное отображение. Можно сменить паспорт зоны — для этого в категориях зон (*Параметры/Реквизиты элементов/Категории зон*) следует заменить паспорт на другой и настроить его под необходимые требования (рис. 5), но надо учесть, что паспорт меняется на планах для всех зон (помещений) данной категории. Конечно, есть возможность настроить паспорт для каждой зоны в отдельности, но это не всегда удобно и также ограничено возможностями выбранного паспорта зоны для данной категории. Тем не менее, вариант есть, и он рабочий.

Выводы:

- преимуществом такого способа является отсутствие дополнительных элементов в проекте; используются зоны (помещения), без которых не обходится сейчас ни один проект. Существует довольно гибкая настройка

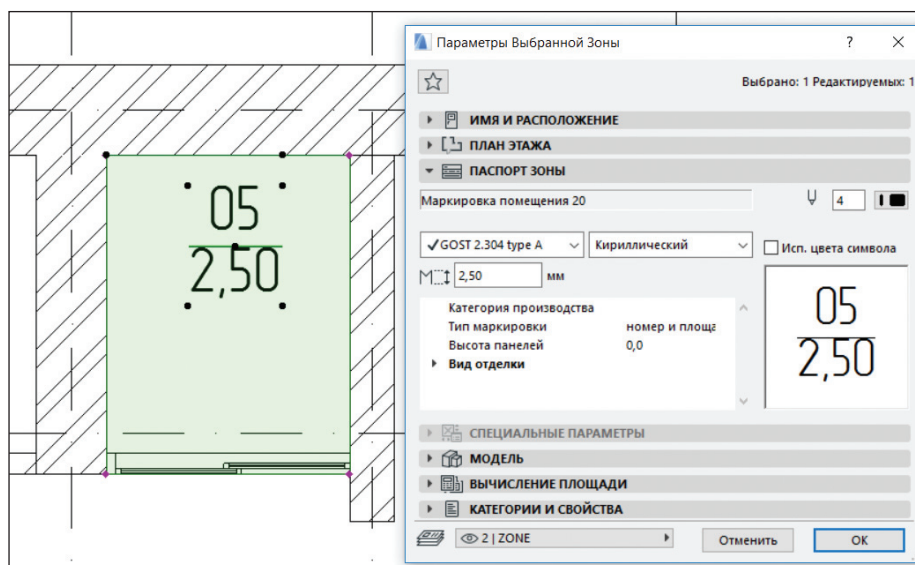


Рис. 4. Диалоговое окно параметров зоны

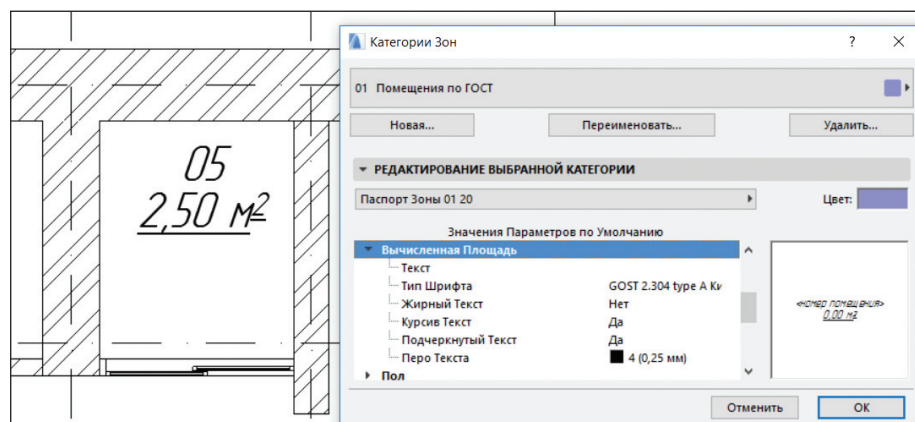


Рис. 5. Диалоговое окно настройки паспорта зоны для категории

паспорта зоны, с выводом различных параметров. Теоретически можно создать собственный библиотечный элемент паспорта зоны, если не устраивают варианты паспорта, предоставляемые в ARCHICAD по умолчанию;

- минусов у этого способа, пожалуй, больше, чем у предыдущего. Почему? Главная причина недостатков отображения площади на плане лежит в самом предназначении зоны.

- Я умышленно показывал на приведенных рисунках номер зоны, так как паспорт зоны нужен в основном для маркировки зон (помещений), а все другие параметры зоны (наименование, вычисляемая площадь, отделка пола и т.д.) являются вспомогательными. Вспомогательные параметры могут показываться на одном плане и отсутствовать на другом. Комбинация вспомогательных

параметров на разных планах может варьироваться. Но паспорт для этой зоны один. Его, конечно, можно скрыть, но маркировка зоны (помещения) нужна хотя бы для составления экспликации со всеми необходимыми параметрами, а также для общего понимания плана. Так что включить в паспорт площадь зоны можно, но отображать его на всех планах, где указан номер зоны, не всегда нужно и целесообразно.

- Еще одним существенным недостатком этого способа является наличие в одной зоне нескольких элементов, для которых нужно показать площадь на плане. Паспорт зоны показывает общую площадь — без возможности обозначить на плане площадь каждого из элементов. Приведу примеры: в одной зоне два разных напольных покрытия — плитка и ламинат, нужно

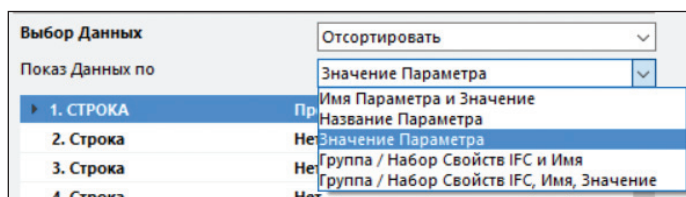


Рис. 6. Выбор критериев показа данных для *Выносной надписи*

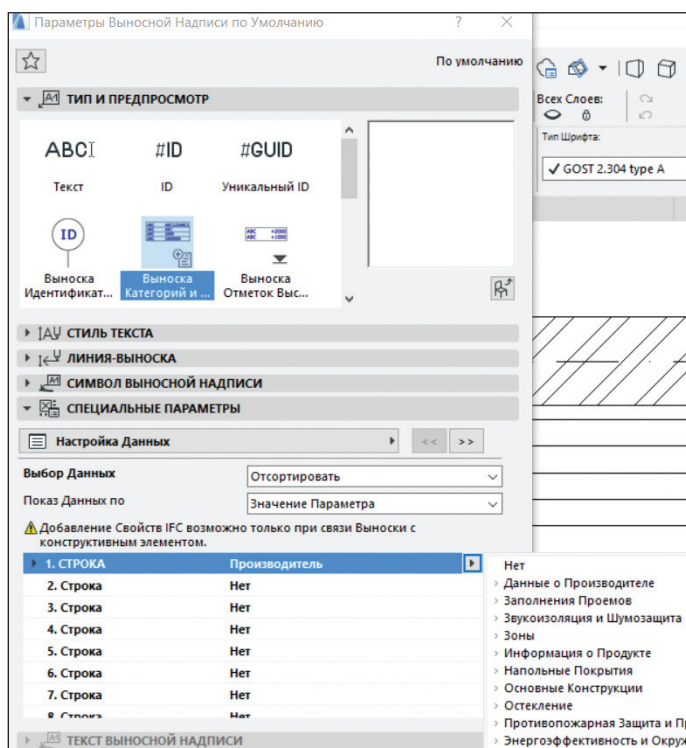


Рис. 7. Диалоговое окно настройки параметров *Выносной надписи*

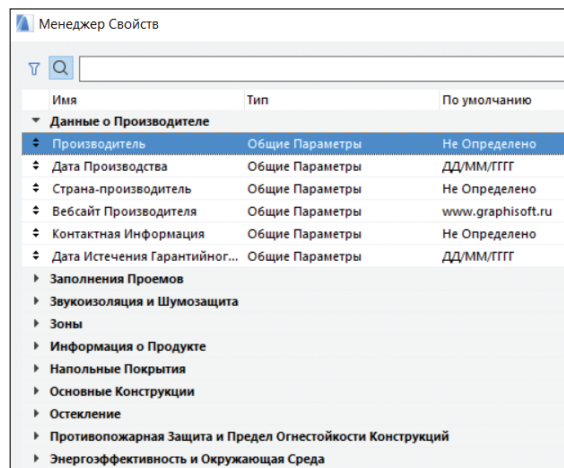


Рис. 8. Диалоговое окно *Менеджер свойств*

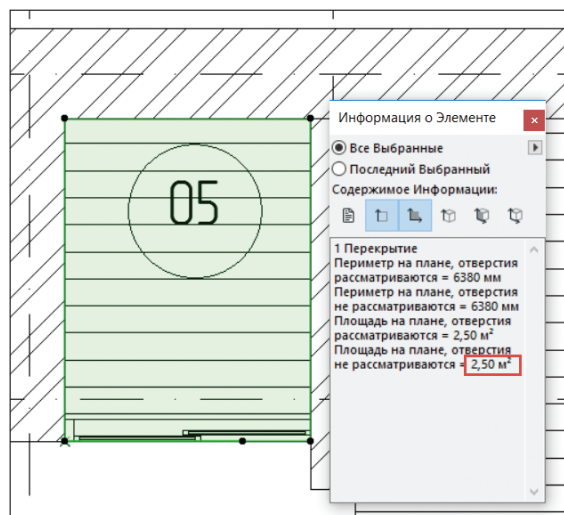


Рис. 9. Панель *Информация о элементе*

показать на плане полов площадь каждого покрытия; в одной зоне два типа потолка — из гипсокартона и натяжной, нужно показать на плане потолка площадь каждого из них. В этих случаях можно сделать в одной зоне две штриховки, но выше я уже описал их недостатки. Получается, что если помещение совпадает с площадью пола одного типа и потолка одного типа, то паспорт зоны можно использовать для отображения площади на плане. Если возможны варианты, то этого способа следует избегать и использовать паспорт зоны для маркировки зон (помещений).

- Конечно, площади можно показывать в спецификациях (*Каталогах*), но перекрытия "не знают", какой зоне они принадлежат, и составить понятную (детализированную) спецификацию не представляется возможным.

Так что же делать в этих случаях? Неужели нет стандартного решения такого, казалось бы, простенького вопроса? Решение есть.

### Инструмент *Выносная надпись* и IFC-параметры

На самом деле выносная надпись — первый инструмент, которым хочется воспользоваться, когда нужно вывести на план значение какого-либо параметра элемента (в нашем случае — площади). И я должен был поставить его на первое место. В ARCHICAD существует больше десяти настроенных выносных надписей для различных нужд, но я рассмотрю ту, которая ближе всего подходит под нашу задачу: *Выноска категорий и свойств 20*. Настройки текста, линии-выноски затрагивать не буду, они понятны, а вот параметры и свойства, которые можно извлечь для выносной надписи стандартными средствами, представлю более детально.

Какой бы вариант в разделе *Специальные параметры* диалогового окна настройки параметров *Выносной надписи* из представленных на рис. 6 я ни выбирал, то мог вывести только параметры (рис. 7), которые присутствуют в *Менеджере свойств* (рис. 8).

Такой вариант немного разочаровал. Где же автоматически вычисляемые параметры: площадь, периметр и т.д.? Они есть, и ARCHICAD их вычисляет и показывает, например, на панели *Информация о элементе* (рис. 9).

"В лоб" задача не решилась, я не смог получить желаемый результат — вывести площадь перекрытия на план. Другие варианты *Выносной надписи* также не выручили. А создавать в *Менеджере свойств* новый параметр и "ручками" присваивать ему значение вычисляемой площади не было желания, поскольку рано или поздно сработает человеческий фактор и появится ошибка.



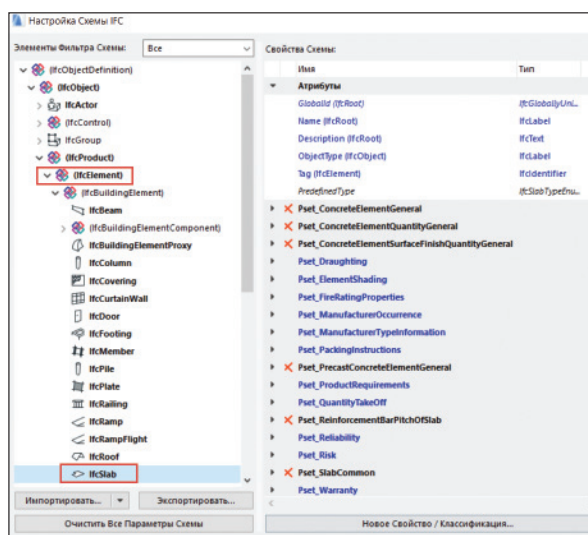


Рис. 10. Настройка схемы IFC

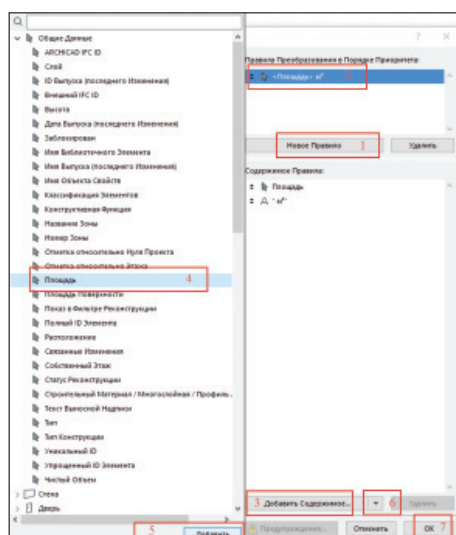


Рис. 12. Создание нового правила для параметра IFC

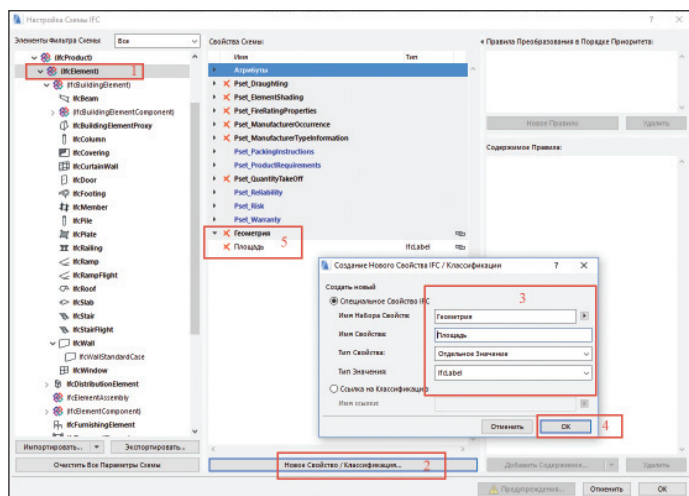


Рис. 11. Создание нового параметра IFC

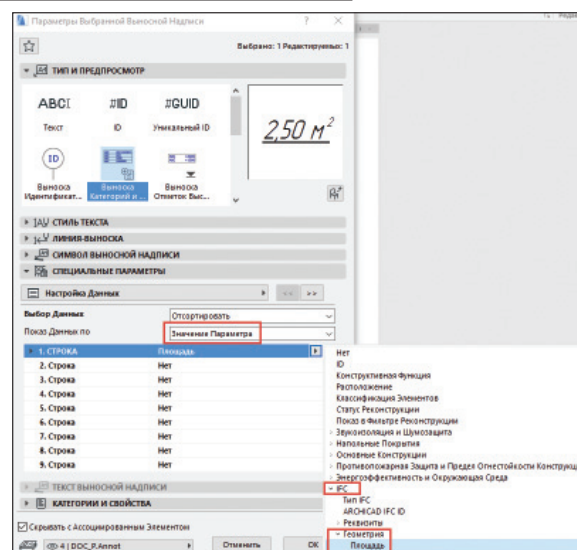


Рис. 13. Выбор параметра IFC для выносной надписи

## А ларчик просто открывался!

Я не мог поверить, что в ARCHICAD нет способа решить эту задачу. В голове что-то шевельнулось, и я открыл настройки IFC-схемы (Файл/Взаимодействие/IFC/Настройка схемы IFC). Ну не зря же свойства IFC постоянно мелькали перед глазами (см. рис. 6).

Идея состояла в том, чтобы присвоить элементу в проекте параметр IFC, который автоматически получал бы вычисленную площадь, и чтобы потом этот параметр IFC вывести на план через Выносную надпись, используя соответствующую настройку (см. рис. 6). Оставалось только это реализовать.

Элементу *Перекрытие* стандарт IFC дал соответствие *IfcSlab*. И это первое, что нужно открыть в настройках схемы IFC (рис. 10). Но поразмыслив немного и предположив, что площадь же есть не только у элемента *Перекрытие* (*IfcSlab*),

но и у других элементов, я решил поднаться вверх по иерархии схемы IFC, а именно до *Элемента* (*IfcElement*).

В диалоговом окне *Настройка схемы IFC* (рис. 11) для элемента *IfcElement* (1) нажал кнопку *Новое свойство/Классификация* (2), создал новую категорию параметров IFC и новый параметр IFC (3), нажал кнопку *OK* (4). Как результат, в свойствах *IfcElement* появилась категория *Геометрия* с параметром *Площадь* внутри (5).

Нужный параметр создан. Далее ему нужно присвоить правило, по которому он будет вычисляться. Для этого в том же окне (рис. 12) создал *Новое правило* по одноименной кнопке (1), выбрал его (2) и нажал кнопку *Добавить содержимое* (3). Выбрал из предлагаемых параметров *Площадь* (4) и нажал кнопку *Добавить* (5). Параметр *Площадь* добавился в правило. Теперь, чтобы на плане значение

площади отображалось вместе с единицами измерения, добавил *Статичный текст*, используя выпадающий список (6) и прописал "м²" со знаком пробела впереди; символ квадрата скопировал и вставил из MS Word. В итоге получилось правило (2), которое можно увидеть на рис. 12. Нажимаем кнопку *OK* (7), тем самым назначая параметр *Площадь* всем элементам (*IfcElement*) в этой схеме IFC. Самое "сложное" позади. Теперь открываем инструмент *Выносная надпись* и указываем нужное нам *Перекрытие* с теми настройками, что были у нас раньше, ничего не перенастраивая. Сделать это необходимо, так как добавление свойств IFC возможно только при связи выноски с конструктивным элементом. Нужная нам информация не появилась, но теперь мы можем выбрать эту выносную надпись и корректно настроить ее параметры (рис. 13).

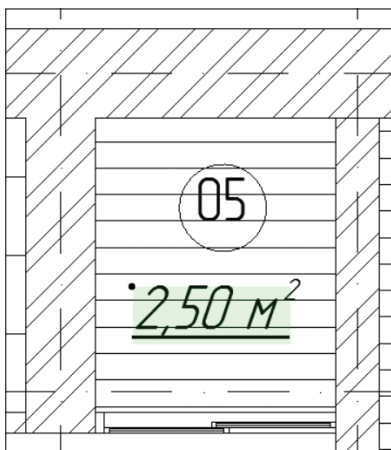


Рис. 14. Отображение значения площади на плане

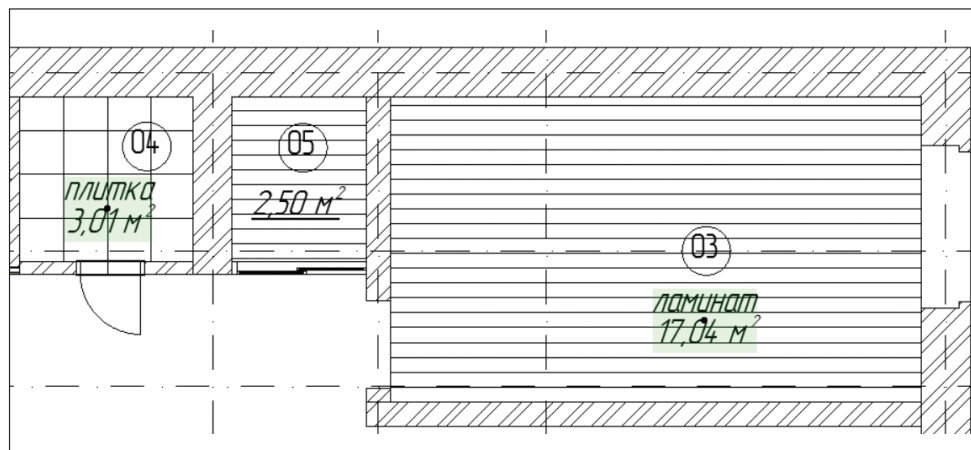


Рис. 15. Отображение значения площади и напольного покрытия на плане

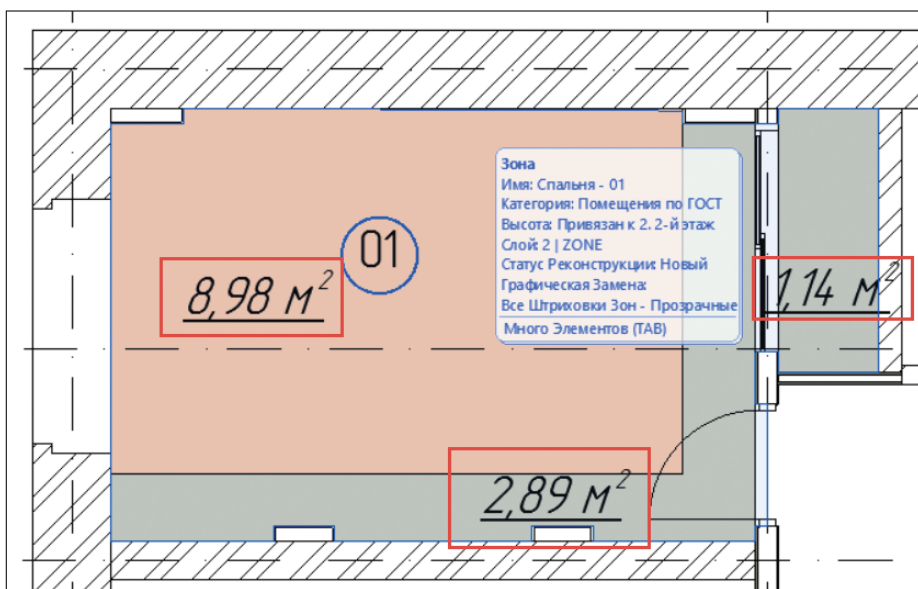


Рис. 16. Отображение значения площади на плане для нескольких элементов в одной зоне

Та-дам! Желаемый результат достигнут (рис. 14).

