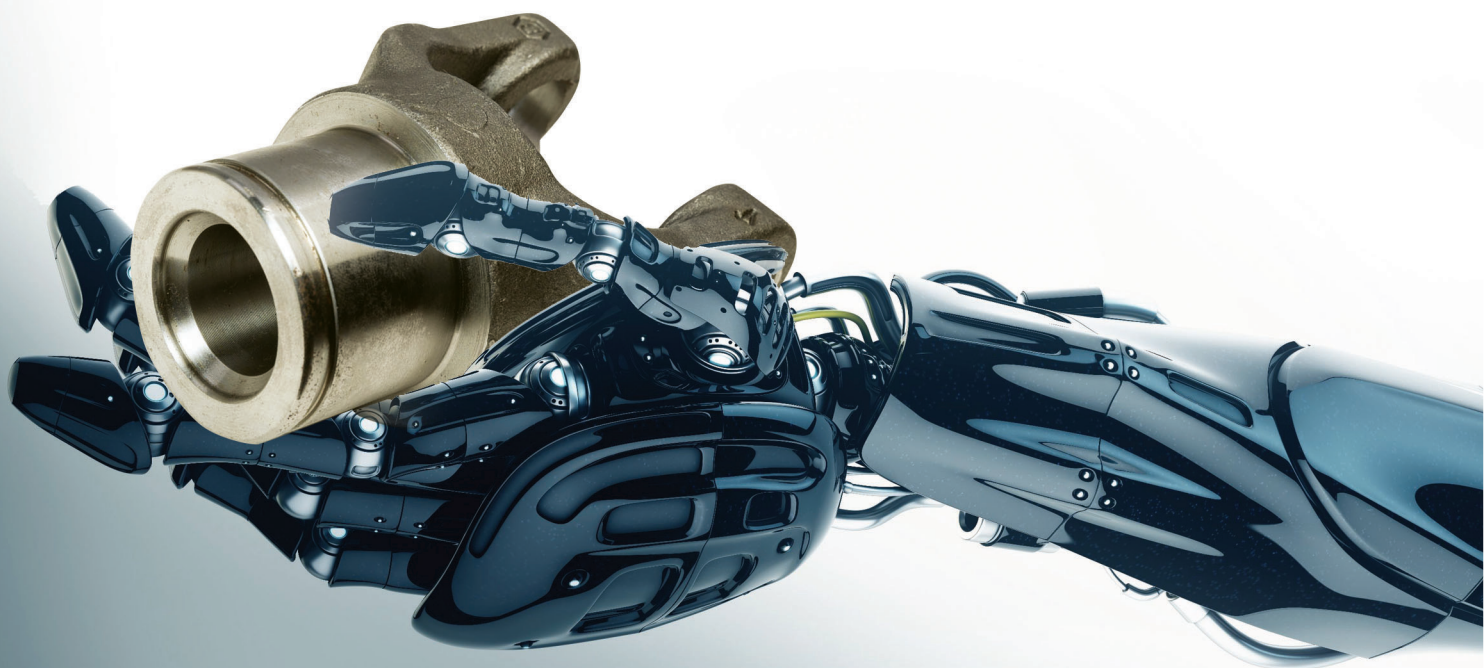




■ **АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ** НЕФТЕДОБЫВАЮЩИЕ КОМПАНИИ ПЕРЕХОДЯТ НА РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ РЕСУРСА АКТИВОВ ■ **ПЛАТФОРМЫ САПР** ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ NANOCAD ■ **МАШИНОСТРОЕНИЕ** СОВРЕМЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ В TECHNOLOGICS. ПЕРВЫЙ ШАГ НА ПУТИ К НЕЙРОСЕТЯМ И САМООБУЧАЮЩИМСЯ СИСТЕМАМ ■ ИНСТРУМЕНТЫ РАЗРАБОТКИ И ОФОРМЛЕНИЯ СПЕЦИФИКАЦИЙ ПРОГРАММЫ NANOCAD МЕХАНИКА ■ COPRA RF 2019: ЛУЧШЕЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВАЛКОВОГО ИНСТРУМЕНТА ■ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА БАЗЕ SOLIDWORKS ■ **ЭЛЕКТРОННЫЙ АРХИВ И ДОКУМЕНТООБОРОТ** ВСЕ ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ О ПОИСКЕ ФАЙЛОВ В SOLIDWORKS PDM ■ **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ** КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ В ЭНЕРГЕТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MODEL STUDIO CS ■ **АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО** ПОСТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОКАРКАСА ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ СПДС МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ





## ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ С НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ



Единое  
информационное  
пространство  
NormaCS



Возможности  
интеграции  
с внешним ПО



Плавающая  
система  
лицензирования



Ежедневное  
обновление



Открытый API



НОРМААУДИТ



Сертификат  
соответствия  
Росстандарта



Создание баз  
собственных  
документов



Автоматизация  
нормоконтроля



# СОДЕРЖАНИЕ

## ■ ...и это интересно!

## 2 ■ Аналитические обзоры

Нефтедобывающие компании переходят на риск-ориентированный подход для продления ресурса активов

4

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### ■ Платформы САПР

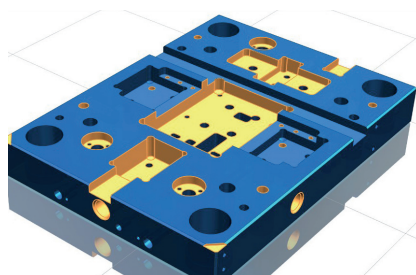
Лицензирование nanoCAD

6

### ■ Машиностроение

Металлообработка на станках с ЧПУ: как начать выпускать продукцию мирового уровня?

14



Решение для проектирования штамповой оснастки и вспомогательных инструментов на базе SOLIDWORKS

20

Современные алгоритмы планирования в TechnologiCS. Первый шаг на пути к нейросетям и самообучающимся системам

24

Инструменты разработки и оформления спецификаций программы nanoCAD Механика

28

COPRA RF 2019: лучшее решение для проектирования валкового инструмента

32

Решение для деревообрабатывающей промышленности на базе SOLIDWORKS

36

Моделирование сварки труб токами высокой частоты с использованием нелинейного решателя Marc

40

Техтран – Раскрой листового материала: проектирование и база данных

46

### ■ Электроника и электротехника

Оценка надежности и качества РЭС

50

### ■ Электронный архив и документооборот

Все что нужно знать о поиске файлов в SOLIDWORKS PDM

58

### ■ Изыскания, генплан и транспорт

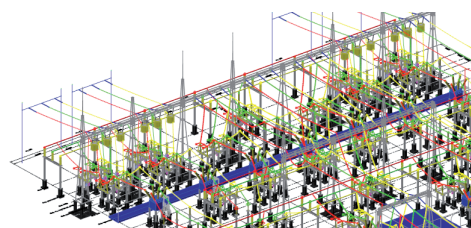
PLAXIS. Оценка и прогноз геотехнических ситуаций в дорожном строительстве

62

### ■ Проектирование промышленных объектов

Комплексный подход к проектированию в энергетике с использованием Model Studio CS

66



Компания Hangzhou Bole Computer Technology проектирует теплоэлектростанцию, работающую на энергетическом сырье из биомассы

73

### ■ Архитектура и строительство

Формулы в ARCHICAD 22

76

СПДС GraphiCS 2019 и nanoCAD СПДС 9.0. Работа с IFC из Revit

89

China Railway Shanghai Engineering использует интерактивного цифрового двойника при реализации проектов очистных сооружений

92

"СПДС GraphiCS – фасадная и кровельная система"

94

Построение металлокаркаса здания с помощью программы СПДС Металлоконструкции

98

Проектируем спринклерную систему пожаротушения

102

Возможности СПДС Стройплощадка в проектах строительства и реконструкции, реализуемых в стесненных условиях

108

## АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### ■ Широкоформатные принтеры

Универсальный комплекс печати и резки Mutoh & Summa – эффективное решение для повседневной работы организаций и предприятий

112

### ■ 3D-принтеры

3D-печать прототипа горнолыжного шлема: от идеи до готового изделия

116

**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.

4

## НЕФТЕДОБЫВАЮЩИЕ КОМПАНИИ ПЕРЕХОДЯТ НА РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ РЕСУРСА АКТИВОВ



Программное обеспечение Bentley, поддерживающее новейшие методы инспектирования и обслуживания, помогает владельцам нефтедобывающих платформ продлевать сроки службы этих объектов и экономить очень значительные средства.