Дополнительно к значению площади можно настроить в выносной надписи и другие параметры — например, напольное покрытие (рис. 15).

Теперь можно указать площадь для различных перекрытий в одной зоне. Например, на плане потолка показать площадь натяжного потолка и различных перекрытий из гипсокартона (рис. 16).

Выводы:

■ преимущества такого способа:

- использование стандартных средств ARCHICAD, нет необходимости в дополнительных библиотечных элементах;
- отсутствие дополнительных элементов в проекте — используются, например, элементы перекрытия для чистового пола или потолка;

- выносную надпись, настроенную таким образом, можно использовать не только для перекрытий, но и для других элементов, входящих в состав IfcElement по иерархии IFC, что охватывает все основные инструменты ARCHICAD;

- можно несколько раз разместить одну и ту же выносную надпись к одному элементу в разных, удаленных друг от друга местах плана. Иногда это бывает очень удобно;

- можно разместить несколько выносок для разных элементов в одной зоне — пример с потолками показан на рис. 16;

- расположение выносной надписи может быть выбрано на любом свободном месте плана и не

зависит от паспорта зоны (помещения);

■ к очень условному недостатку данного способа можно отнести лишь необходимость настройки параметров IFC. Но тут используются штатные средства ARCHICAD, изучение которых только повышает производительность работы.

Все рассмотренные способы имеют право на существование — и хорошо, что их несколько. Применяйте полученные знания на практике! И не забудьте, что IFC-параметры также доступны и в спецификациях (Каталогах).

Максим Савинов

E-mail: savinovm@nanocad.ru



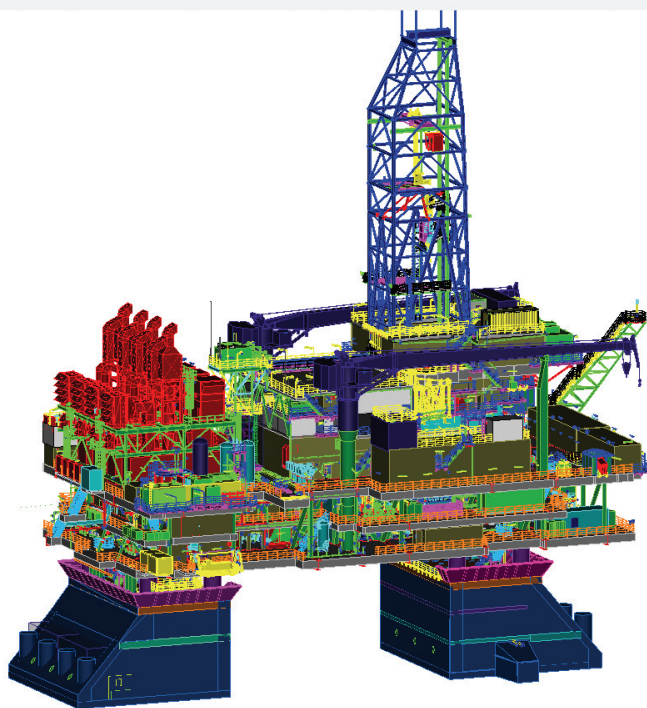
# BIM

## НА СТУПЕНЬ ВЫШЕ

GRAPHISOFT  
ARCHICAD 21

ARCHICAD® — передовое BIM-решение для архитекторов. Используя технологию информационного моделирования зданий в ARCHICAD, архитекторы могут полностью сосредоточиться на творческом процессе, зная, что каждый элемент проекта будет автоматически отслеживаться и обновляться в документации. В ARCHICAD 21 компания GRAPHISOFT представляет совершенно новый инструмент Лестница, поддерживающий запатентованную технологию Прогнозируемого проектирования.

**СКАЧАЙ**  
бесплатную версию  
ARCHICAD на сайте  
[myarchicad.com](http://myarchicad.com)



## ➤ С ОПОРОЙ НА AssetWise

# Система на базе программных решений Bentley оптимизирует строительство морских стационарных платформ

На конференции "Год в инфраструктуре 2016" мы встретились с финалистом конкурса Be Inspired в номинации "Инновации в проектировании техники освоения морских шельфов" Василием Васильевичем Калининым — первым заместителем генерального директора, главным инженером ООО "Волгограднефтепроект", и попросили рассказать о проекте "Управление инженерными данными при

обустройстве месторождения им. В. Филановского".

Программное обеспечение Bentley мы используем как для проектирования, так и для управления строительством. Плюс к тому несколько программ находятся у нас в тестовой эксплуатации.

Объект представляет собой морские стационарные платформы, расположенные в Каспийском море. Четыре из них отнесены к первой очереди строительства: буровая и технологическая платформы, жилой модуль и резервный блок. Всего же на объекте предусмотрено сооружение семи платформ. По завершении строительства здесь будет ежегодно добываться шесть миллионов тонн нефти и миллиард кубометров газа.

Текущее состояние объекта — испытания, бурение и эксплуатация; наша задача — сертификация, инспектирование и приемка работ, аудит и управление строительством в целом. Для реализации этой задачи мы разработа-

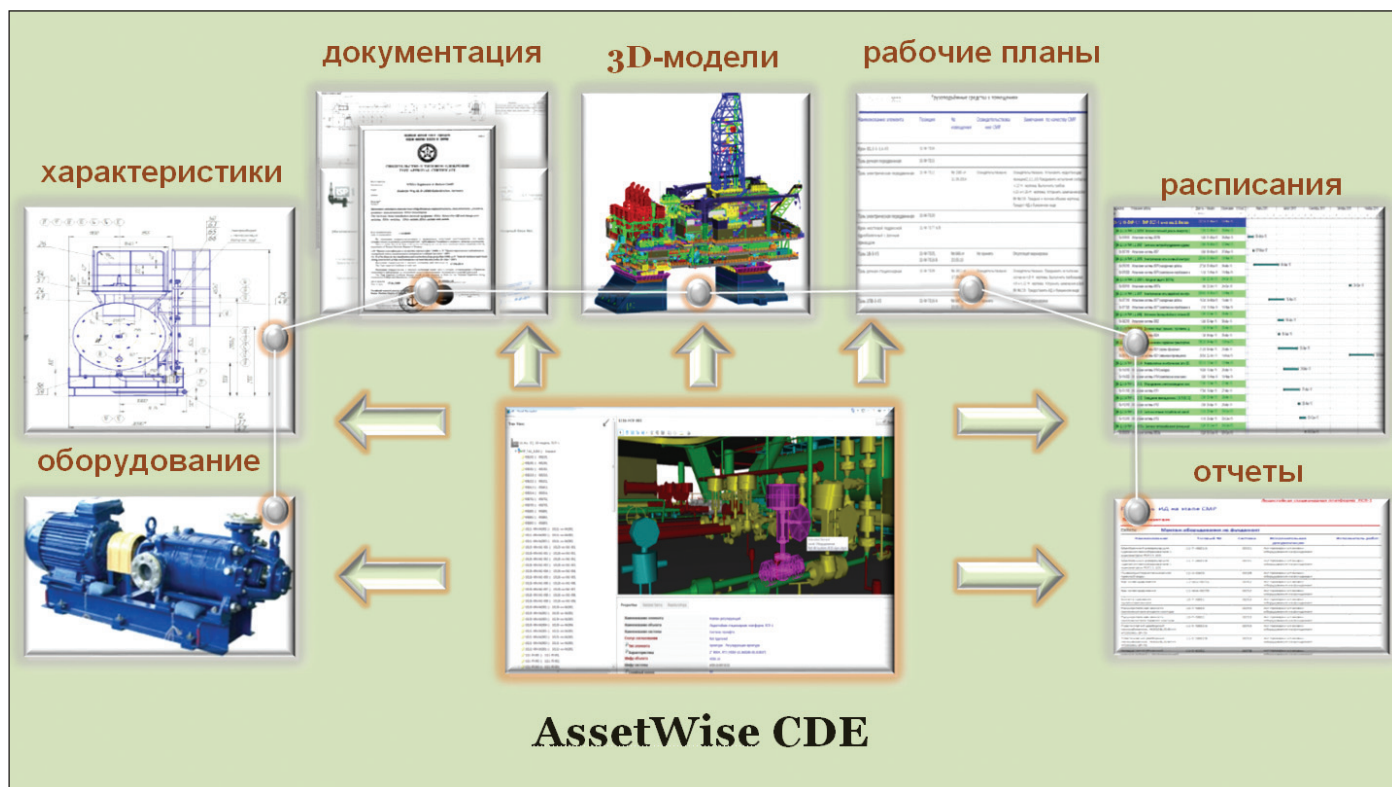
ли специальную систему, в рамках которой осуществляем мониторинг и контроль работ, аудит и прогнозирование состояния объектов (в том числе для того, чтобы объект был передан в эксплуатацию с полной структурированной базой данных).

Реализация системы подразделялась на две основные стадии. Сначала мы разработали систему, призванную решать внутренние задачи контроля, а затем использовали платформу Bentley AssetWise для решения глобальных задач внешних заказчиков. Сформирована и загружена в AssetWise информационная модель объекта, в систему также помещены разработанные 3D-модели. Таким образом, когда система полностью сформируется, она будет осуществлять всесторонний контроль строительно-монтажных работ, сопровождая этот процесс визуализацией.

Изначально речь шла только о контроле и мониторинге строительства, но сегодня мы создаем решение для значитель-





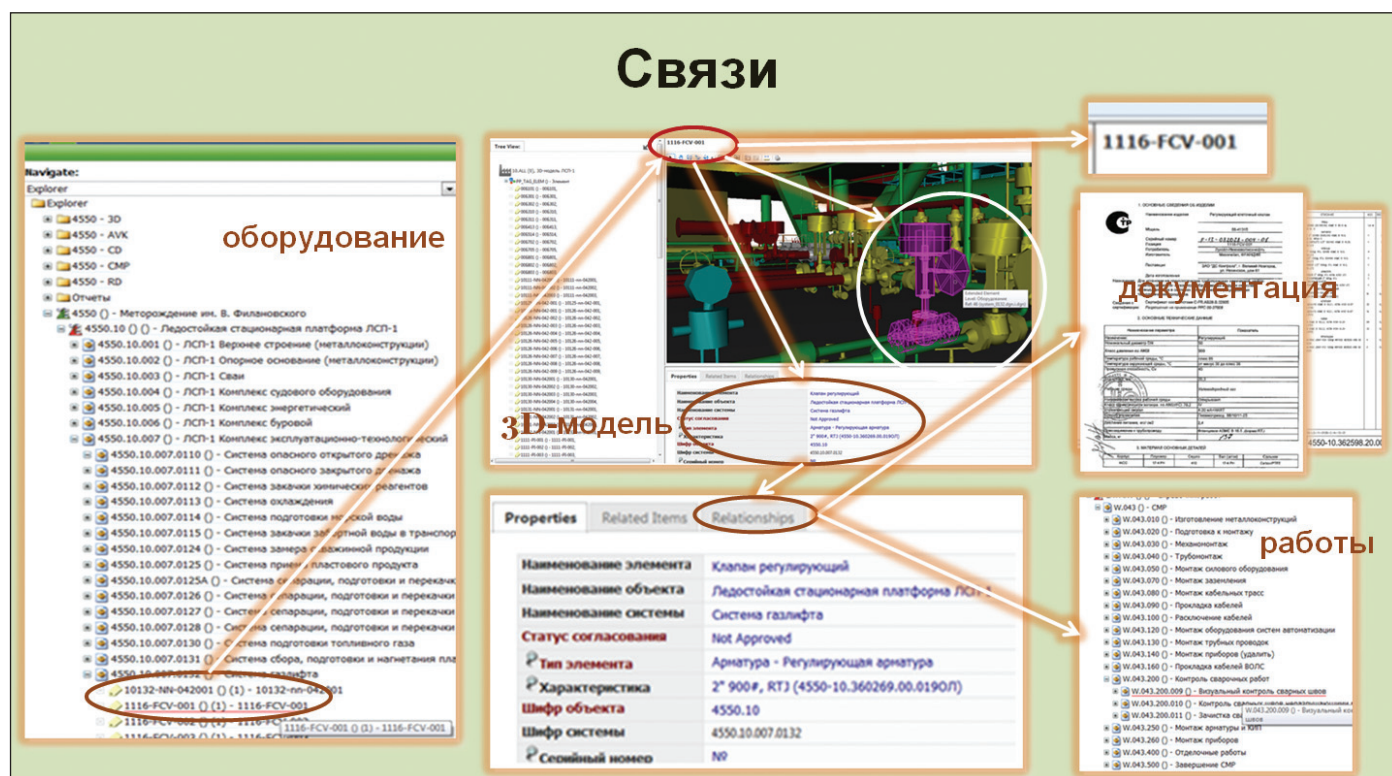


но более широкого круга задач, включая разработку строительной документации, закупку и поставку оборудования, непосредственно строительство, испытания, сдачу объекта в эксплуатацию.

Система будет содержать всю необходимую информацию для инспекции и кон-

троля выполнения работ, включая историю разработки документации, саму документацию, данные по оборудованию, сертификаты, 3D-модели, состав работ и рабочие планы, графики выполнения работ и отчеты о текущем состоянии дел. Все базируется на единой платформе

AssetWise. Уже сейчас в систему загружено около ста 3D-моделей — как по отдельным частям объекта, так и по платформе в целом. По объекту в системе содержится более 10 000 единиц оборудования, включая арматуру, приборы КИП, шкафы управления. Для этого



Именованная элемент	Позиция	№ инвентаризации	Оборудование или СМР	Замечания по качеству СМР	Акт ВК	Статус	Результат ВК
Блок дренажной канализации на одной раме	11-A-5801	№ 1121 от 14.08.2014	Оборудование	Установить оборудование в соответствии с актом ВК № 1025. Проверить качество работ.	201-ACT-19	Открыт	Дополнительно
Блок дренажной канализации на одной раме	11-A-5802	№ 1175 от 12.05.2014	Оборудование	Установить оборудование в соответствии с актом ВК № 367. Проверить качество работ.	201-ACT-19	Открыт	Замечание по качеству
Внешний насос дренажной канализации с заградителем	11-A-5803	№ 1181 от 14.08.2014	Оборудование	Установить оборудование в соответствии с актом ВК № 1027 и 17.18.15. Проверить качество работ.	201-ACT-19	Открыт	Дополнительно
Канал отстойник дренажной канализации	11-A-5804	№ 1204 от 23.04.2014	Оборудование	Установить оборудование в соответствии с актом ВК № 1027 и 17.18.15. Проверить качество работ.	201-ACT-19	Открыт	Не соответствует

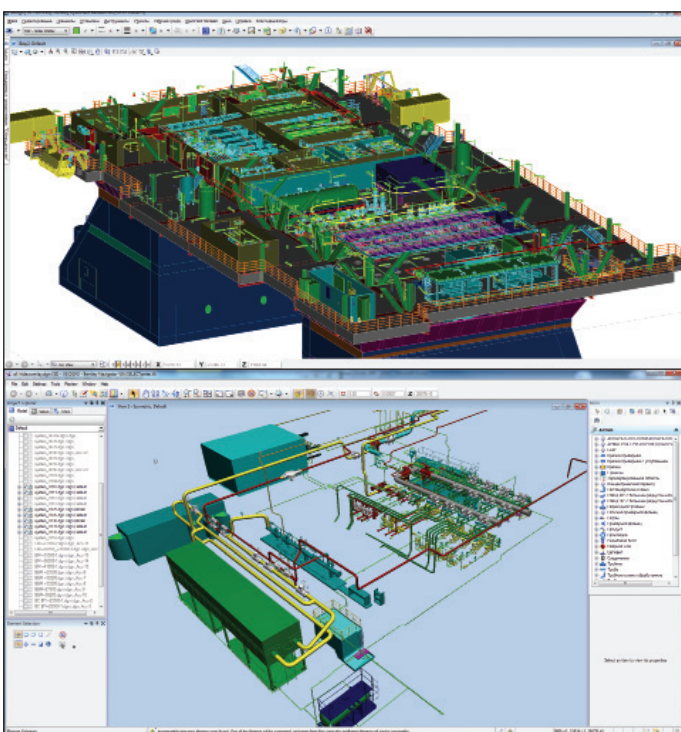
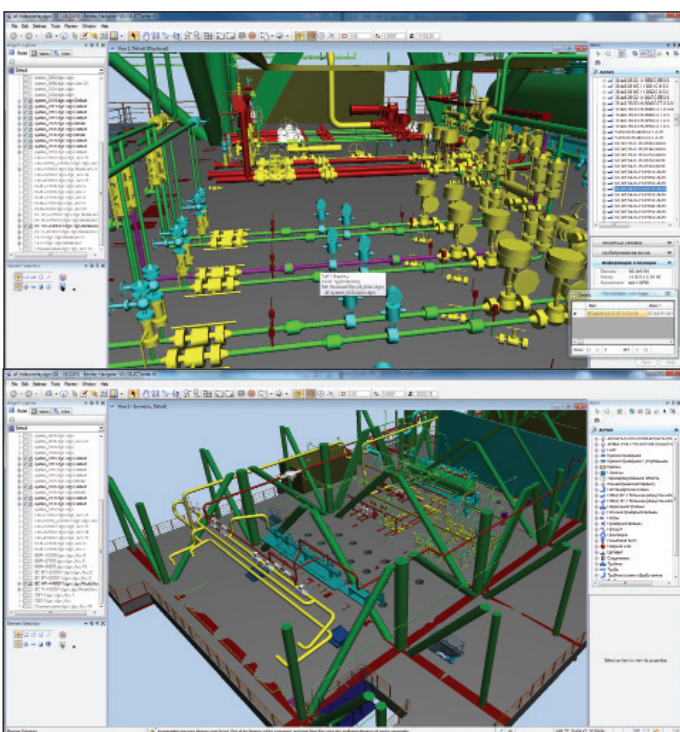
Именованная элемент	Позиция	№ инвентаризации	Оборудование или СМР	Замечания по качеству СМР	Акт ВК	Статус	Результат ВК
Блок дренажной канализации на одной раме	11-A-5801	№ 1121 от 14.08.2014	Оборудование	Установить оборудование в соответствии с актом ВК № 1025. Проверить качество работ.	201-ACT-19	Открыт	Дополнительно
Блок дренажной канализации на одной раме	11-A-5802	№ 1175 от 12.05.2014	Оборудование	Установить оборудование в соответствии с актом ВК № 367. Проверить качество работ.	201-ACT-19	Открыт	Замечание по качеству
Внешний насос дренажной канализации с заградителем	11-A-5803	№ 1181 от 14.08.2014	Оборудование	Установить оборудование в соответствии с актом ВК № 1027 и 17.18.15. Проверить качество работ.	201-ACT-19	Открыт	Дополнительно
Канал отстойник дренажной канализации	11-A-5804	№ 1204 от 23.04.2014	Оборудование	Установить оборудование в соответствии с актом ВК № 1027 и 17.18.15. Проверить качество работ.	201-ACT-19	Открыт	Не соответствует

Примеры навигации

оборудования предусмотрено более 100 000 монтажных операций, свыше 4500 комплектов строительной документации, более 130 000 комплектов исполнительной документации и порядка 10 000 комплектов, предоставленных заводами-изготовителями. И это только по одной платформе! Информация поступила и продолжает поступать от разных подрядчиков, которые работают в различных системах проектирования (система содержит данные, полученные на платформах Bentley и AVEVA). Сами данные по объектам мы сформировали самостоятельно, а 3D-модели конвертируются в нужный нам формат программными средствами Bentley. Для подрядчиков мы разработали стандарты, относящиеся к форматам представления данных.