6

## ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ nanoCAD



Лицензирование продуктов "Нано-софт" не настолько сложно, как может показаться на первый взгляд, и все его нюансы осваиваются довольно быстро.

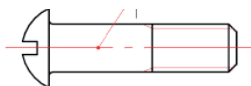
24

## СОВРЕМЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ В TECHNOLOGICS. ПЕРВЫЙ ШАГ НА ПУТИ К НЕЙРОСЕТЯМ И САМООБУЧАЮЩИМСЯ СИСТЕМАМ

Рост объемов обрабатываемых данных и развитие технологий в области обработки Big Data, появление интернета вещей, который дал объективную информацию о загрузке оборудования, подтолкнули коллектив разработчиков TechnologiCS к реализации принципиально нового механизма планирования.

28

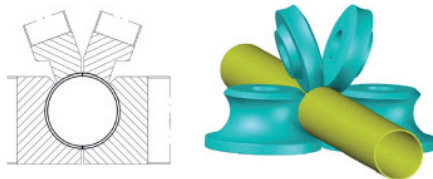
## ИНСТРУМЕНТЫ РАЗРАБОТКИ И ОФОРМЛЕНИЯ СПЕЦИФИКАЦИЙ ПРОГРАММЫ NANOCAD МЕХАНИКА



Решения, предложенные в программе nanoCAD Механика, позволяют создавать позиции спецификаций на чертеже, разрабатывать простые и групповые спецификации различных типов, электромонтажные и плазовые спецификации. При их формировании могут использоваться элементы базы, поддерживается доработка спецификаций в автоматизированном и ручном режиме.

32

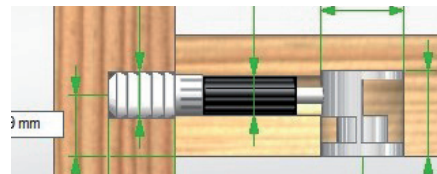
## COPRA RF 2019: ЛУЧШЕЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВАЛКОВОГО ИНСТРУМЕНТА



Знакомимся с новой версией программных комплексов COPRA, в которой воплощены не только идеи разработчиков, но и пожелания специалистов в области профилигибки и валковой формовки прямошовных сварных труб.

36

## РЕШЕНИЕ ДЛЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА БАЗЕ SOLIDWORKS



На российский рынок вышло новое программное решение: серия модулей SWOOD, интегрированная в среду SOLIDWORKS и предназначенная для моделирования мебели и подготовки управляющих программ для ее производства.

58

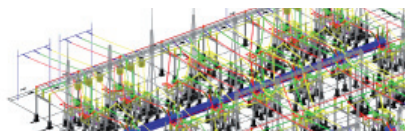
## ВСЕ ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ О ПОИСКЕ ФАЙЛОВ В SOLIDWORKS PDM



Исследуем фильтры и настройки, обеспечивающие надежный и быстрый поиск файлов при работе в системе контроля конструкторской документации SOLIDWORKS PDM.

66

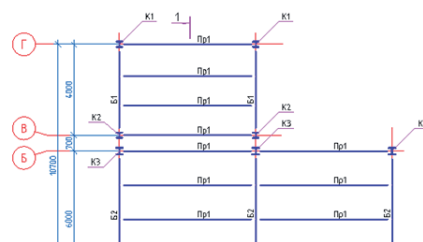
## КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ В ЭНЕРГЕТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MODEL STUDIO CS



На пороге эпоха сетецентричного проектирования, при котором система автоматизированного проектирования (САПР) освобождает инженера от однообразного каждодневного рисования одних и тех же элементов. Встречайте идеальное решение для современного проектного института — инновационный продукт Model Studio CS.

98

## ПОСТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОКАРКАСА ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ СПДС МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ



Металлические каркасы зданий — не только актуальная тема для проектировщика, но и прогрессивное решение при проектировании и строительстве любых объектов.



## Новая цифровая САПР-платформа nanoCAD Plus 11 для отечественных компаний



Компания "Нанософт", которая уже 11 лет занимается разработкой и продвижением САПР/ВМ/ГИС/PLM-решений для отечественных компаний, объявила о выпуске своего флагманского продукта nanoCAD Plus 11. Решение построено на базе цифровой САПР-платформы nanoCAD, универсального инструмента с открытым API и разнообразными средствами создания и просмотра точных чертежей для самых разнообразных отраслей и специалистов, работающих с дву- и трехмерной графикой, а также BIM-данными, в соответствии с отечественными стандартами.

Выход 11-й версии подводит итог очередного цикла разработки, который одновременно охватывал шесть ключевых направлений: повышение производительности и удобства

работы в среде nanoCAD, развитие и оптимизация САПР-функционала, повышение совместимости с другими DWG-продуктами, настройка под требования российских стандартов, развитие функционала трехмерного моделирования и совершенствование программного интерфейса (API).

"nanoCAD – это цифровая САПР-платформа, применяемая для широкого круга задач как в проектировании (машиностроение, архитектура/строительство, землеустройство), так и в смежных областях, – комментирует технический директор компании "Нанософт" разработчик" Денис Ожигин. – Именно благодаря универсальности нашей платформы армия пользователей nanoCAD постоянно растет. Конкурируя с ведущими мировыми разработками, мы предоставляем пользователям выбор, независимость в развитии и удобный инструмент для решения самых разных задач: проектных, научных, исследовательских, интеграционных, инновационных – любых".

11-я версия предлагает множество новшеств в части твердотельного моделирования, поддержки вложенных объектов, смены пространств объектов чертежа, печати в 3D PDF, поддержки электронной цифровой подписи и т.д. Оптимизирована скорость при переключениях "модель-листы" и работе с внешними ссылками, что в некоторых случаях позволило в десятки раз ускорить работу с насыщенными документами – генпланами и сводными моделями. Дальнейшая настройка и улучшение

интерфейса не только сделали работу в nanoCAD Plus более комфортной, но и упростили поддержку продукта в крупных компаниях, где счет используемых рабочих мест идет на сотни.

"Опираясь на возможности nanoCAD как САПР-платформы, мы можем создавать и развивать принципиально новые решения. Именно поэтому проект nanoCAD так важен для нашей страны – по сути, другого такого в России нет, да и во всем мире подобные проекты можно пересчитать по пальцам. nanoCAD – это стратегическое преимущество, которым можно и нужно умело воспользоваться", – подчеркивает Дмитрий Попов, руководитель проекта компании "Нанософт".

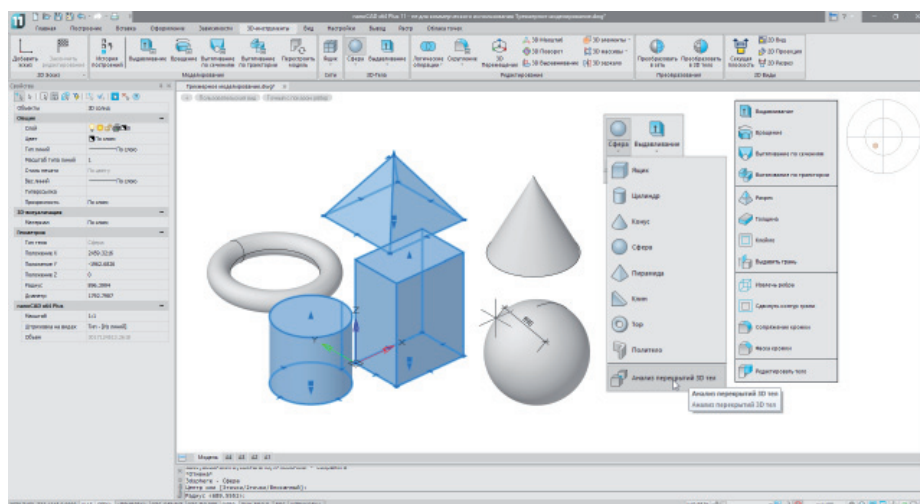
### Условия распространения nanoCAD Plus 11