Благодаря тому что все данные в системе связаны, удобно осуществлять навигацию. От любой единицы оборудования мы можем перейти к 3D-модели, к документации, описанию и характеристикам, к запланированным и уже выполненным работам. Причем навигация возможна и в прямом, и в обратном направлении. Система проста и интуитивно понятна. Слева — дерево объектов, справа — описательная часть, которая включает как описание самого оборудования и систем, так и связи между данными. От оборудования мы переходим к рабочей документации, к акту входного контроля, по которому принималось данное оборудование, к документации от завода-изготовителя (например, можем открыть паспорт оборудования). В 3D-модели можно осуществлять

навигацию, получая информацию об интересующем элементе. После инспектирования все документы очень просто подготовить и вывести на печать. Легко формируется отчет по актам входного контроля и их актуальности. Система хранит все данные о строительно-монтажных работах: кто и когда выполнял, кто принимал, какие потребовались доработки. Основной принцип работы системы сводится к следующему: для каждого этапа реализации проекта формируется информационная модель, то есть перечень и состав всех ожидаемых данных. В том числе состав всех строительно-монтажных и испытательных операций. Далее, загружая в систему производственные данные и анализируя их, мы получаем отчеты о те-



Примеры 3D-модели





Фото с объектов

## Об объекте

### Тип

Морская стационарная платформа

### Расположение

Каспийское море

### Добыча

Нефть – 6 млн т/год, газ – 1 млрд м<sup>3</sup>/год

кушем состоянии объекта и сформированные графики по план-факту.

Система изначально разработана для четырех объектов. Всего их, как уже сказано, семь – и сейчас мы как раз работаем над седьмым объектом. При этом строго следуем всем требованиям, которые позволяют загрузить модели и данные в разработанную систему, а затем осуществлять контроль закупок и строительства. Изменения и их влияние на выполнение работ контролируются на каждой стадии осуществления проекта. Реализовано четкое планирование, работы выполняются в соответствии с планом.

Если говорить о результатах работы системы, когда она будет сформирована полно-

стью, то это прежде всего повышение качества и сокращение времени проектирования и строительства, оптимизация распределения ресурсов. Речь идет о 30%-ном повышении эффективности.

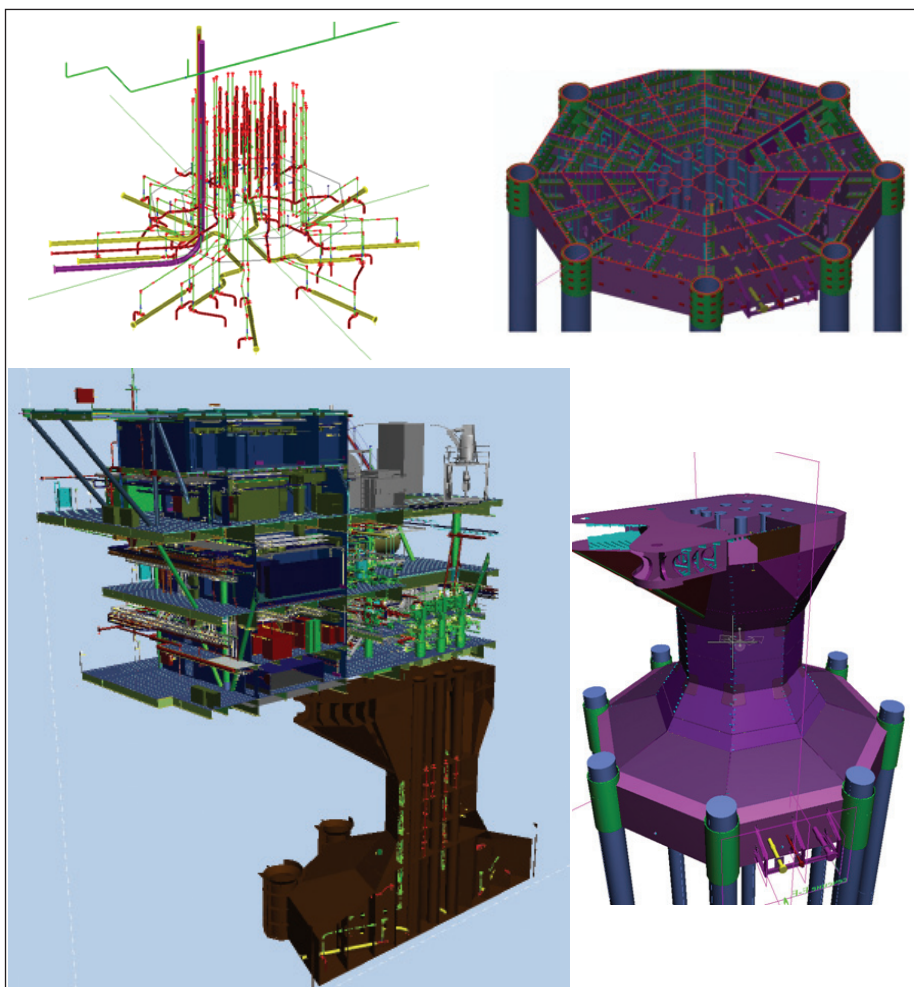
Все это будет достигнуто благодаря решению двух важных задач. Первая – это синхронизация графиков закупок, проведение входного контроля оборудования, четкость при выполнении строительно-монтажных работ и испытаний. К началу испытаний той или иной части объекта должны быть завершены относящиеся к ней строительно-монтажные работы. Закупка и входной контроль оборудования и материалов осуществляются до начала монтажа.

Вторая задача – детально прописанный состав строительно-монтажных операций по каждой единице оборудования. Состав не просто прописан – определена последовательность производства работ исходя из возможности их выполнения в данный момент и расположения коммуникаций на объекте. Это позволит наилучшим образом распределить все ресурсы.

После завершения строительства система со всеми данными будет передана заказчику. А это значит, что потребуется проверить все данные и документы, интегрировать нашу систему с системой эксплуатации оборудования. Кроме того, при подготовке к передаче составляется большой справочник, разрабатывается тренажер для изучения объекта. Система понадобится заказчику при эксплуатации объекта, а также в процессе будущих реконструкций и технических перевооружений.

Система оперирует жизненными циклами оборудования, документации, работ. Эти циклы содержат основные контрольные точки, причем в части оборудования для каждой такой конкретной точки мы имеем весь срез параметров. Таким образом, формируя отчет, мы точно знаем, какой параметр изменился и в какое время это произошло.

Впоследствии система будет использоваться на всех морских объектах заказчика.



Седьмой объект

Записала Ольга Казначеева

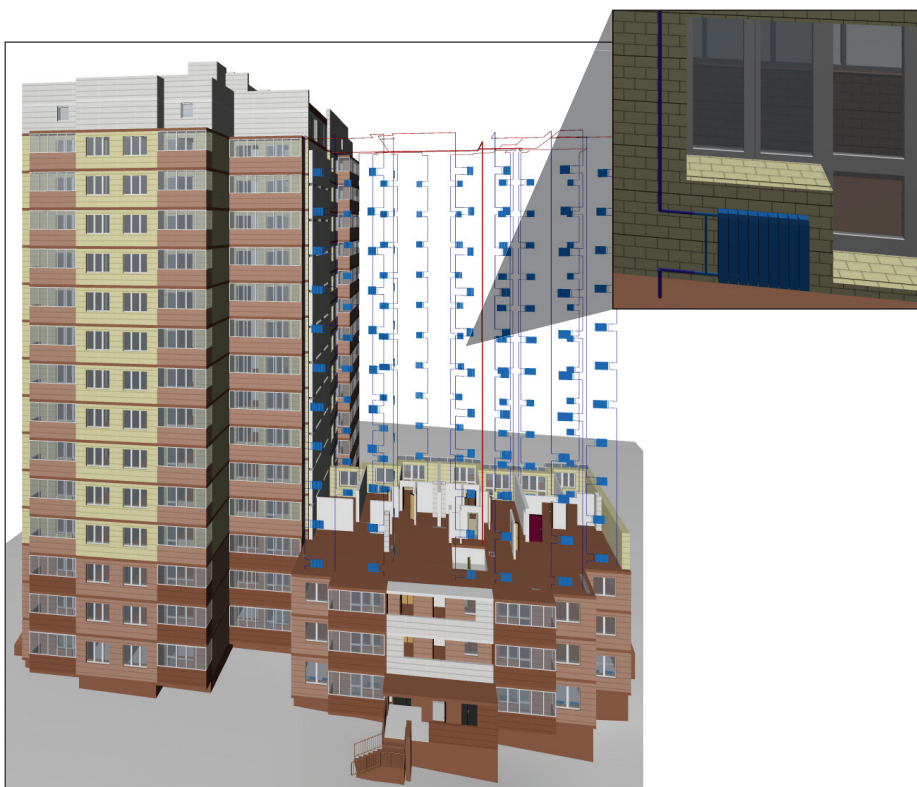
## ➤ nanoCAD ОТОПЛЕНИЕ: ПЕРЕМЕНЫ ЗА 1100 ДНЕЙ...



**В**есной компания "Нанософт" объявила о выходе версии 8.1 программного продукта nanoCAD Отопление. Программа базируется на платформе nanoCAD 8.1 и за три года своего существования эволюционировала от простого средства получения 2D-чертежей до полноценной системы с расчетным модулем и возможностью выгрузки 3D-модели через формат IFC в другие BIM-решения.

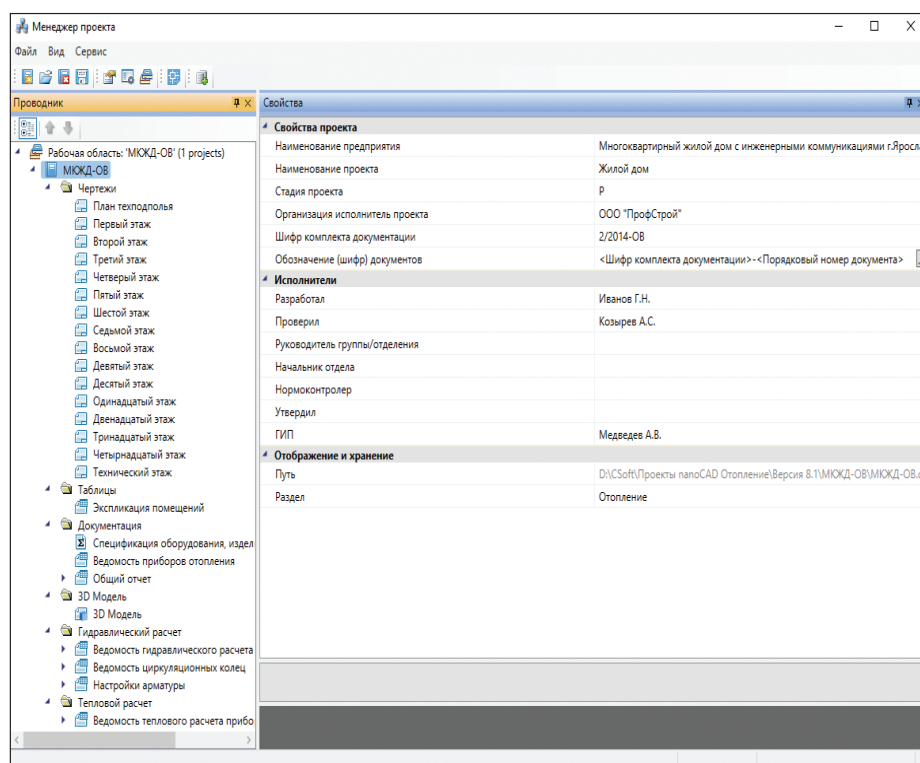
Чтобы оценить масштаб этих изменений, рассмотрим сегодняшние возможности на примере проекта, выполненного ярославской компанией "ПрофСтрой". Программа nanoCAD Отопление удобна и интуитивно понятна, чего не скажешь о большинстве конкурирующих решений. Все данные проекта (чертежи, спецификации, ведомости, таблицы, отчеты) собраны воедино и отображаются в окне Менеджера проекта. Это позволяет не тратить время на поиск документов, разложенных по различным папкам.

Создание проекта, с чего и начинается работа, — процедура, не представляющая сложности для любого пользователя.

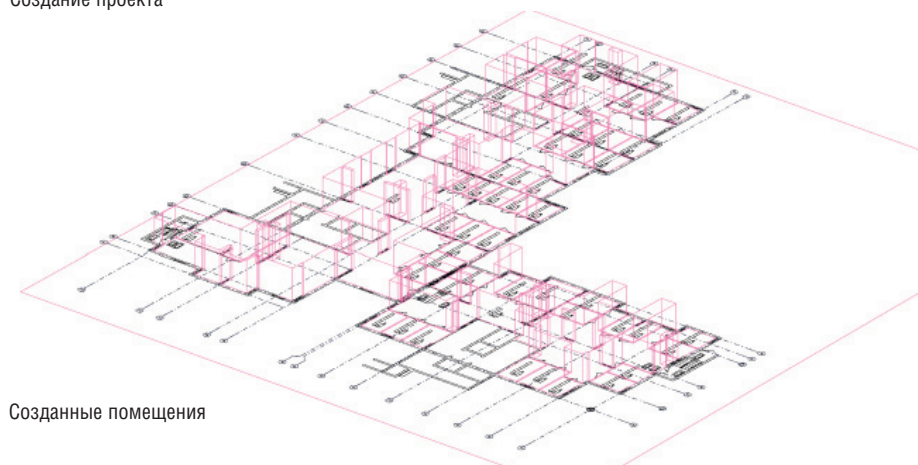


Проект компании "ПрофСтрой"

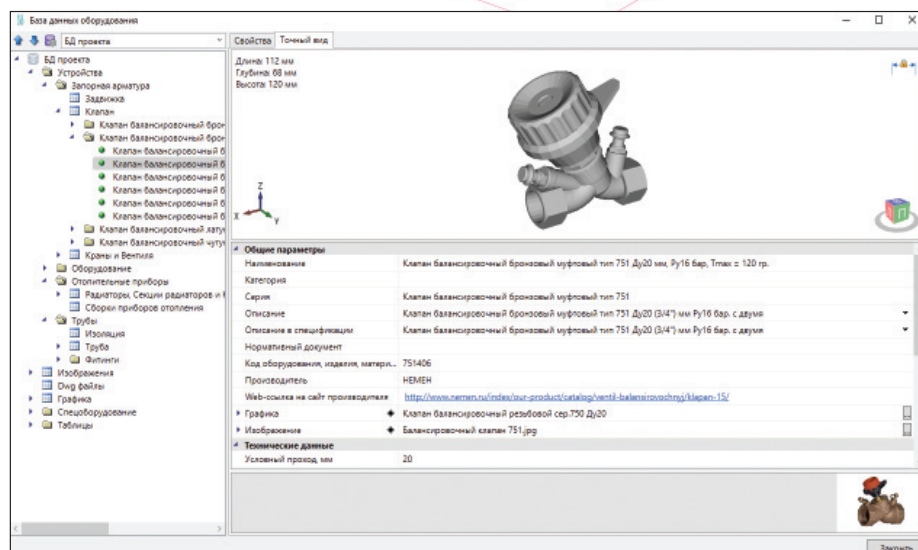




Создание проекта



Созданные помещения



База данных проекта

Удобные настройки позволяют настроить программу под нормы предприятия, а проект — под необходимые расчеты.

После того как мы настроили программу, приступаем к созданию будущих планов. Для этого к созданным чертежам подключаем на плане строительную подоснову от архитектора: 2D-чертеж, 3D-чертеж или IFC-модель этажа. Чтобы программа поняла, к какому этажу эта подоснова относится, необходимо создать этаж.

Создаем помещения вручную или экспортируем их из подосновы (для автоматического определения помещений чертежи должны быть выполнены в nanoCAD СПДС или ARCHICAD, скоро появится возможность экспортировать помещения и из Revit). В каждом помещении, где у нас будут установлены отопительные приборы, задаем теплототери помещения и температуру воздуха в нем.

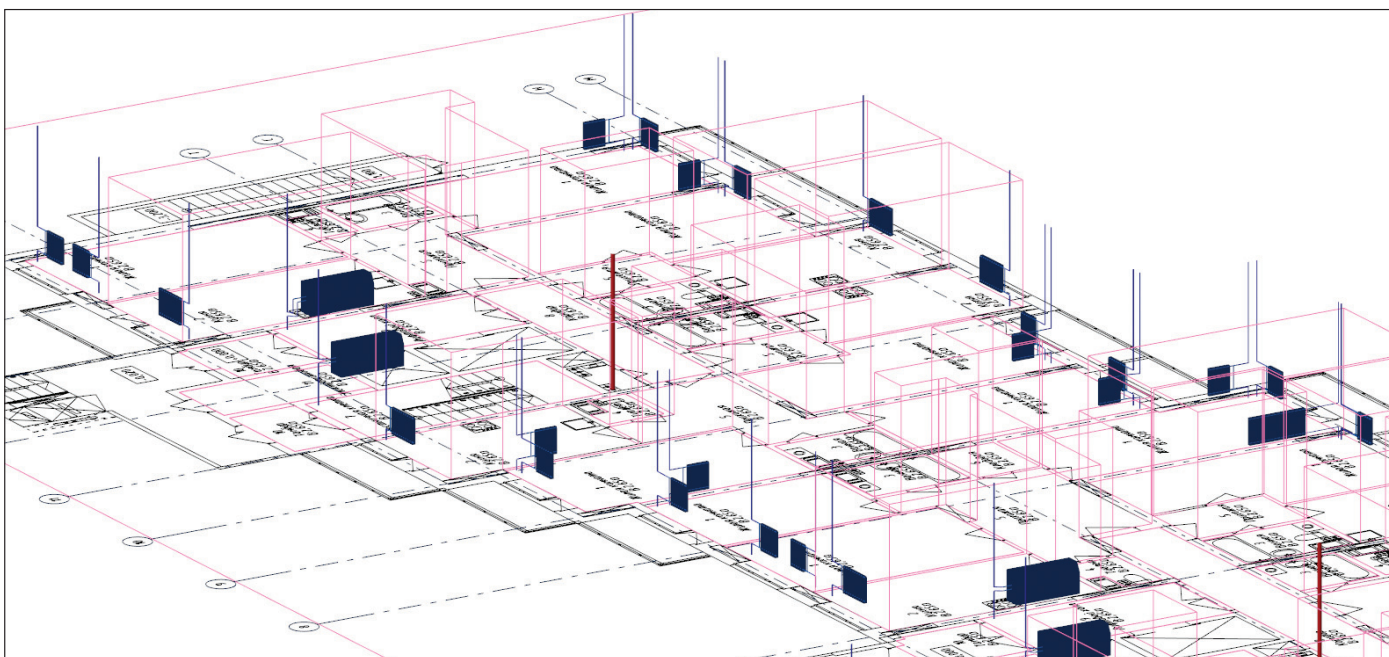
Так как проект новый, его база данных поначалу будет пустой. Из различных баз, которые поставляются с программой или размещены на сайте [www.nanocad.ru](http://www.nanocad.ru), импортируем в нее необходимые нам приборы, арматуру и трубы. На сегодня в базе данных программы представлено более шести тысяч элементов, а отсутствующие не составят труда добавить самостоятельно.

Расставляем приборы отопления, привязываем их к базе данных и задаем необходимые характеристики. Поскольку в процессе работы исходные данные могут многократно меняться, то и характеристики приборов, арматуры, труб можно изменять на любом этапе проектирования. Это никак не повлияет на конечный результат.

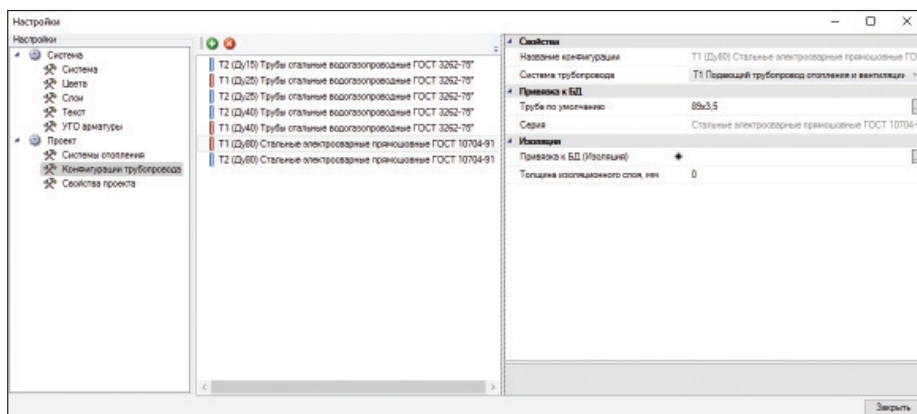
Устанавливаем стояки отопления, предварительно выбрав место их установки. Программа предоставляет на выбор возможность установки одиночного или двухтрубного стояка. После установки первого стояка мы можем скопировать его с помощью команд nanoCAD.

Соединяем стояки и приборы отопления между собой. В большинстве случаев эта процедура, требующая нажатия двух кнопок, не вызывает затруднений.