Версия 11 бесплатно предоставляется пользователям платформы nanoCAD Plus, оформившим подписку или использующим временные коммерческие лицензии. Требуется только получить в Личном кабинете на сайте [www.nanocad.ru](http://www.nanocad.ru) новые серийные номера, а затем обновленные файлы лицензий.

Остальным пользователям предлагаются новые лицензии или обновления по ценам прайс-листа. Платформа nanoCAD Plus – коммерческий программный продукт, поддерживающий широкий спектр лицензирования: в зависимости от ваших задач можно приобрести постоянную или временную, сетевую или локальную лицензию, зафиксировать номер версии или поставить обновление продукта на обслуживание (подписку). Кроме того, лицензию на платформу nanoCAD Plus вы можете расширить дополнительными модулями для трехмерного моделирования (ACIS или C3D), наложения 2D-зависимостей (LEDAS) и работы с облаками точек (данными трехмерного сканирования).

Стоимость годовой лицензии nanoCAD Plus – 13 800 руб., стоимость постоянной лицензии – 34 500 руб. Все цены с учетом различных форм поставки и условий обслуживания представлены в официальном прайс-листе. Настройте конфигурацию платформы, оптимальную именно для вас, на сайте [www.nanocad.ru](http://www.nanocad.ru) или обратившись к авторизованному партнеру в вашем регионе.

Учебным заведениям на сайте [www.nanocad.ru](http://www.nanocad.ru) выдаются учебные лицензии программы, а разработчикам приложений предлагается версия с обновленным открытым SDK (размещена на сайте [developer.nanocad.ru](http://developer.nanocad.ru)).



## 0 компании "Нанософт"

Компания "Нанософт", созданная в 2008 году, ориентируется на инновационные методы разработки и распространения программного обеспечения для проектирования. Основная цель компании – создание доступной отечественной САПР. "Нанософт" создает условия для массового перехода от использования нелегального программного обеспечения САПР к цивилизованной работе с легаль-

ными продуктами. Компания делает все от нее зависящее, чтобы затраты пользователей на этот переход были минимальными. Партнерская сеть компании насчитывает более 150 дилеров, специализирующихся на продаже и внедрении программных продуктов для российских инженеров-проектировщиков. Более подробная информация – на сайте компании: [www.nanocad.ru](http://www.nanocad.ru)



## НЕФТЕДОБЫВАЮЩИЕ КОМПАНИИ ПЕРЕХОДЯТ НА РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ РЕСУРСА АКТИВОВ

Согласно опросу Oil and Gas IQ (OGIQ), добывающие компании обнаружили, что реализованный должным образом подход к инспекциям, основанным на оценке риска, может сократить расходы. На сегодняшний день актуален вопрос повышения скорости внедрения. В то время как доступная цена бензина улучшает настроение автовладельцев на заправочной станции, у компаний, добывающих нефть на морских месторождениях, все не так радужно. В текущей экономической обстановке лучшим решением является продление срока эксплуатации имеющихся платформ нежели строительство новых. Как получить большую отдачу от существующих активов и продлить срок их эксплуатации в условиях моря — это насущный вопрос для владельцев и обслуживающих компаний. В результате многие владельцы-операторы стремятся оптимизировать свои ресурсы и использовать подход, основанный на оценке риска, для мониторинга своих активов. Недавний опрос среди представителей добывающих компаний, проведенный OGIQ и Bentley Systems, демонстрирует масштабы этой тенденции.