После подключения приборов отопления наступает очередь обвязки стояков. Для удобства прокладки выполняем с помощью функции *Конфигурация трубопроводов* предварительную настройку трубопроводов. Так как система отопления может состоять из разных видов трубопроводов, то и конфигурации могут быть различными. Прокладка трубо-



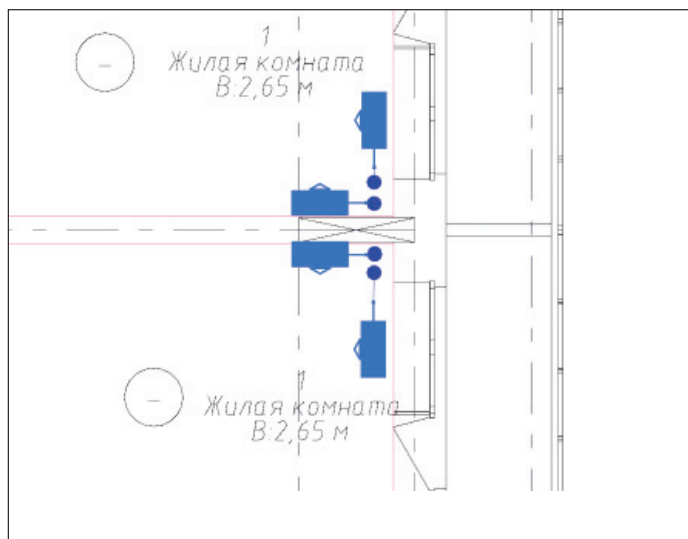
Расставленные стояки и приборы



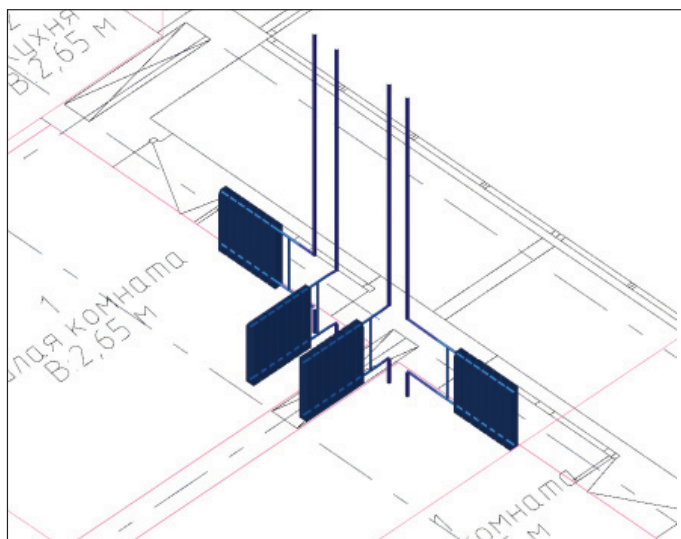
Конфигуратор трубопроводов

провода возможна как одной трубой, так и двумя трубами сразу. Большое количество режимов прокладки позволяет сформировать систему отопления любой сложности.

Очень важно, что для получения реальной модели системы мы можем задавать сдвиг трубы от оси трассы на плане, используя стены ранее созданных помещений. При прокладке трубы или пары труб вдоль стены можно указывать два параметра: отступ от стены на плане и расстояние от трубы до стены в реальном пространстве. На плане это позволяет отображать трассу трубопровода в месте, отличающемся от места расположения трубы в реальном пространстве, что обеспечивает возможность получить более

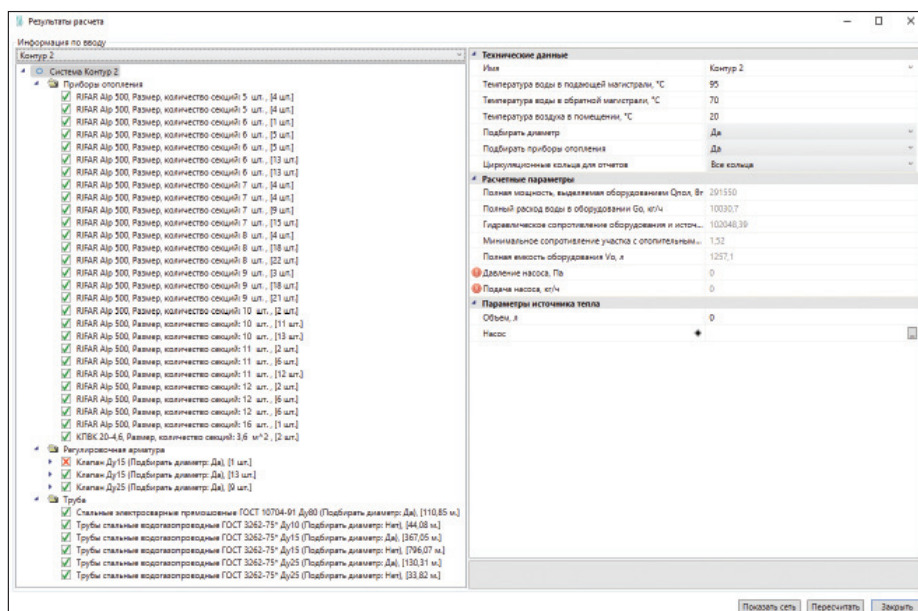


Отображение плана



Отображение 3D-модели



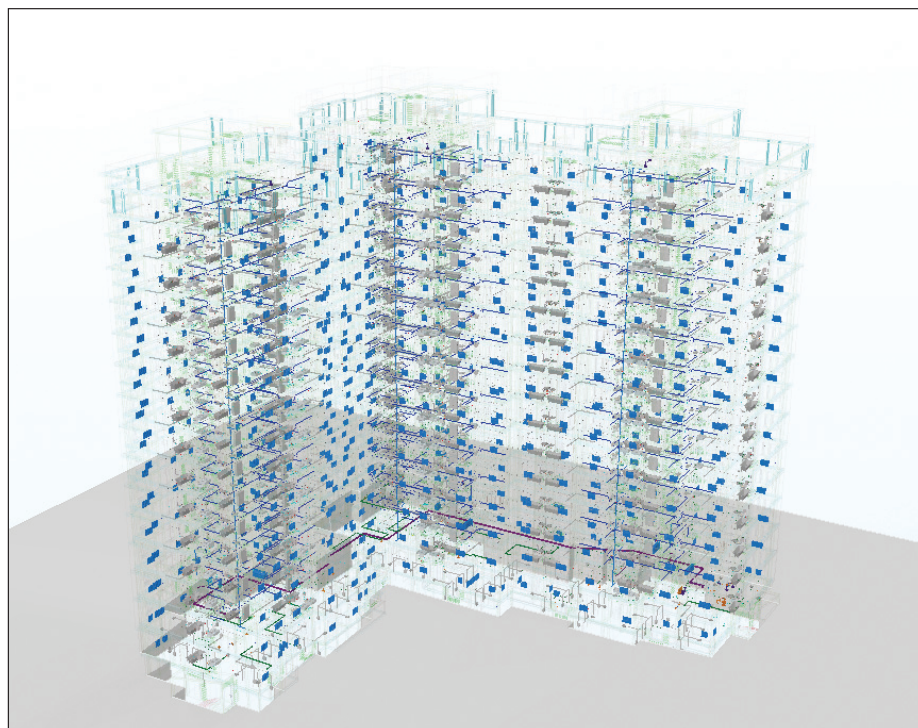


Результаты расчета

точную трехмерную модель системы и, в свою очередь, делает более корректными результаты вычислений, спецификации оборудования и аксонометрическую схему. В итоге инженер получает документацию, строго соответствующую российским стандартам.

Затем расставляем арматуру на горизонтальных и вертикальных участках трубопроводов и на стояках. Проверяем построенную нами сеть — для этого предназначена команда **Мастер проверки**,

которая помогает отследить корректность построения и выявить ошибки еще на ранних стадиях проектирования. Если система построена корректно, производим ее расчет. После расчета открывается окно *Результат расчета* — в нем отображается вся информация об элементах, из которых состоит система. Если по результатам расчета те или иные элементы оказались неподходящими, программа выделит их красным цветом. При выборе таких элементов



Сформированная 3D-модель по нескольким дисциплинам

будут предложены подходящие из базы данных проекта, но пользователь может подобрать замену и самостоятельно, воспользовавшись другими базами. Если во время проектирования произошли изменения номенклатуры (труб, арматуры, приборов или оборудования), в этом же окне мы можем выбрать и заменить ее. С помощью команды **Показать сеть** пользователь может отстроить рассчитанную систему — программа покажет рассчитанную сеть зеленым цветом, а все элементы, которые не вошли в расчет, цвет не меняют. При этом в местах разрывов на концах трубопровода формируются красные коннекторы.

В отстроенной модели при наведении курсора на любой участок системы высвечивается вся информация по данному участку. Также можно посмотреть все кольца и их характеристики.

После первого расчета автоматически формируется вся документация, включая спецификацию и общий отчет, а также расчетные ведомости: теплового расчета приборов отопления, циркуляционных колец и другие. По завершении каждого расчета документы обновляются. Их можно выгрузить в Microsoft Word или Excel.

Если полученные данные нас устраивают, формируем выходную документацию.

Генерируем трехмерную модель и автоматически получаем из нее аксонометрическую схему. Далее понадобится только оформить планы и схемы, проставить выноски и установить рамки. В программе заложено множество выносок, но пользователь всегда может создать новую, если предложенные ему не подошли.

Кроме того, мы можем экспортировать модель системы в CADLib Модель и Архив и обменные файлы стандарта IFC, что позволит подгрузить ее на любой BIM-платформе, будь то ARCHICAD, Revit, Allplan или какая-либо другая.

Чтобы оценить программу вживую, достаточно получить оценочную версию nanoCAD Отопление (это же относится и к любой другой программе линейки nanoCAD). Скачать ее можно с сайта компании "Нанософт" по ссылке <http://nanocad.ru>, а функционал такой версии ничем не отличается от функционала коммерческого релиза.

Николай Суворов  
ЗАО "Нанософт"  
Тел.: (495) 645-8626

E-mail: [suvorov@nanocad.ru](mailto:suvorov@nanocad.ru)

## ПОСТРОЕНИЕ BIM-МОДЕЛИ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ

Программный комплекс nanoCAD ОПС предназначен для формирования модели систем безопасности в составе охранно-пожарной сигнализации, оповещения, контроля и управления доступом (СКУД), видеонаблюдения зданий и сооружений различного назначения, а также комплексного моделирования систем безопасности с учетом параметров и характеристик используемого оборудования и параметров проекта в целом (рис. 1).

При разработке nanoCAD ОПС версии 8 основное внимание было уделено встраиванию программного комплекса в технологию OpenBIM-проектирования, при работе в которой созданная модель систем безопасности может быть передана в другие программы, позволяющие проводить моделирование и анализ всего объекта в целом.

Одно из нововведений — это реалистичное отображение оборудования при просмотре модели в трехмерном пространстве (рис. 2).

Для отображения реалистичного вида оборудования в программном комплексе nanoCAD ОПС предусмотрен импорт из различных форматов:

- импорт 3D-тел из файла формата \*.dwg;
- импорт 3D-тел из файла формата \*.3ds программы 3ds Max, предназначенной для 3D-моделирования, анимации и визуализации;
- импорт графики из файла формата \*.ifc;
- импорт 3D-тел из файла формата \*.step, который предназначен для обмена данными между различными САПР-системами.



Рис. 1. nanoCAD ОПС

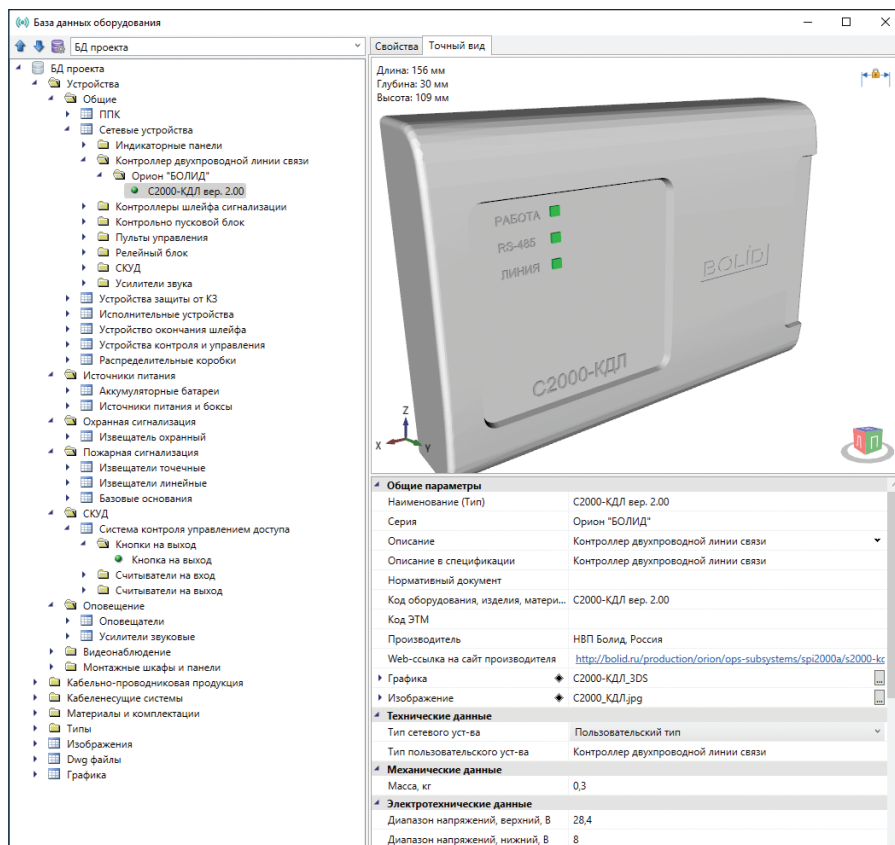


Рис. 2. Реалистичное отображение оборудования





Рис. 3. Обмен данными между различным ПО

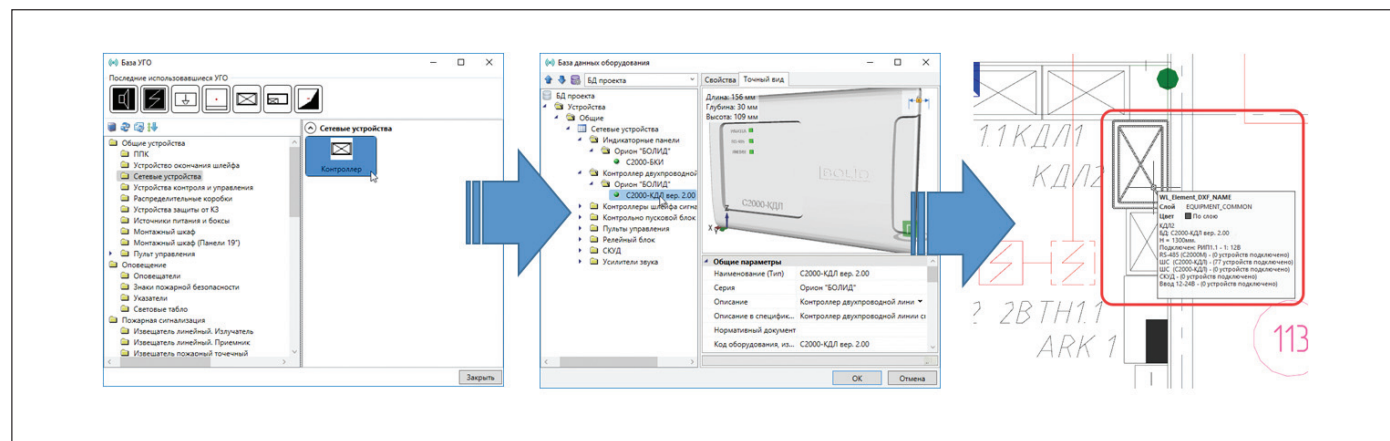


Рис. 4. Принцип построения модели

Другое нововведение – выгрузка модели в формат IFC (Industry Foundation Classes), представляющий собой формат данных с открытой спецификацией, который предназначен для упрощения взаимодействия в строительстве и используется как формат для информационной модели здания (рис. 3).

Процесс создания модели в nanoCAD OPC довольно прост и нагляден. Практически все операции происходят в 2D-виде, что не требует от пользователя глубокого концептуального переобучения при работе с программным комплексом (рис. 4).

В программный комплекс nanoCAD OPC встроена База условных графиче-

ских обозначений (База УГО). При выборе условного графического обозначения (УГО) оборудования и установке его на чертеж поступит запрос, что это за оборудование, после ответа на который будут доступны каталоги баз данных производителей оборудования. Из них и будет предложено выбрать конкретное оборудование от конкретного производителя. В результате УГО будет привязано к оборудованию со собственными только ему характеристиками и параметрами, которые могут изменяться по ходу построения модели. Например, при подключении к резервному источнику питания (РИП) различного оборудования будет

изменяться токовая нагрузка на РИП и требуемая емкость установленных в него аккумуляторных батарей. К тому же в Базу УГО встроены фильтры по оборудованию, которые не позволят привязать УГО того же РИП, например, к приемно-контрольному прибору или к ручному пожарному извещателю.

Для построения модели системы безопасности здания необходимы исходные данные. Для nanoCAD OPC ими является архитектурная подоснова в формате \*.dwg. В рассматриваемом примере архитектурная подоснова создана в программе ARCHICAD и выгружена в формат \*.dwg как в 2D-, так и 3D-виде (рис. 5).

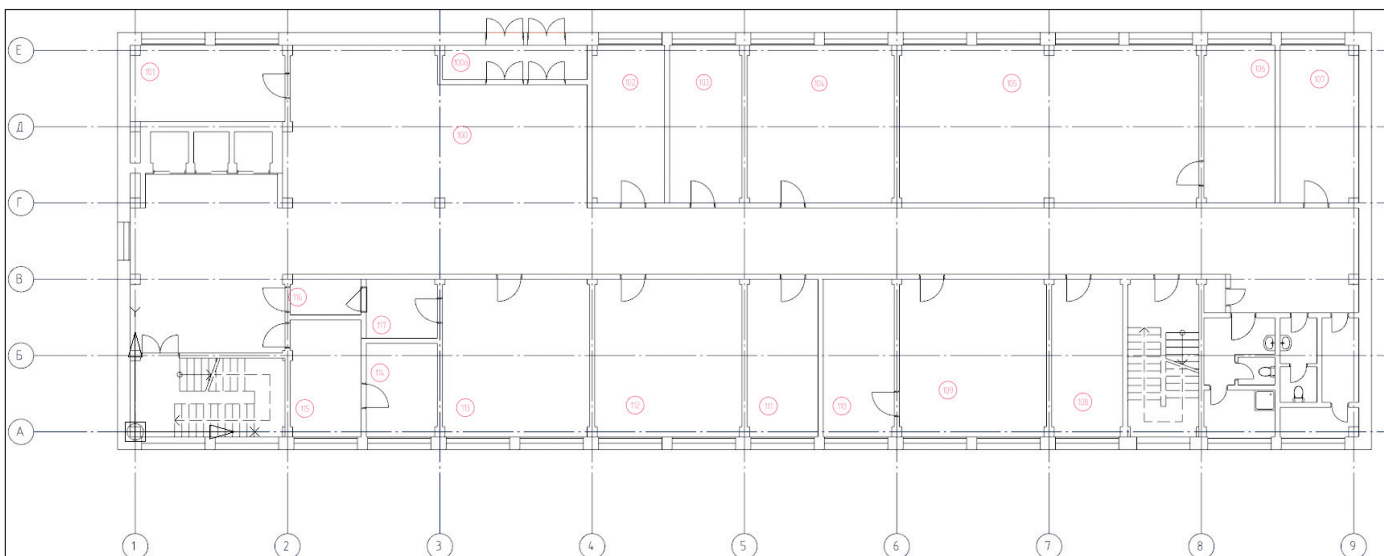


Рис. 5. Архитектурная подоснова

После дополнительной подготовки архитектурной подосновы, которая заключается в определении этажей и помещений (помещения из ARCHICAD программный комплекс nanoCAD ОПС может распознавать автоматически), можно приступать к расстановке оборудования систем безопасности.

Построение модели можно начать с расстановки извещателей пожарной сигнализации, так как nanoCAD ОПС умеет расставлять их по помещениям в автоматическом режиме (рис. 6). В программе реализовано несколько алгоритмов автоматической установки пожарных извещателей с учетом рекомендованных расстояний по СП 5.13130.2009:

- точечные дымовые и тепловые пожарные извещатели в пространствах помещений;

- точечные дымовые и тепловые пожарные извещатели в пространствах помещений фальшпола (фальшпотолка);
- точечные дымовые и тепловые пожарные извещатели в помещениях с системами пожаротушения и дымоудаления (СП 5.13130.2009 п. 14.1, без учета Примечания);
- один точечный пожарный извещатель в помещении (СП 5.13130.2009 п. 13.3.3);
- точечные пожарные извещатели разных типов, например в пространстве помещения — дымовые, в пространстве фальшпотолка (фальшпола) — тепловые;
- линейные дымовые и тепловые пожарные извещатели в два яруса.

При автоматической установке программный комплекс nanoCAD ОПС

учитывает высоты перекрытий и фальшпотолков (фальшполов) и размещает извещатели с учетом этих высот.

Все остальное оборудование устанавливается вручную, из Базы УГО — например, ручные пожарные извещатели, контроллеры, ППК и т.п.

После установки необходимого для построения модели оборудования его нужно подключить между собой. Для этого в nanoCAD ОПС предусмотрен специальный Мастер подключения оборудования (рис. 7).