Возраст многих шельфовых платформ в Мексиканском заливе и Северном море составляет 40 лет и более, и они вышли далеко за рамки ожидавшегося срока эксплуатации в 25 лет. Но в наши непростые времена владельцы не могут себе позволить устанавливать новые платформы. Поэтому они опираются на технологии аналитического программного обеспечения для анализа целостности конструкций и определения рисков, а также изучения вариантов продления срока службы активов. Удивительный результат опроса, однако, заключается в том, что даже производители с активами, возраст которых менее 10 лет, находятся в поиске



решений, как продлить срок службы активов, чтобы получить больше от существующих объектов, а не строить новые. На вопрос, каковы наиболее важные факторы переоценки, 97% опрошенных поставили на первое место увеличение продолжительности эксплуатации. Среди других ключевых факторов — новое производственное оборудование, повышающее нагрузку на платформы, подводные привязки к действующей скважине и изменяющиеся метеорологические данные. Однако продление срока эксплуатации, безусловно, является основной задачей добывающих компаний. Соблюдение нормативов контроля — еще одна проблема, стоящая перед нефтедобывающими компаниями. На вопрос о том, какие стандарты соответствуют, более половины ответили, что ISO 19902, на втором месте — HSE в Северном море. Но самыми интересными являются 19%, которые используют RP2SIM — относительно новый стандарт, появившийся в 2014 году. Этот стандарт определяется как процесс обеспечения непрерывной пригодности к использованию шельфовой конструк-

ции или парка конструкций. Хотя этот стандарт находится на раннем этапе внедрения, ожидается, что он приведет к следующему этапу — подходу, основанному на оценке риска. Тот факт, что этот новый стандарт уже внедрила столь существенная часть компаний, показывает, что нефтедобытчики постоянно проводят мониторинг активов и думают о продлении сроков эксплуатации.

Это подтверждает и опрос OGIQ, так как 34% компаний используют подход к обслуживанию, основанный на оценке рисков. Нефтедобывающие компании обнаружили, что, будучи реализованным должным образом, подход к инспекциям, основанным на оценке риска, способен сократить расходы, и они могут фактически использовать его для оптимизации графиков инспекции.

На вопрос, используют ли компании внутренний инженерный анализ, 39% ответили утвердительно, в то время как 59% сообщили, что осуществляют как внутренний, так и внешний анализ, проводимый сторонними организациями. Сказанное демонстрирует, что владельцы уделяют значительное внимание этой проблеме. Казалось бы, управление целостностью конструкций можно легко передать на аутсорсинг, но опрос показывает, что это слишком важный аспект для компаний — для бизнеса, управления активами и повышения производительности.

Что касается технологий, то подавляющее большинство, почти 80% добывающих компаний, все еще проводят инспекции вручную. Эта цифра демонстрирует огромную возможность использования мобильных технологий для поддержки ручного сбора данных. Хотя отрасль консервативна, она готова ис-



пользовать новые технологии для оптимизации затрат. По сути, четырем из пяти респондентов необходимо физически видеть, что происходит перед ними, но они используют технологию ручного сбора информации, не меняя ее. Затем возникает вопрос, как компании хранят эти данные — в электронных таблицах, с хорошей системой управления документами или с помощью формализованного процесса хранения и извлечения информации, используемой всеми инспекторами.

Результаты опроса показывают, что почти 50% респондентов используют систему управления документами, а не формализованный процесс, другими словами, у них есть потенциал для развития. Также это означает, что 39%, использующих более формальный подход к инспекциям, могут намного легче ориентироваться на основе рисков, хранить и извлекать информацию, используемую всеми инспекторами. Цель формализованного процесса, по сути, состоит в том, чтобы обеспечить доставку соответствующих уведомлений по всей организации, что позволяет организации эффективно функционировать. Респонденты (41%) также указали, что недостаток в обмене информацией между ведомственными хранилищами является еще одной серьезной проблемой.