Мастер подключения оборудования позволяет создать шлейфы сигнализации любой топологии: шина, кольцо, кольцо с ответвлениями. Кроме того, можно выбирать назначение подключения: шлейфы, интерфейсы, электропитание оборудования. Мастер различает адрес-

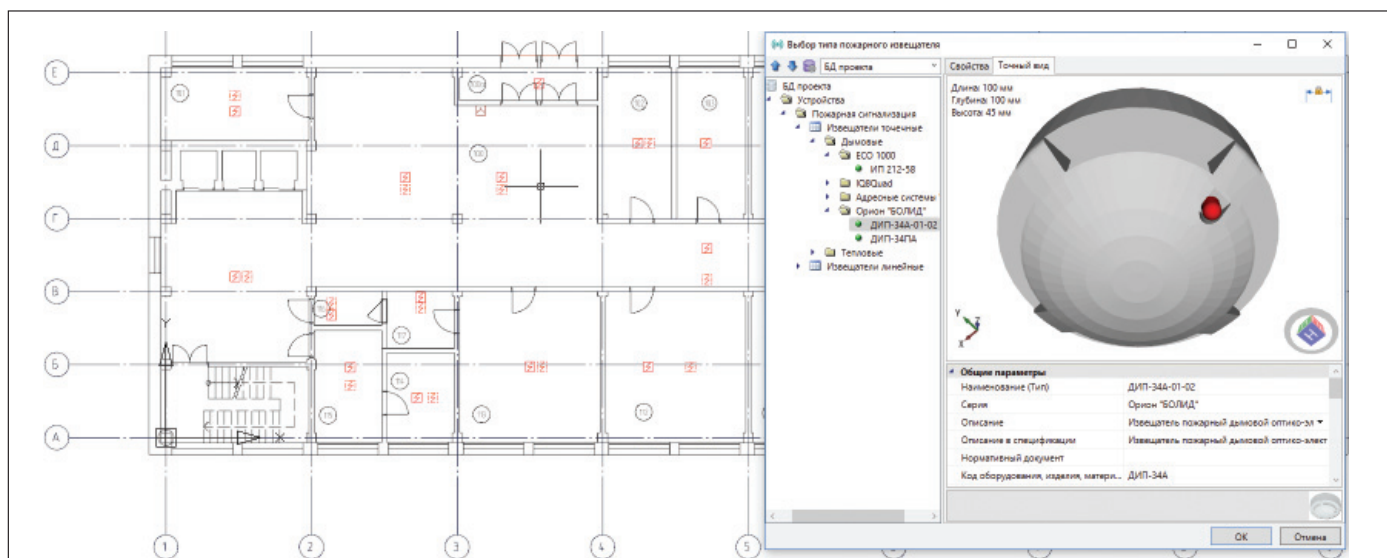


Рис. 6. Автоматическая установка пожарных извещателей



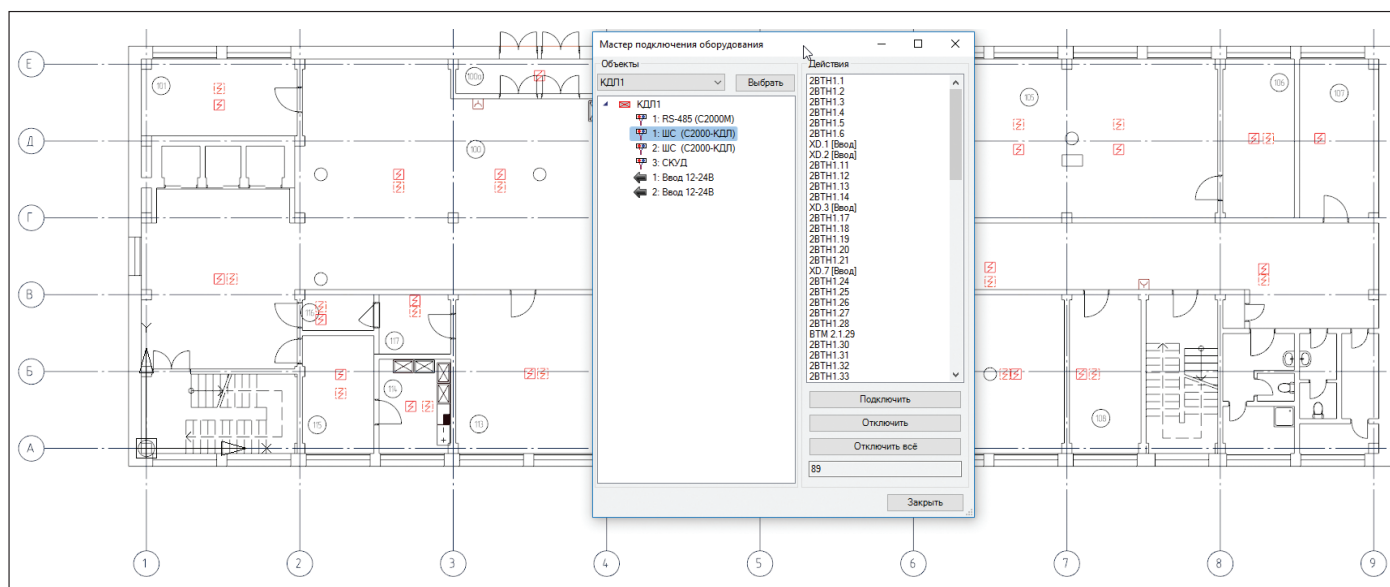


Рис. 7. Мастер подключения оборудования

ные и неадресные устройства и не позволит подключить неадресное устройство в адресный шлейф, и наоборот. К тому же шлейфы приборов можно настроить таким образом, чтобы в них не было подключений оборудования из разных систем — например чтобы ручные пожарные извещатели не подключались в шлейфы, предназначенные для подключения дымовых извещателей. То есть можно обыгрывать сценарии поведения приборов непосредственно в зависимости от их технологического назначения при работе системы. По окончании подключения оборудования nanoCAD ОПС предложит выбрать кабель для каждого конкретного шлейфа.

Кабель в программном комплексе трассируется автоматически, по трассам. Для создания трасс предусмотрен специальный мастер, в котором настраиваются параметры прокладки трассы, высота, тип кабельного канала, условия прокладки и графическое отображение трассы на чертеже (рис. 8). При прокладке трасс и назначении им определенного типа кабельного канала для лотков и коробов будут устанавливаться соединительные элементы (Т-отводы, Х-отводы, внутренние и внешние углы и др.), которые в зависимости от выбранной геометрии кабельного канала будут автоматически подобраны из каталогов баз данных производителей оборудования.

Кроме того, для лотков будут рассчитаны все узлы крепления — от несущих элементов до метизов. После установки всего оборудования и прокладки трасс им необходимо назначить маркировку. В nanoCAD ОПС предусмотрено несколько видов маркировки оборудования с учетом их позиционного обозначения, высоты установки или прокладки, технических характеристик; например для оповещателей можно выводить маркировку мощности, на которую он установлен. В nanoCAD ОПС также предусмотрена автоматическая установка выносок маркировки для приборов и устройств (рис. 9).

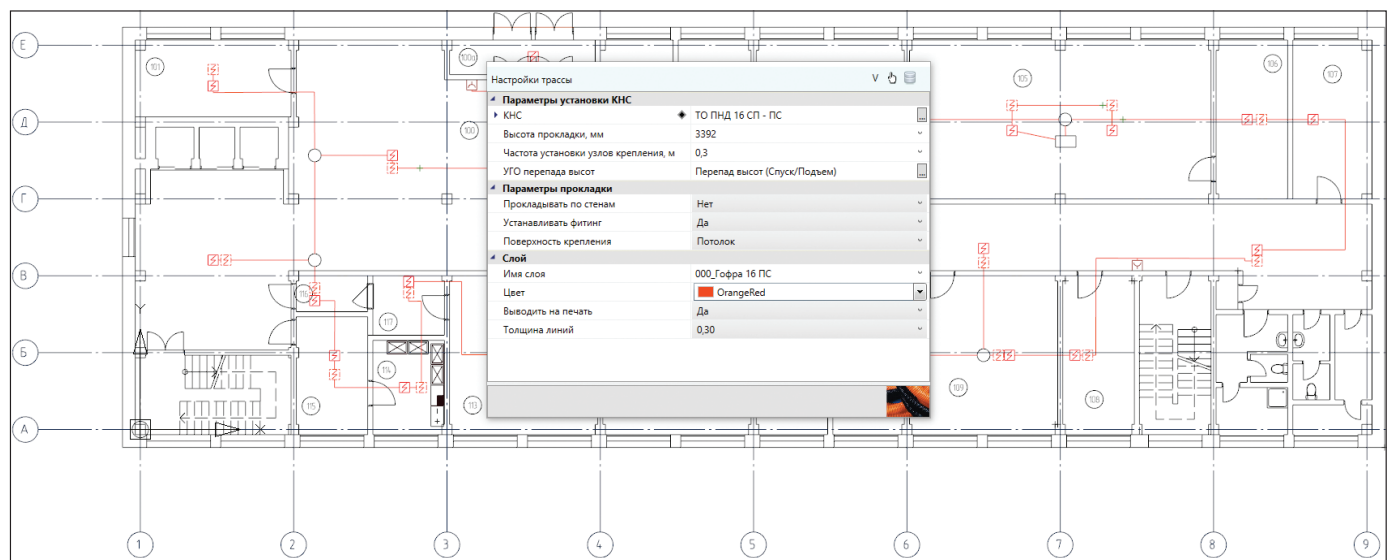


Рис. 8. Прокладка трасс

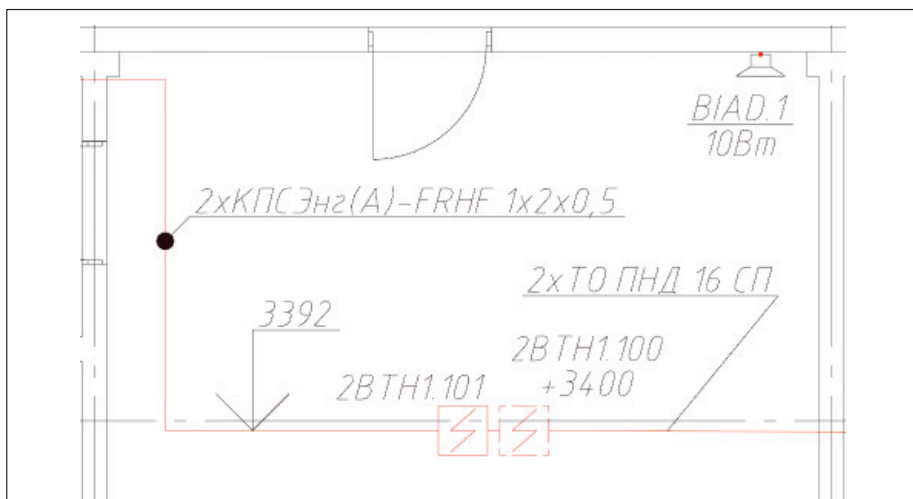


Рис. 9. Варианты маркировки оборудования

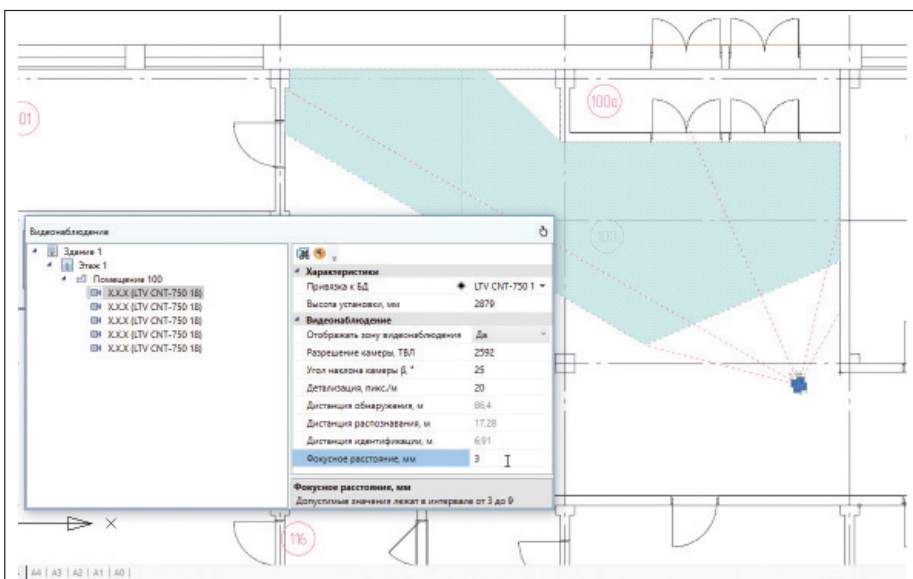


Рис. 10. Расчет углов обзора и зоны обзора видеокамеры

Кроме маркировок в папоCAD ОПС доступны оформление чертежей, установка рамок и основных надписей, сечений лотков, различных таблиц (например, таблицы используемых УГО), а также формирование различных отчетных документов. папоCAD ОПС позволяет формировать в автоматическом режиме следующие отчеты:

- Спецификации оборудования;
- Кабельные журналы;
- Структурная схема;
- Таблицы прокладки кабеля;
- Таблицы адресов;
- Таблицы шлейфов;
- Таблицы условных обозначений;
- Таблицы расчета РИП;
- Таблицы расчета оповещателей;
- Таблицы расчета зон обзора видеокамер;
- 3D-модель в формате IFC.

Расчеты оборудования программный комплекс папоCAD ОПС производит сразу же после установки оборудования на чертеж. Например, при установке видеокамеры сразу формируются углы и зоны обзора видеокамеры в зависимости от ее параметров (матрица, фокусное расстояние) и параметров установки (высота, угол наклона). Также будут рассчитаны "мертвая зона", дистанции обнаружения, распознавания и идентификации (рис. 10).

После оформления и документирования модели ее можно посмотреть в 3D-виде. Переход в 3D-вид модели можно осуществлять на любом этапе ее создания, чтобы визуально контролировать правильность установки оборудования по высоте (рис. 11).

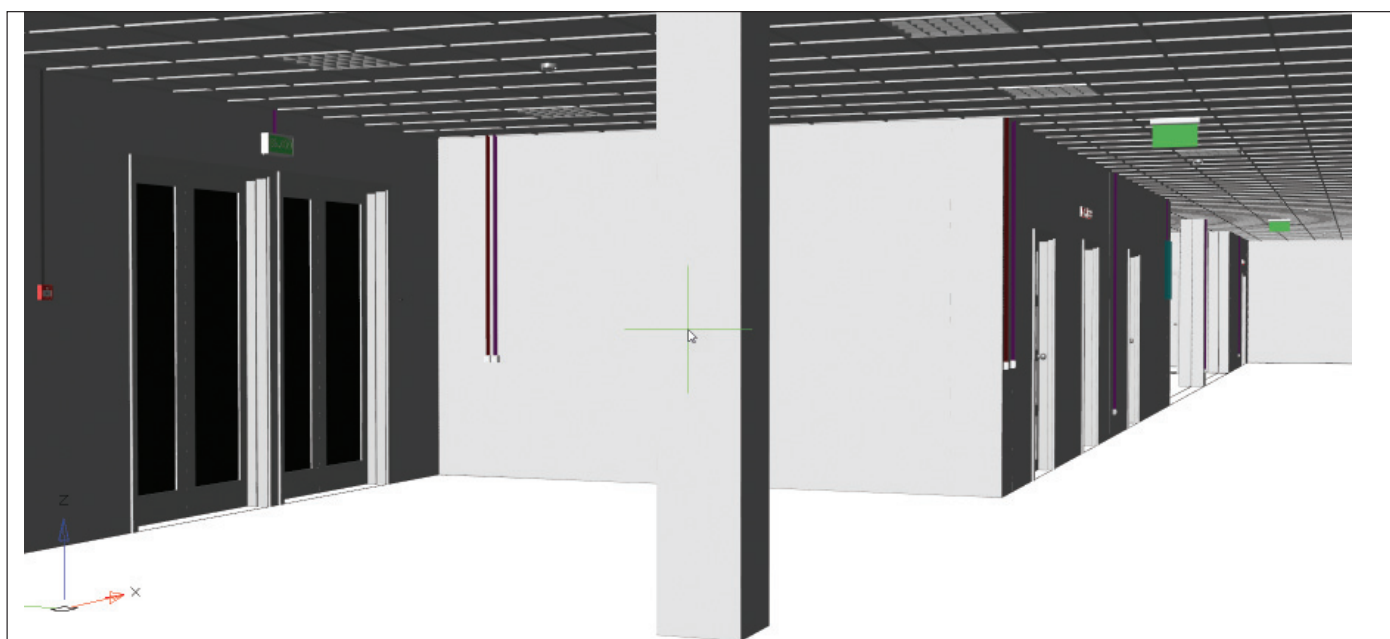


Рис. 11. 3D-вид модели с архитектурой и оборудованием освещения



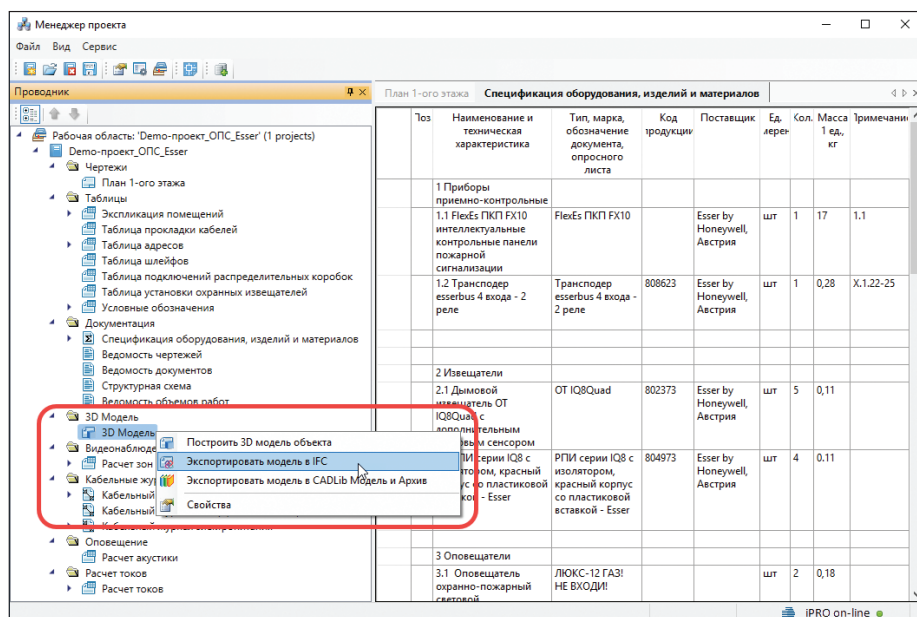


Рис. 12. Инструменты выгрузки модели систем безопасности

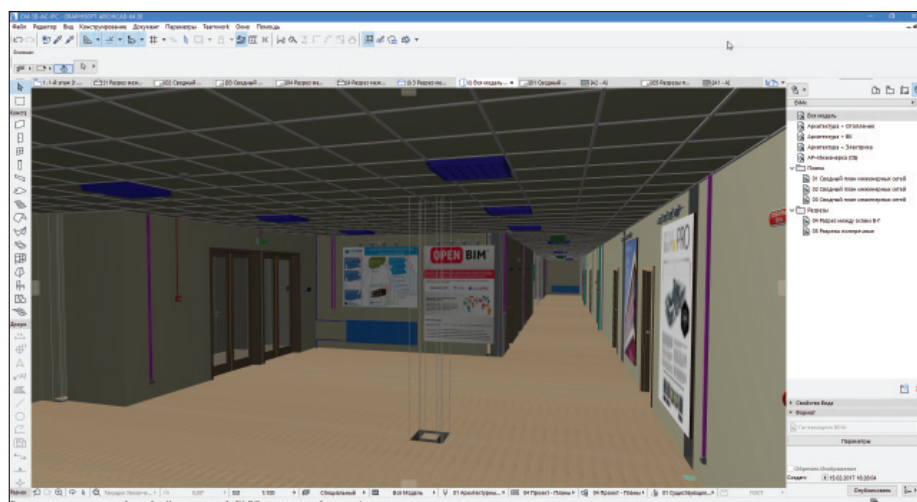


Рис. 13. Модели инженерных систем в ARCHICAD

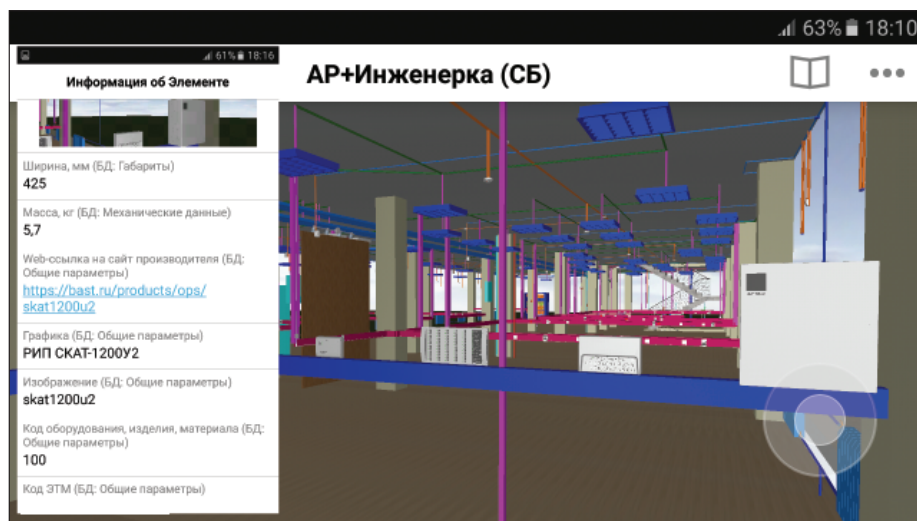


Рис. 14. Просмотр моделей инженерных систем на мобильном устройстве

В 3D-вид модели в качестве внешней ссылки можно загрузить и архитектурную подоснову, и другие инженерные системы здания, например светильники из nanoCAD Электро, для визуального контроля установки оборудования инженерных систем. Удобная 3D-навигация в платформе nanoCAD, с возможностью облета, позволяет заглянуть в любой угол здания.

Данная технология проектирования в САПР позволяет моделировать системы безопасности "сами в себе", без учета других систем, и только визуально контролировать взаимодействие с архитектурой и другими инженерными системами (рис. 12).

Технология OpenBIM-проектирования, которую поддерживает nanoCAD OPC, позволяет выгружать модели систем безопасности в файл формата IFC и загружать модели в этом формате в другие программы, будь то архитектурные, например ARCHICAD, Revit, или анализирующие, например Solibri Model Checker. При выгрузке оборудованию присваиваются свойства как IFC-объектам и переносятся все характеристики и параметры оборудования, в том числе и расчетные данные, из баз данных nanoCAD OPC. Причем эти свойства доступны для просмотра и анализа в других программах (рис. 13).

Таким образом, программный комплекс nanoCAD OPC позволяет построить модель систем безопасности, моделировать поведение систем с различными конфигурациями настройки оборудования, проводить расчеты как самих систем, так и установленного оборудования, документировать и оформлять модель. Плюс к этому — делиться информацией и передавать ее в другие программы для дальнейшего моделирования и анализа объекта проектирования. Более того, загрузка моделей в специальные программы позволяет получить доступ к модели и к свойствам оборудования с мобильных устройств, просматривать и комментировать их непосредственно на объекте строительства (рис. 14).

Использование nanoCAD OPC позволяет добиться в проектировании второго уровня зрелости BIM-технологии по диаграмме Бью-Ричардса.

**Максим Бадаев,**  
руководитель проекта ЗАО "Нанософт"  
E-mail: badaev@nanocad.ru



## nanoCAD ВК 8.0: УДОВОЛЬСТВИЕ ОТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

С выходом nanoCAD ВК 8.0 компания "Нанософт" установила новую планку в проектировании внутреннего водоснабжения. Программа базируется на новейшей (и тоже восьмой по счету) версии платформы nanoCAD, обеспечившей проектировщиков полным набором современных инструментов для создания и редактирования объектов/текстов/таблиц, а также для подготовки, оформления и выпуска графической технической документации.

Так чем же программа удобна для нас, инженеров? Попробуем проследить весь процесс проектирования в nanoCAD ВК, взяв за основу реальный проект ярославской компании "ПрофСтрой". Работа в программе будет отличаться от последовательности действий при стандартном проектировании.

В самом начале нужно создать проект, где будет храниться вся информация: чертежи, спецификации, ведомости и расчетные данные. Это очень простая процедура, тем более что последовательность действий подсказывает сама программа.

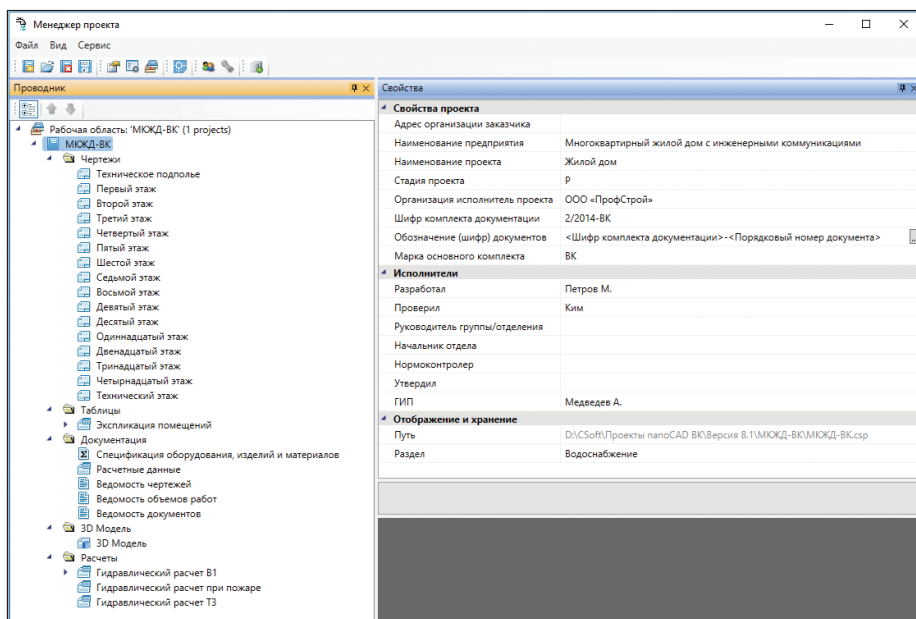
После создания проекта открывается окно настроек. Здесь мы задаем водопотребителей, настраиваем программу под наш будущий проект и выбираем вид расчета: СНиП 2.04.01-85 или СП 30.13330.2012.

Затем создаем будущие планы. Подключаем на плане строительную подоснову от архитектора — как простые 2D-чертежи, так 3D-чертеж или IFC-модель этажа. Чтобы программа поняла, к какому этажу данная подоснова относится, необходимо создать этаж.

Создаем помещения или экспортируем их из подосновы (чертежи должны быть созданы в nanoCAD СПДС или ARCHICAD). Так как проект новый, его база данных поначалу будет пустой — из базы nanoCAD ВК в нее нужно импортировать необходимые нам приборы, армату-

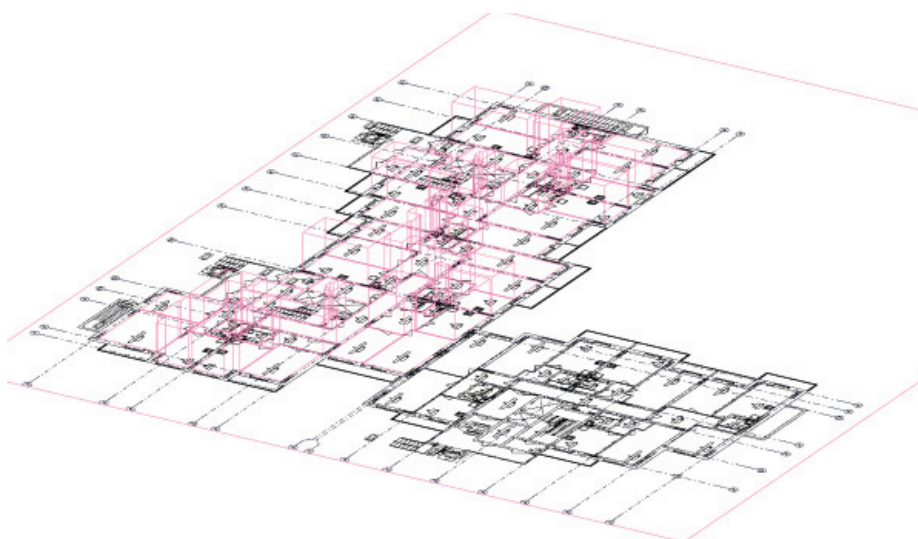


Проект компании "ПрофСтрой"

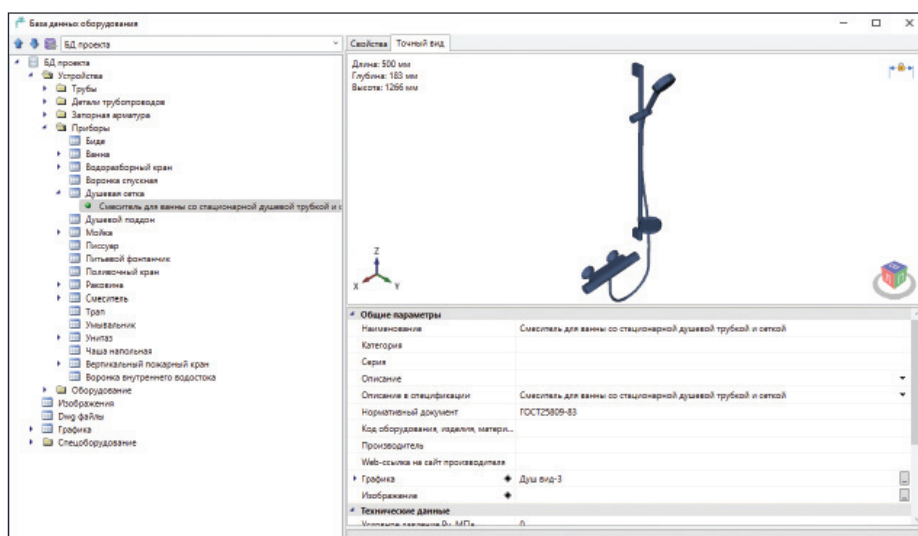


Создание проекта

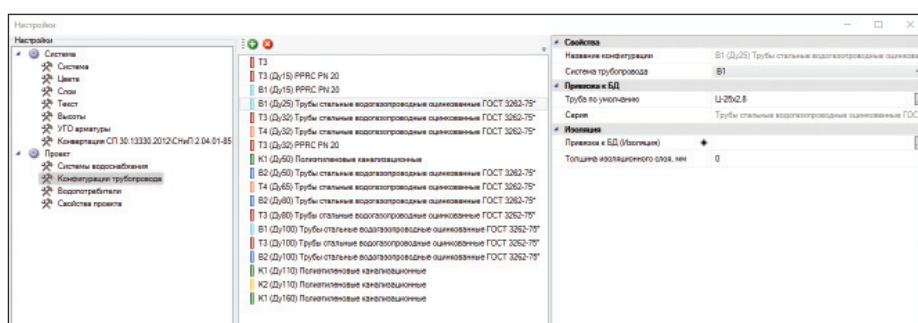




Созданные помещения

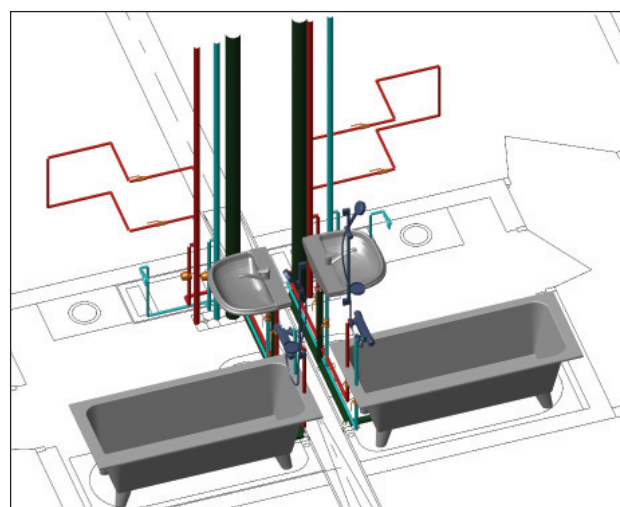
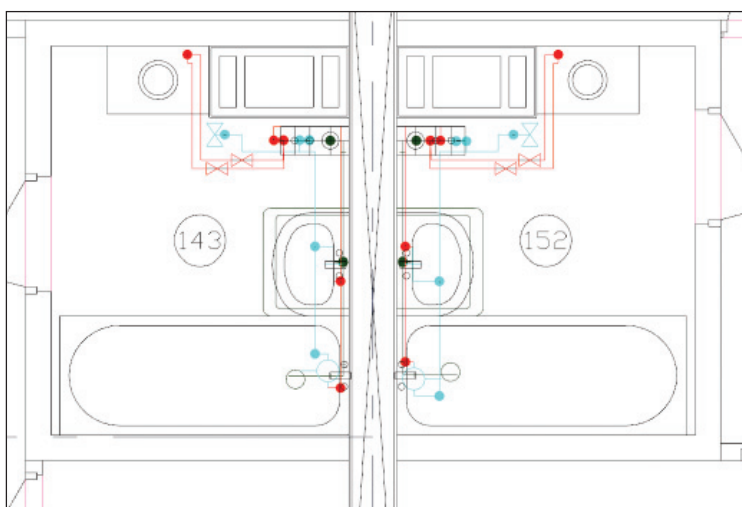


## База данных проекта



## Конфигуратор трубопроводов

Производим расчет систем, после чего открывается окно *Результаты расчета* – в нем отображается вся информация по системам, которые мы рассчитали. Если по результатам расчета какие-то элементы оказались неподходящими, программа выделит их красным цветом. Если во время проектирования произошли из-



Отображение плана

Отображение 3D-модели

менения номенклатуры (труб, арматуры, приборов или оборудования), в этом же окне мы можем выбрать нужную номенклатуру. После расчета автоматически формируются гидравлические отчеты по системам.

Анализируем полученные данные и, если они нас устраивают, следующим шагом привязываем фитинги к базе данных, а затем размещаем их 3D в нужном направлении. После этого начинаем получать и оформлять выходную документацию.

Так как планы у нас уже готовы, остается только их оформить, проставить выноски, установить рамку. В программе заложено

большое количество выносок, но если не-обходимой все же не нашлось, пользовате-лю ничто не препятствует создать выноску самостоятельно. Трехмерная модель си-стем, экспликация помещений, расчетные данные, аксонометрические схемы и спе-цификация оборудования генерируются автоматически. Кроме того, мы можем экспортировать модель систем в обмен-ные файлы стандарта IFC, что позволит подгрузить ее на любой BIM-платформе, будь то ARCHICAD, Revit, Allplan или какая-либо другая.

Ведомости чертежей, документов и объ-емов работ заполняются частично. Все

документы можно выгрузить в Microsoft Word или Excel.

И, наконец, самое главное. Никто не любит покупать кот в мешке: перед по-купкой хочется самостоятельно опробо-вать функционал программы. Оценоч-ную версию nanoCAD ВК (как, впрочем, и любую другую программу линейки nanoCAD) можно скачать с сайта компа-нии "Нанософт": [www.nanocad.ru](http://www.nanocad.ru).

**Николай Суворов**  
**ЗАО "Нанософт"**  
**Тел.: (495) 645-8626**  
**E-mail: [suvorovn@nanocad.ru](mailto:suvorovn@nanocad.ru)**

Результаты расчета

Информация по вводу

Ввод B1

- Система Ввод B1
  - Арматура
    - Задвижка Ду100, [1 шт.]
    - Задвижка Ду100, [1 шт.]
    - Задвижка Ду100, [2 шт.]
    - Задвижка Ду100, [3 шт.]
    - Клапан [Не задано], [1 шт.]
    - Краны и Вентили Ду15, [140 шт.]
    - Краны и Вентили Ду15, [196 шт.]
    - Краны и Вентили Ду20, [532 шт.]
    - Счетчик воды Ду15, [238 шт.]
    - Счетчик воды Ду50, [1 шт.]
    - Фильтр [Не задано], [1 шт.]
  - Насос
    - K50-32-125a, [3 шт.]
  - Переход
    - Не задано, [30 шт.]
  - Потребитель
    - Водонагреватель, [1 шт.]
    - Кран водоразборный Ду15, [196 шт.]
    - Кран водоразборный настенный Ду15, [196 шт.]
    - Смеситель для ванны со стационарной душевой трубкой и сеткой, [196 шт.]
    - Смеситель для умывальника с нижней камерой смешения, [392 шт.]
  - Расходомер
    - 65, [1 шт.]
  - Труба
    - PPRC PN 20 Ду15, [220,46 м.]
    - PPRC PN 20 Ду20, [1742,02 м.]
    - PPRC PN 20 Ду25, [211,85 м.]
    - PPRC PN 20 Ду32, [308,49 м.]
    - PPRC PN 20 Ду40, [51,47 м.]
    - Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные ГОСТ 3262-75\* Ду15, [43,82 м.]
    - Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные ГОСТ 3262-75\* Ду25, [6,24 м.]
    - Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные ГОСТ 3262-75\* Ду32, [8,12 м.]
    - Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные ГОСТ 3262-75\* Ду50, [0,56 м.]
    - Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные ГОСТ 3262-75\* Ду50, [59,08 м.]
    - Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные ГОСТ 3262-75\* Ду65, [18,15 м.]
    - Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные ГОСТ 3262-75\* Ду80, [1,38 м.]
    - Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные ГОСТ 3262-75\* Ду100, [4,72 м.]
    - Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные ГОСТ 3262-75\* Ду100, [6,29 м.]
    - Трубы стальные водогазопроводные оцинкованные ГОСТ 3262-75\* Ду125, [50,39 м.]

**Характеристики**

Обозначение Ввод B1

Условное обозначение трубопровода B1

**Расчетные данные**

Тип расчета Считать все

Гарантированный напор, м 0

Потребный напор, м 49,86

Потери напора в местных сопротивл... 0,3

Потребный напор при пожаре, м 49,86

Минимальная скорость движения в... 0,5

Максимальная скорость движения в... 0,9

Максимальная скорость движения в... 1

Максимальная скорость движения в... 1,2

Минимальный условный диаметр т... 15

Учитывать зарастание в трубах Да

Расчетный расход воды в сутки, м³/... 0,25

Расчетный расход воды в час, м³/ч 26,01

Расчетный расход воды в секунду/с 9,4

Расчетный расход воды приборов п... 9,4

Расчетный расход воды при пожаре... 0

**Технические данные**

Высота установки, мм 0

**Пожаротушение**

Минимальный расход на одну стру... 0

Количество струй пожаротушения... 0

Максимальная скорость движения в... 3

**CAD свойства**

Слой B1\_Вводы

Результаты расчета



# ЗНАКОМЬТЕСЬ: НОВЫЙ ПРОДУКТ nanoCAD СПДС МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ

nanoCAD СПДС  
Металлоконструкции

**NANOCAD**  
УМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
www.nanocad.ru  
© 2008-2017 ЗАО «Нанософт»  
Версия 1.0



В наше время активно развиваются 3D-проектирование, BIM-технологии и, без сомнения, рано или поздно к этому придут все инженерные программы. Но перед проектировщиками стоят задачи подготовки чертежей, отвечающих государственным нормативным документам, а в этом 3D-технологии пока еще далеки от совершенства. Наши же программы позволяют использовать привычное 2D-проектирование.

Конструкторам поможет новый продукт nanoCAD СПДС Металлоконструкции — приложение, расширяющее функционал nanoCAD СПДС и предназначенное для разработки двумерных чертежей металлических конструкций марки КМ (рис. 1). Существует и аналог про-

граммы для платформы AutoCAD — СПДС Металлоконструкции.

nanoCAD СПДС Металлоконструкции имеет ряд очевидных преимуществ перед программами 3D-проектирования:

- **свобода проектирования** — отсутствует зависимость от типовых и базовых узлов, как в трехмерных аналогах;
- **удобство работы** — простой и понятный функционал позволяет пользователям быстро и легко освоиться в программе;
- **эффективность** — высокая скорость оформления документации с использованием встроенного функционала nanoCAD СПДС;
- **разумные системные требования** — нет необходимости использовать сверхпроизводительные компьютеры, как

того требуют программы для работы с 3D-моделью.

Программа базируется на графическом ядре nanoCAD и предлагает все необходимые инструменты создания двумерных чертежей. Выходная документация сохраняется в формате \*.dwg.

Задействован весь функционал СПДС: инструменты оформления (массивы осей, отметки уровня, выноски, сварные швы) и многое другое. Также имеется база стандартных элементов, которая содержит более 3000 параметрических строительных объектов: металлопрокат, крепеж и т.п. Все объекты доступны для редактирования средствами встроенного механизма.