Наконец, в опросе рассматриваются альтернативные способы проведения инспекций, которые включают в себя мобильные устройства, беспилотные летательные аппараты, облачные технологии и лазерное сканирование. Только 32% респондентов заявили, что используют мобильные устройства для проведения инспектирования. Это говорит о большом потенциале для внедрения указанной технологии. Фил Кристенсен (Phil Christensen), вице-президент по аналитическому моделированию Bentley Systems, отмечает, что использующие рабочие процессы на основе бумажной документации не решаются внедрять мобильные устройства, опасаясь уронить их в воду или не зная, как создать резервную копию данных устройства, находясь на платформе. Однако 32% компаний, очевидно, преодолели эти проблемы.

Интересно, что использование БПЛА быстро распространяется в отрасли, и более четверти компаний уже используют их. По словам Кристенсена, его воодушевляет это число, поскольку он предполагал, что доля пользователей будет составлять около 10%. Также он удивлен

количеством респондентов, использующих облачные технологии. Их внедрила четверть аудитории. Кристенсен говорит, что мы уже прошли этап первопродовцев, и пользователи перестают волноваться о вопросах безопасности. Он добавляет, что некоторые пользователи Bentley запрашивают исключительно облачные решения, предлагаемые компаниями. Эти запросы не являются локальными, подтверждая, что мышление среди нефтедобытчиков изменилось.

### Практические примеры

Из опроса можно заключить, что производители находятся в поиске альтернативных способов инспектирования, обслуживания и продления срока службы своих активов. Это ничем не отличается от периодической сдачи машины механику для общего обслуживания и настройки. Давайте рассмотрим, как три владельца-оператора внедряют программное обеспечение для анализа шельфовых конструкций при обслуживании своих морских платформ и активов.

**Oil and Natural Gas Corporation (ONGC)** использует более 265 морских стационарных каркасных платформ в водах у побережья Индии. Установка новых платформ взамен отслуживших 25-летний проектный срок эксплуатации обойдется компании в 25 млн долларов за каждую. Однако ONGC увидела потенциал продления срока службы активов и инвестировала 150 млн долларов в оценку своих каркасных платформ для продления срока пригодности к использованию и укрепления объектов, необходимого для соответствия отраслевым стандартам безопасности.

ONGC использовала ПО для проектного анализа SACS от Bentley для проведения подробного анализа конструкций и SACS Collapse для анализа конечной прочности. Анализ включал в себя моделирование повреждений, усиление элементов/общих компонентов, дополнительное моделирование свай и осадки почвы, а также обширное моделирование нагрузки. Эта технология стала частью методики ONGC по продлению ресурса/перепрофилированию платформ, увеличившей средний срок службы каждой платформы на 10-15 лет.

Ряд шельфовых платформ нефтяного месторождения Ченкдоа в заливе Бохайвань достиг окончания проектного срока эксплуатации и нуждался в оценке состояния для продления ресурса и обеспечения безопасной эксплуатации. Китайская нефтедобывающая компания Sinopec

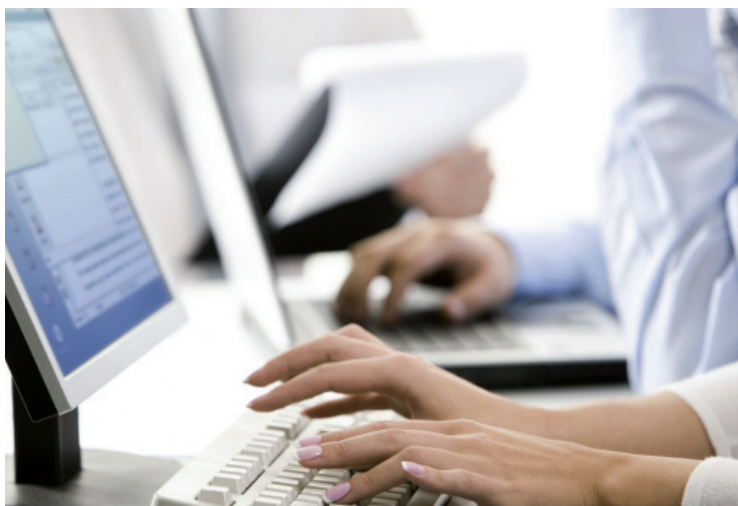
провела подводную инспекцию структурной безопасности платформ и убедилась в осуществимости технического обслуживания. Она основывалась на аналитическом программном обеспечении для оценки структурной целостности платформ и рассмотрения вариантов обслуживания на основе аналитических данных, необходимых для безопасной эксплуатации шельфовой платформы.