Основные задачи, решаемые программой:

- оформление чертежей видов и разрезов металлических конструкций;

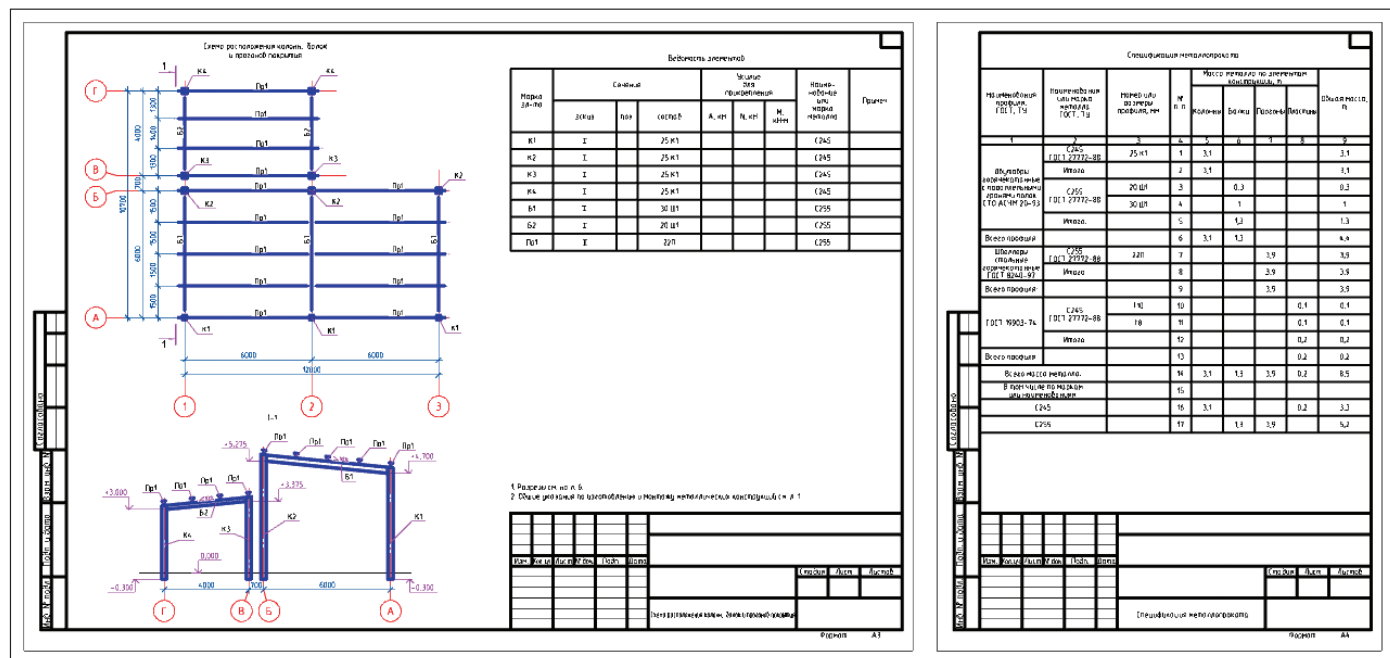


Рис. 1. Чертежи марки КМ в программе nanoCAD СПДС Металлоконструкции

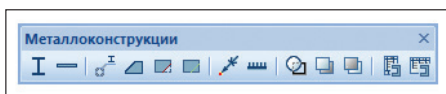


Рис. 2. Панель инструментов папоCAD СПДС Металлоконструкции

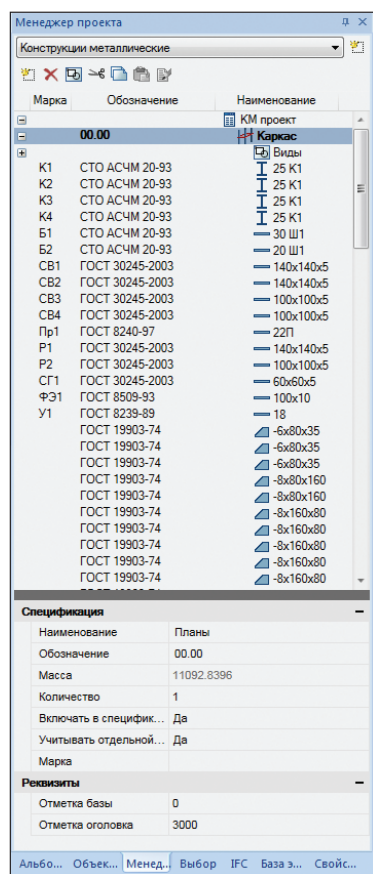


Рис. 3. Организация структуры проекта

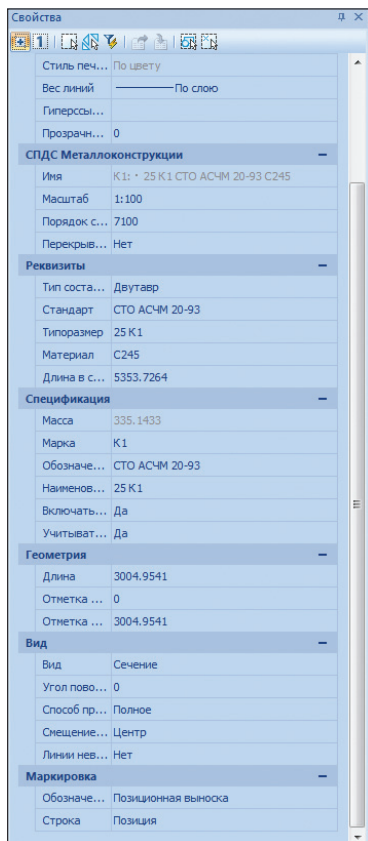


Рис. 4. Панель свойств элемента

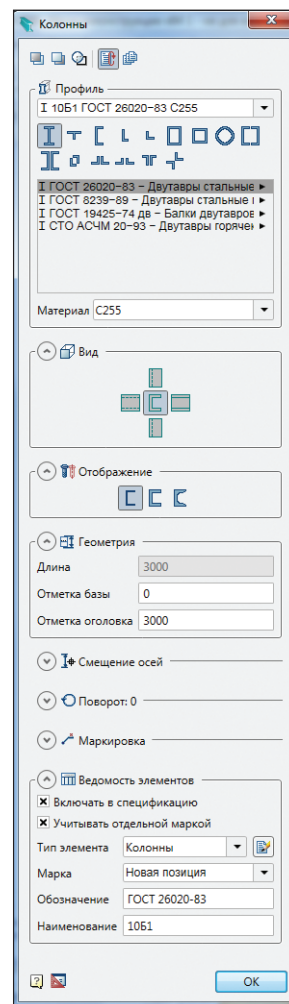


Рис. 5. Окно диалога Колонны

- создание различных видов элементов и изделий, включенных в металлические конструкции;
- автоматическое формирование ведомости элементов и спецификаций металлопроката.

Ключевые преимущества:

- быстрые и гибкие инструменты нанесения и редактирования элементов металлического каркаса;
- автоматическое назначение позиций, марок и их отображение на чертеже;
- полностью автоматический расчет и формирование спецификаций;
- работа в среде папоCAD с использованием встроенного функционала папоCAD СПДС.

Интерфейс программы прост и понятен, все инструменты расположены на одной панели (рис. 2).

Организовать структуру проекта позволяет специальный Менеджер проекта (рис. 3). В окне этого инструмента поль-

зователь видит, какие элементы конструкций входят в разрабатываемый проект и какие характеристики они имеют. Здесь же можно создавать различные сборки, причем для каждой из них будут включены свои элементы конструкций. Обозначение, наименование и количество деталей и сборок могут определяться на основе состава чертежа или задаваться пользователем вручную. Любое изменение параметров в Менеджере проекта автоматически отображается на чертеже. Все сборки и детали группируются по типам.

Структура проекта позволяет использовать в ее составе данные нескольких чертежей \*.dwg, тем самым обеспечивая возможность коллективной работы над конструкцией.

Задавать структуру и вносить изменения в состав изделия можно непосредственно из чертежа, а также с помощью боковой панели свойств (рис. 4), не открывая диалог проекта.

## Организация проектирования

Процесс проектирования металлических конструкций начинается с разработки компоновочного решения и конструктивной схемы объекта. После согласования и подтверждения компоновочного решения и конструктивной схемы объекта можно приступать к работе над самими металлоконструкциями.

На созданной сетке осей, как правило, в первую очередь располагают колонны. Они являются одним из важнейших элементов конструктивной схемы здания, выполняют функцию опоры и передают нагрузку от вышележащих конструкций на фундаменты.

Перед тем как расположить колонны в плане, следует в окне соответствующего диалога (рис. 5) выбрать нужный профиль и задать ему необходимые параметры. Если параметры потребовалось изменить, а колонны уже размещены на чертеже, существует возможность быстрой корректировки через панель



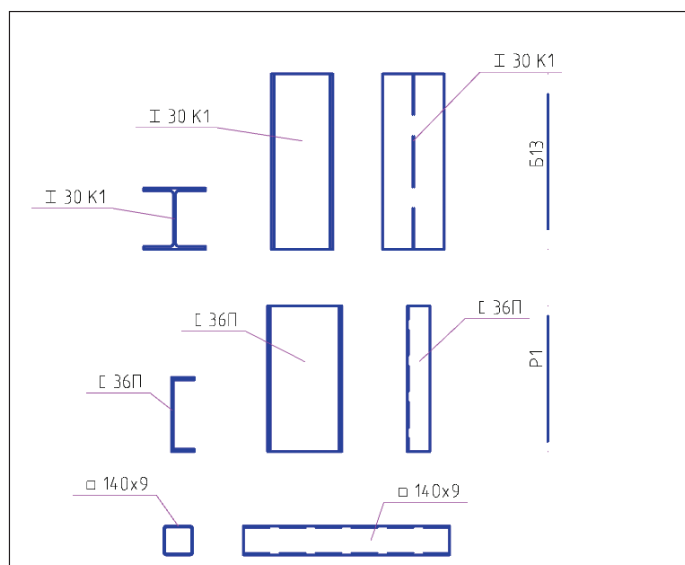


Рис. 6. Отображение профилей

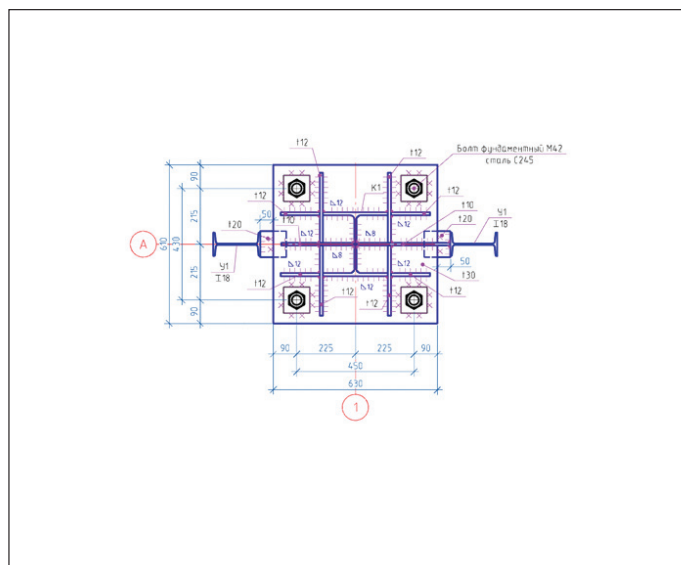


Рис. 7. Опорная база колонны с ребрами из пластин

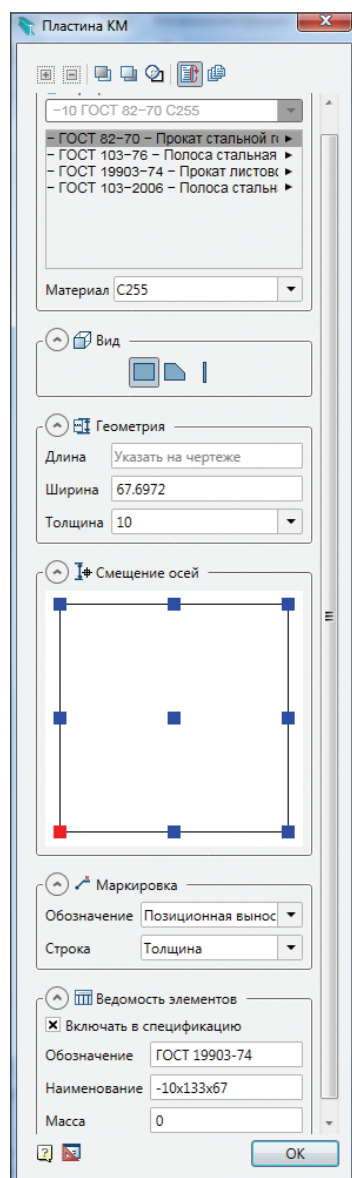


Рис. 8. Окно диалога Пластина

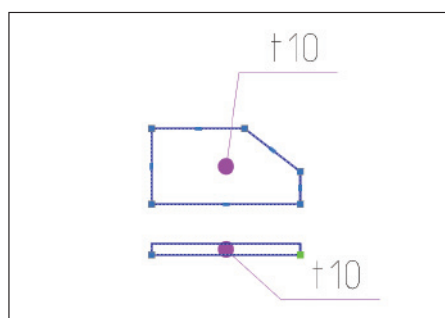


Рис. 9. Редактирование геометрии пластин с помощью специальных "ручек"

свойств или окно диалога. Отметим, что при изменении параметров колонны определенной марки происходит автоматическое изменение параметров других колонн, принадлежащих той же марке. Это значительно ускоряет работу по корректировке или изменению параметров уже созданных элементов чертежа. Инструмент "Балка" предполагает такие же способы задания и редактирования параметров.

Возможности инструментов "Балка" и "Колонна":

- выбор различных профилей металлопроката и материала стали по ГОСТ;
- возможность выбора вида профиля (сверху, снизу, спереди и т.д.);
- возможность выбора отображения профиля (условное, упрощенное, полное) — см. рис. 6;
- ввод параметров геометрии профиля;
- задание смещения осей профиля для вставки и привязки к другим элементам конструкций;
- задание поворота профиля;
- возможность выбора маркировки

элемента (позиция или типоразмер);

- возможность создания собственного типа и собственной маркировки элемента.

Немалую часть времени проектировщика металлоконструкций занимает работа с пластинами. Этот элемент, представляющий собой основное связующее звено между стержневыми конструкциями, входит в состав ферм, вертикальных и горизонтальных связей, применяется в опорных базах колонн (рис. 7). Большое количество пластин в проекте всегда затрудняло их подсчет для спецификации металлопроката. Теперь эта проблема решена. В программе nanoCAD СПДС Металлоконструкции пластины являются отдельными параметрическими элементами: размещая этот элемент на чертеже, вы автоматически добавляете его в структуру проекта.

Инструментарий нового инструмента (рис. 8) проектировщики, безусловно, оценят по достоинству:

- возможность выбора типоразмеров проката и материала стали по ГОСТ;
- задание смещения осей пластины для вставки и привязки к другим элементам конструкций;
- автоматическое назначение маркировки пластины (наименование или толщина);
- редактирование геометрии пластин с помощью специальных "ручек" (рис. 9);
- автоматическое формирование обозначения и расчет массы.

При работе с параметрическими элементами пользователи нередко задаются вопросами, каким образом состыковать

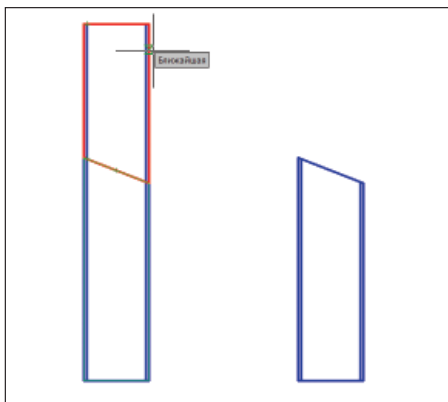


Рис. 10. Угловая подрезка профиля

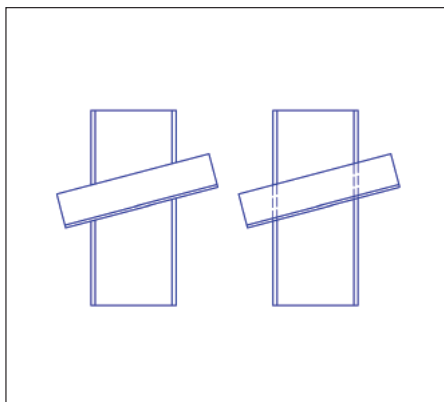


Рис. 11. Изменение линий контура профилей в местах перекрытия

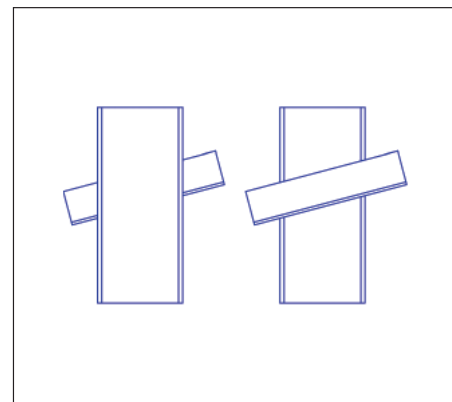


Рис. 12. Изменение вида расположения элементов относительно друг друга

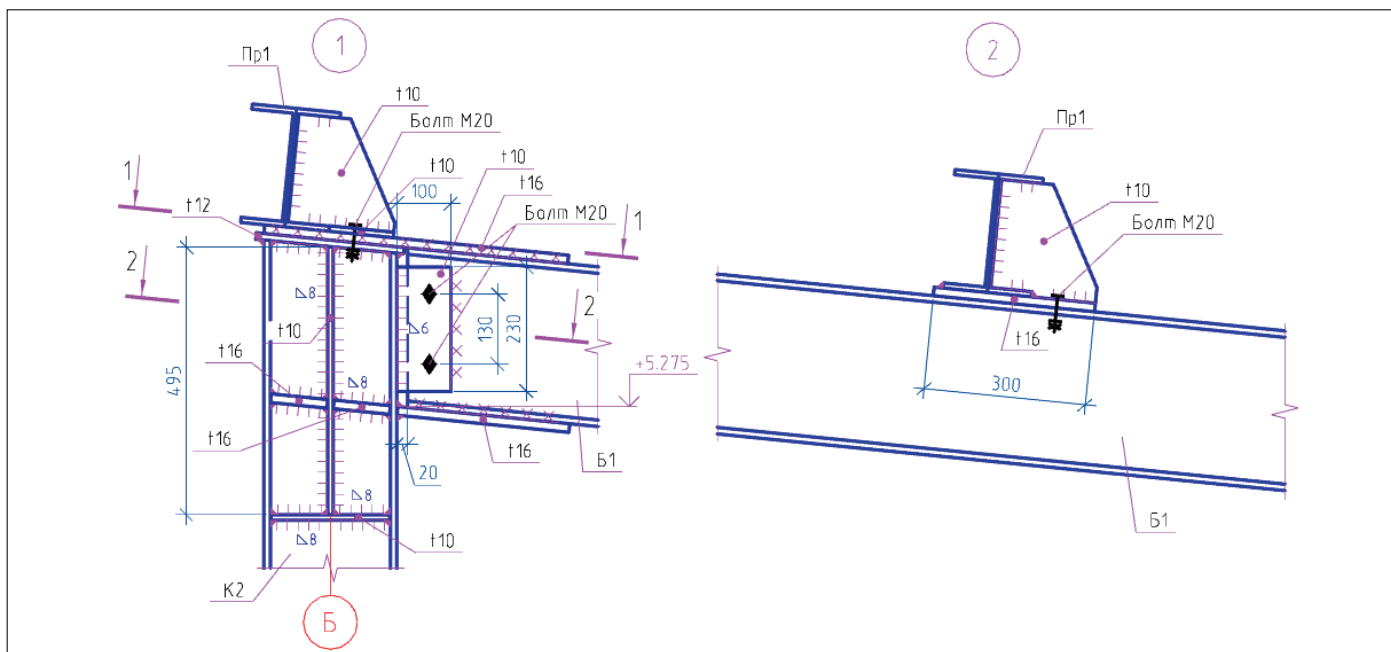


Рис. 13. Узлы марки КМ

между собой под углом два параметрических элемента или подрезать полку двутавра. Ответ предлагает инструмент *Подрезка профилей* (рис. 10). С помощью одноименной команды подрезка профиля превращается в очень простую процедуру: требуется только задать необходимый контур подрезки, который зависит от решаемой задачи. Вариантов подрезки существует великое множество. Если же по каким-либо причинам выполненная подрезка вас не устроила или понадобилось восстановить изначальный вид профиля, используйте команду *Удалить подрезку*.

Проектировщики знают, насколько трудоемким процессом является вычерчивание правильного отображения элементов, перекрывающих друг друга, — это требует множества дополнительных

рутинных операций по частичной замене сплошных линий штриховыми. В программе nanoCAD СПДС Металлоконструкции с помощью инструмента *Режим перекрытия элементов* отображение элементов меняется одним нажатием кнопки.

При изменении положения конструктивных элементов на чертеже режим отображения изменяется в соответствии с новым расположением элементов (рис. 11).

Еще одним удобным инструментом для работы с параметрическими объектами является *Режим перемещения элементов* — эта команда позволяет пользователю менять расположение элементов относительно друг друга.

Новое расположение элементов отобразится на чертеже автоматически (рис. 12).

Проектирование металлоконструкций связано и с построением узлов (рис. 13). Для этого в программе nanoCAD СПДС Металлоконструкции есть все необходимые инструменты. Команда *Узел* позволяет пользователю создавать узлы с планов, схем и разрезов, где представлены параметрические элементы профилей. Элементы, входящие в выбранную пользователем границу узла, будут автоматически отображены, подрезаны и промаркированы. В узлы также можно добавлять новые параметрические элементы, менять их геометрию или расположение. Через Менеджер проекта вы можете включать созданные узлы в отдельные сборки, задавать их количество — программа автоматически пересчитает все элементы, входящие в узел. Узлы можно копировать в другие проекты с сохране-



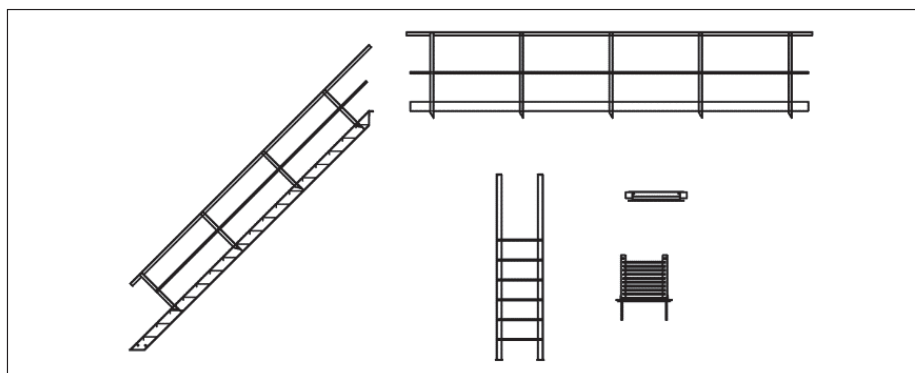


Рис. 14. Лестницы, площадки, стремянки и ограждения

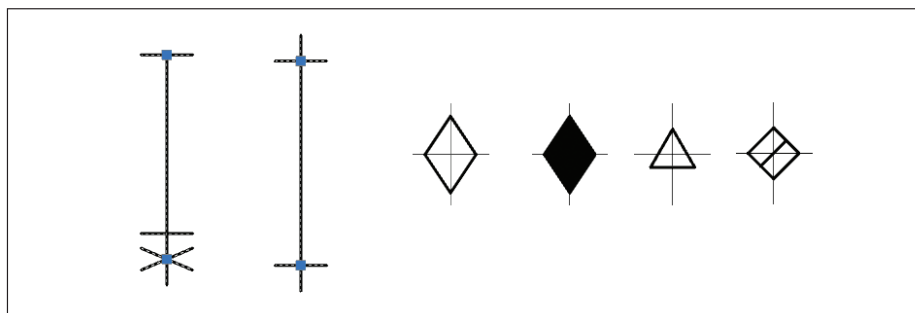


Рис. 15. Условные обозначения болтов

нием всех параметров элементов и при необходимости выполнять их корректировку.

Преимущества программы при работе с узлами:

- автоматическая маркировка и нумерация узлов на чертеже;
- автоматическая подрезка профилей, входящих в узел;
- автоматическая установка линий обрыва в узлах.

База элементов, хорошо знакомая пользователям napoCAD СПДС, дополни-

лась параметрическими объектами площадок, лестниц, стремянок, ограждений, а также деталями креплений (болты). Эти параметрические объекты пригодятся при оформлении чертежей планов, разрезов и узлов металлических конструкций.

Новые элементы базы:

- лестницы, площадки, стремянки и ограждения по серии 1.450.3-7.94 (рис. 14);
- условные обозначения болтов с возможностью редактирования их дли-

ны посредством специальных "ручек" (рис. 15).

Завершающим этапом проектирования является подсчет массы металла. Необходимости в ручном подсчете больше нет — программа napoCAD СПДС Металлоконструкции справляется с этим самостоятельно. Относительно всех параметрических элементов, которые включены в проект, она автоматически производит подсчет металла по элементам конструкций, маркам, наименованию и количеству, после чего выдает таблицу в готовом виде. Пользователь только помещает эту таблицу в поле чертежа.

Для любой сборочной единицы могут быть автоматически сформированы:

- ведомость элементов (рис. 16);
- спецификация металлопроката (рис. 17).

В заключение хотелось бы отметить, что программа napoCAD СПДС Металлоконструкции — это простой, удобный и при этом мощный инструмент, который выводит двумерное проектирование на новый уровень. Его использование позволяет значительно ускорить процесс проектирования металлоконструкций и одновременно повысить его качество.

Программа продолжает активно развиваться, ее разработчики открыты для сотрудничества.

*Дмитрий Гостев,  
ведущий инженер  
ООО "Магма Компьютер"  
E-mail: d.gostev@mcad.ru*

Ведомость элементов						
Марка эл-та	Сечение			Усилие для прикрепления		
	эскиз	поз	состав	A, кН	N, кН	M, кН·м
						Наименование или марка металла
K1	I		25 K1			C245
K2	I		25 K1			C245
K3	I		25 K1			C245
K4	I		25 K1			C245
B1	I		30 Ш1			C255
B2	I		20 Ш1			C255
Pr1	I		22П			C255

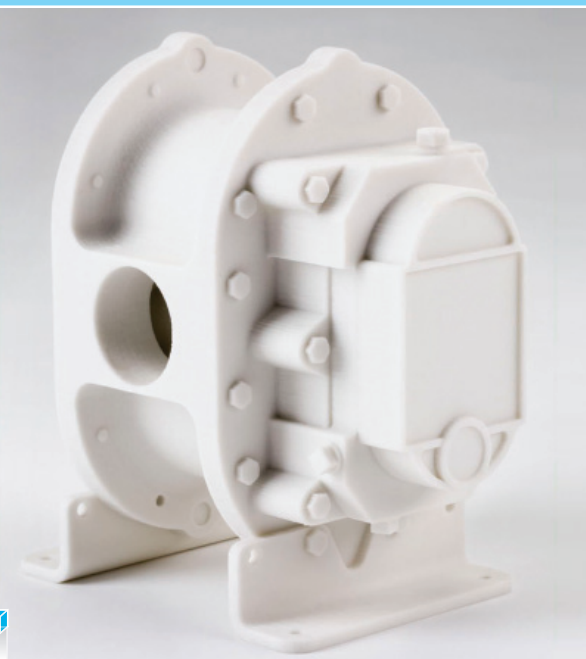
Рис. 16. Ведомость элементов

Спецификация металлопроката								
Наименование профиля, ГОСТ, ТУ	Наименование или марка металла, ГОСТ, ТУ	Номер или размер профиля, мм	№ п.п.	Масса металла по элементам конструкции, кг				Общая масса, кг
				Колонны	Балки	Пороги	Платины	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Двутавры горизонтальные с параллельными ребрами полок СТО АСЧН 20-93	C245 ГОСТ 27772-88	25 K1	1	3,1				3,1
	Итого:		2	3,1				3,1
	C255 ГОСТ 27772-88	20 Ш1	3		6,3			6,3
	Итого:		4		1			1
Всего профилей			5		1,3			1,3
			6	3,1	1,3			4,4
	C255 ГОСТ 27772-88	22П	7			3,9		3,9
	Итого:		8			3,9		3,9
Всего профилей			9			1,9		1,9
			10				0,1	0,1
	C245 ГОСТ 27772-88	18	11				0,1	0,1
	Итого:		12				0,2	0,2
Всего профилей			13				0,2	0,2
			14	3,1	1,3	3,9	0,2	8,5
			15					
	C245		16	3,1			0,2	3,3
Всего профилей			17		1,3	3,9		5,2
	C255							

Рис. 17. Спецификация металлопроката



## ➤ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ



**А**ддитивные технологии (англ. *Additive Fabrication*, AF, от *add* — добавлять) — обобщенный термин, описывающий процесс изготовления изделия на основе CAD-модели путем послойного добавления материала. Создание (или, иначе говоря, выращивание) детали происходит за счет последовательного формирования слоев материала, их фиксации или отверждения и соединения между собой. Использование 3D-принтеров и 3D-сканеров открыло уникальные возможности воспроизведения сложнейших пространственных форм, объектов, инженерных конструкций и механизмов во многих областях науки и производства — например, в аэрокосмической, автомобильной, нефтегазовой промышленности, машиностроении, металлообработке, медицине, ювелирном деле.

### Современные аддитивные технологии

3D-технологии ведут свою историю с 1986 года, когда была запатентована первая коммерческая стереолитографическая машина (SLA), разработанная в компании 3D Systems. Досередины 1990-х основной сферой применения были НОКОР для оборонной промышленности. Первые лазерные 3D-принтеры стоили чрезвычайно дорого, при этом был невелик набор используемых модельных материалов. С развитием систем автоматизированного проектирования был достигнут невероятный прогресс и в технологиях 3D-печати, и сегодня, в 2017 году, практически нет такой сферы материального производства, где бы активно не использовались аддитивные машины.

К современным методам аддитивного производства относятся:

- **CJP** (Color Jet Printing): технология полноцветной печати путем склеивания специального порошка на основе гипса;
- **MJP** (Multi Jet Printing): многоструйное моделирование с помощью фотополимерного или воскового материала;
- **SLA / DLP** (Stereolithography Apparatus / Digital Light Processing): стереолитография — технология, основанная на послойном отверждении жидкого материала под действием лазерного луча или УФ-лампы;
- **SLS** (Selective Laser Sintering): селективное лазерное спекание — послойное спекание под лучами лазера частиц порошкообразного материала до образования физического объекта по заданной CAD-модели;
- **SLM / DMP** (Selective Laser Melting / Direct Metal Printing) — селективное лазерное плавление металлического порошка по математическим CAD-моделям для производства сложных изделий.

### Примеры применения 3D-технологий в различных сферах

Такие детали, как *колпачки-уплотнители для электрических разветвителей*, традиционно производятся на литейных машинах с пресс-формами. При необходимости для формирования температуры в 30 °С во время производства пресс-формы нагреваются до 70 °С, что требует дополнительных затрат времени для остывания пресс-формы, из-за чего производственный цикл составляет 20,8 с. Чтобы

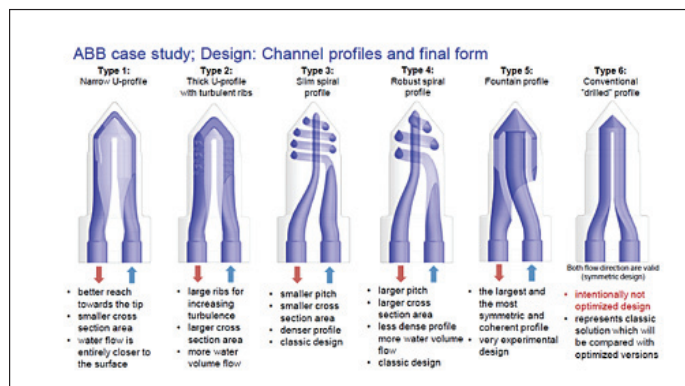
уменьшить это время, были разработаны и изготовлены вставки в пресс-формы с внутренними каналами охлаждения. С этой целью использовалась технология селективного лазерного плавления.

Испытания показали, что при использовании таких пресс-форм производственный цикл сокращается более чем в два раза и составляет 9,4 с.

Еще одним примером может служить *литье по выплавляемым и выжигаемым мастер-моделям*. Необходимо понимать, что, благодаря отсутствию газов сгорания, влияющих на усадку формы, литье по выплавляемым моделям является более высокоточным. Такое литье востребовано в медицине и в ювелирной отрасли. В то же время выжигаемые беззольные фотополимеры намного дешевле, чем литейный воск, что делает их более доступными и привлекательными. Применение 3D-технологий не ограничивается только лишь промышленностью. Одним из самых распространенных примеров может служить изготовление медицинских элайнеров. Элайнер — прозрачная каппа для исправления прикуса. Традиционно для выравнивания зубов применяют брекеты. Несмотря на постоянное совершенствование брекет-систем, при лечении пациенту приходится жертвовать комфортом и эстетической составляющей. Но, к счастью, до 80% случаев неправильного прикуса могут быть исправлены съёмными прозрачными каппами.

До появления цифрового моделирования и изготовления прототипов по цифровым моделям создание элайнеров было довольно трудной задачей. Для их формирования на вакуум-формере нужно





Профили каналов охлаждения и финальная форма

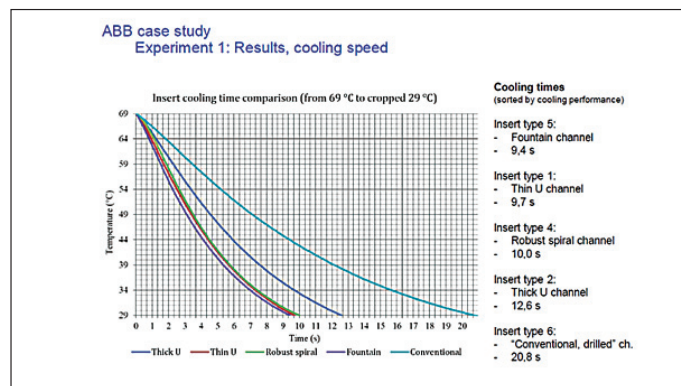


График падения температуры с 69 °C до 29 °C по времени

было создать матрицу-челюсть, обеспечивающую перемещение зубов не более чем на 0,25 мм на каждом этапе лечения. Ранее эта задача решалась с помощью динамической модели, на которой двигать зубы приходилось с помощью винтов, что влекло неизбежные риски, связанные с человеческим фактором и старением механизмов модели. Сегодня мы можем отсканировать силиконовый оттиск или гипсовый слепок челюсти пациента, затем в цифровом виде смоделировать все этапы лечения, добавить томографию для учета движения корней в кости (современное медицинское ПО позволяет загружать файлы в формате DICOM), а потом на стереолитографической машине изготовить матрицу-челюсть, на которую при помощи вакуум-формера изготавливается сам элайнер.

### 3D-сканирование

Сегодня к 3D-технологиям относят не только послойное производство, но и перевод физической модели в цифровой вид, то есть **3D-сканирование**. Сферы применения 3D-сканеров так же разнообразны, как области использования 3D-печати. От быстрого и высокоточного (до 5 мегапикселей) сканирования малых объектов для медицины и ювелирной промышленности до получения сканов объектов размером до 140 м. Традиционными областями применения 3D-сканирования считаются реверс-инжиниринг и метрология.

В рамках реверс-инжиниринга применение сканеров необходимо при переводе физической модели в цифровой вид с целью создания управляющих программ для постобработки или восстановления сломанного изделия или детали, либо для восстановления конструкторской документации.

В метрологии полученную цифровую модель сравнивают с эталонной. Целью такого сравнения может быть контроль геометрии для отбраковки изделия при производстве или оценка изменений после нагрузок в процессе эксплуатации. Приведенные примеры показывают, что аддитивные технологии, обладая рядом технических преимуществ, активно интегрируются в современное производство, но их применение можно рассмотреть и в другой плоскости — экономической. Представьте конвейер по производству крупносерийной продукции. Зачастую час простоя такой конвейерной линии обходится в сумму от 5000 до 20 000 долларов. Вероятность и время простоя линии напрямую зависят от количества сложных сборных деталей с множеством прокладок, резинок и прочих расходных элементов. Одним из возможных решений этой задачи могло бы стать применение 3D-принтеров, на которых можно либо оперативно изготовить необходимые детали по цифровым моделям из каталога наиболее часто заменяемых узлов, либо даже решить задачу замены сложных составных (менее надежных) деталей на целно созданные (более надежные).



Элайнер, напечатанный на стереолитографической машине

### Топологическая оптимизация

Для максимально полного использования возможностей интенсивно развивающихся аддитивных технологий необходимо применять новые подходы к проектированию деталей, один из которых основан на принципах топологической оптимизации. У этого термина есть несколько определений. Возможна, например, такая формулировка: топологическая оптимизация — процесс изменения конструктивных элементов с целью снижения массогабаритных характеристик и улучшения функциональных особенностей без снижения прочности и долговечности изделия.

Описываемый подход особенно важен для аэрокосмической отрасли. Во-первых, экономятся дорогостоящие материалы; во-вторых, снижение массы и увеличение прочности позволяют существенно увеличить грузоподъемность. Подводя итог, можно сказать, что при современной скорости научно-технического прогресса, с одной стороны, будет появляться все больше и больше отраслей, где активно востребовано применение аддитивных технологий, а с другой — сами эти технологии станут менее затратными и более совершенными, и, таким образом, будет расширяться сфера их применения.

Команда компании **iQB Technologies**, включающая высококвалифицированных экспертов, инженеров и технологов, разработает и внедрит уникальные 3D-решения для вашего промышленного предприятия, исследовательского центра, а также проектов малого и среднего бизнеса.

*Артём Згонников,  
руководитель проектов по внедрению  
аддитивных технологий в производство  
компании iQB Technologies  
www.iqb-tech.ru*

## МЫСЛИ О ШИРОКОФОРМАТНОМ ЛАМИНАТОРЕ

Часто говорят и пишут, что основные инструменты специалиста в области широкоформатной печати — это широкоформатный принтер, каттер (режущий плоттер) и ламинатор. Любое принт-бюро широкого профиля, которое не ограничивается одним только выводом изображений на тот или иной носитель, понимает, что заказчику необходим не полуфабрикат, а готовый продукт. Причем просто отпечатанное изображение в большинстве случаев конечным продуктом не является. Существует важный этап послепечатной обработки: в зависимости от того, какими чернилами и на каком носителе выполнена печать, и каковы условия его, отпечатка, дальнейшей эксплуатации, необходимо выполнить защиту от внешних воздействий. В противном случае работа очень скоро придет в негодность, а все деньги, потраченные на носитель, чернила и оплату труда оператора, окажутся выброшенными впустую.

В процессе использования изображение подвергается самым разнообразным воздействиям — это и влага (дождь, конденсат), и солнечный свет (выцветание), и агрессивные среды (пары бензина и растворителей, моющие средства), и механические контакты (царапание, истирание). Для защиты отпечатков служит ламинирование. Прозрачная пленка наносится на поверхность отпечатка и ставит надежный заслон действию разрушающих факторов. Чтобы защитить широкоформатное изображение, применяются широкоформатные ламинаторы. Только так можно нанести пленку с клеевым слоем аккуратно, равномерно по всей ширине, без пузырьков воздуха и «морщин». А с помощью ламинатора Seal 65 EL выполняется не только защитное ламинирование — устройство используют и для нанесения отпечатков на жесткую основу: картон, пенокартон, оргстекло. Делается это следующим образом. С лицевой стороны изображение защищается ламинирующей пленкой, а на следующем этапе (если отпечаток выполнен не на самоклеящемся носителе с клеевым слоем) оно наносится тыльной стороной на двусторонний скотч,

который соединяет отпечаток с жесткой подложкой. Такая операция называется монтированием. Поскольку существует возможность разводить рабочие валы ламинатора на расстояние до 25 мм, именно такая максимальная толщина жесткой подложки и допускается при монтировании. Если печать выполнялась на самоклеящемся носителе (пленка, бумага с клеевым слоем), монтирование выполняется в один этап. Таким образом, с помощью широкоформатного ламинатора Seal 65 EL возможно выполнение двух работ: защитного ламинирования отпечатков и/или их монтирования на жесткие подложки.

Чем же еще хорош ламинатор Seal 65 EL для своих владельцев? Будет ли он настоящим помощником в бизнесе широкоформатной печати или все-таки может оказаться обузой?

Seal 65 EL относится к «холодным» ламинаторам. И, в отличие от своих более дорогостоящих «горячих» собратьев, использует широко представленные на нашем рынке пленки для холодного ламинирования. Клеевой слой таких пленок активируется с помощью высокого давления, которое обеспечивается рабочими валами. Большой диаметр рабочих валов ламинатора Seal 65 EL гарантирует наилучшее соединение ламинирующей пленки с отпечатком или подложкой. Создание вала большой длины (у рассматриваемой модели она составляет 1650 мм) — само по себе непростая задача. А здесь рабочие валы ламинатора имеют еще и специальный профиль, который обеспечивает абсолютно ровное прилегание валов друг к другу при их сведении на всей длине. Высочайшее качество валов гарантируется многолетним опытом производителя — компании Seal Graphics.

Seal 65 EL достаточно компактен: он занимает чуть больше одного квадратного метра площади, что немаловажно при обустройстве рабочей зоны производственной компании. Поскольку валы не имеют нагревательных элементов, ламинатор потребляет в рабочем режиме лишь 115 ватт. Специальных требований к электросети не предъявляется, можно



Ламинатор Seal 65 EL

использовать бытовую однофазную розетку с заземлением. То есть проблем с использованием ламинатора не возникает даже в офисном помещении.

При весьма широких возможностях высококачественного широкоформатного ламинирования и монтирования работа с ламинатором не предполагает сложной и длительной подготовки оператора, его обслуживающего. Что в свою очередь снимает проблему поиска высокоопытного персонала. Ламинатор прост в управлении, настройке и эксплуатации. Встроенные системы безопасности оператора соответствуют действующим сертификатам Европейского Союза.

Таким образом, Seal 65 EL — прекрасный ламинатор среднего уровня производительности, без эксплуатационных обременений, простой в работе и обслуживании — станет надежным помощником любому коллективу, занимающемуся широкоформатной печатью, производством наружной и интерьерной рекламы, строительством выставочных стендов, а также специалистам смежных областей. Услуги по защитному ламинированию отпечатков и их монтированию на жесткие подложки, выполняемые на ламинаторе Seal 65 EL, существенно улучшают товарный вид отпечатка и повышают стоимость работ заказчиков. Рулонный широкоформатный Seal 65 EL — это ваш ламинатор!

**Игорь Литвиненко**  
E-mail: [lte@ler.ru](mailto:lte@ler.ru)



Гравировально-фрезерные станки

# Cielle®

[www.cielle.ru](http://www.cielle.ru)

## Гравировальные станки портальной конструкции с дополнительным вертикальным рабочим столом

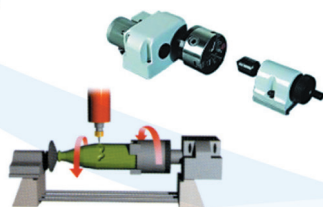
### Alfa 61/61



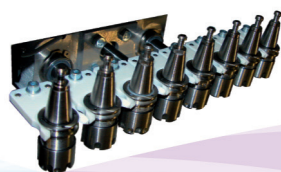
#### Сферы применения

- Гравировка линейных и круговых шкал
- Чистовая обработка сложных 3D-поверхностей
- Маркировка и гравировка на телах вращения
- Фрезеровка пазов и сквозных окон произвольной формы
- Изготовление корпусных деталей из «легких сплавов»

#### Опции



Индексная  
поворотная головка



Система автоматической  
смены инструмента



Высокооборотный шпин-  
дель (мощность 800 Вт)



Датчик настройки  
инструмента по оси Z



**Фирма ЛИР®**

Тел.: (495) 363-67-90, 8-800-200-67-90  
[www.ler.ru](http://www.ler.ru), [www.cielle.ru](http://www.cielle.ru), e-mail: [cielle@ler.ru](mailto:cielle@ler.ru)

Эксклюзивный дистрибьютор компании Cielle в России

[illegible]

11 городов

SHOW.NANOCAD.RU