Используя ПО SACS, Sinopec оценила структурную целостность существующих платформ, чтобы определить, насколько необходимы и экономически оправданы ремонтные работы, и каковы возможности их эффективного выполнения. Использование комплексного анализа в реализации подхода к продлению срока эксплуатации платформ, основанного на оценке рисков, позволило компании отказаться от строительства новых платформ и сэкономить миллионы долларов.

**Zakum Development Company (ZADCO)** должна была оценить и восстановить структурную целостность платформы, пострадавшей от столкновения с 1600-тонным морским судном на четвертом по величине нефтяном месторождении мира — Верхний Закум. Для партнеров предприятия каждый день простоя означал потерю доходов, поэтому ZADCO провела анализ удара судна, используя ресурсы самой компании, что сократило время и затраты проекта. ПО SACS помогло компании возобновить добычу раньше, а результаты моделирования при помощи SACS, выполненные на основе технической документации, позволили обосновать заявление о выплате страхового возмещения по результатам аварии, сэкономив компании значительные средства.

Эти три убедительных примера добывающих компаний, продливших ресурс своих активов, показывают, как программное обеспечение становится неотъемлемой частью анализа на основе рисков. Новые технологии, такие как облачные вычисления, мобильные устройства и БПЛА, уже здесь, чтобы помочь продлить срок рентабельной эксплуатации существующих платформ. Требуется только сделать так, чтобы нефтедобывающим компаниям было удобно пользоваться ими и внедрять их в свои ежедневные процедуры мониторинга.

*Энн-Мэри Уолтерс  
(Anne-Marie Walters),  
директор по маркетингу компании  
Bentley Systems*



## ➤ ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ nanoCAD

Служба технической поддержки компании "Нанософт" получает достаточно много вопросов, касающихся лицензирования продуктов линейки nanoCAD. В связи с этим я решил собрать некоторые интересные вопросы от клиентов и ответить на них в нескольких статьях. Для начала рассмотрим общие принципы лицензирования наших продуктов, а также познакомимся с некоторыми особенностями работы Сервера Лицензий — FlexLm. Первым делом хочу уточнить, какие виды лицензий существуют в линейке продуктов nanoCAD.

Локальная лицензия запрашивается на один ПК и жестко привязывается к его ID-1 или ID-2. При этом лицензию нельзя переносить, а если железо выходит из строя, то возможность реактивации лицензии осуществляется только через официальное обращение в техническую поддержку АО "Нанософт". Напомню, что подразумевается под ID-1 и ID-2. ID-1 — это Mac-адрес: уникальный идентификатор сетевого оборудования, который обычно присваивается сетевой карте. ID-2 — это метка тома жесткого диска.

Также существует возможность поставки локальной лицензии с привязкой к ключу аппаратной защиты. В настоящее время это ключ вида Wibukey. При таком варианте поставки лицензия жестко крепится к ключу и ее можно переносить с одного ПК на другой. Соответственно лицензия работает только в связке с ключом.

Сетевая лицензия не имеет отличий от локальной по способу крепления (к ID-1/ID-2 или к ключу аппаратной защиты). Главное ее отличие в том, что она разворачивается только на одном ПК, который становится сервером лицензий, и уже к этому серверу подключаются для получения своей лицензии все остальные пользователи. Количество рабочих мест с установленным nanoCAD в этом случае может быть неограниченным, но одновременно получить лицензию сможет только определенное число пользователей, соответствующее числу приобретенных лицензий.

Поскольку с локальными лицензиями обычно не возникает особых проблем, хотел бы уделить больше внимания сетевому лицензированию.

Механизм сетевого лицензирования АО "Нанософт" состоит из набора служебных программ, связанных с установкой, обслуживанием и контролем сетевых лицензий.

В инструментарий сетевого лицензирования входят:

- **Мастер установки Сервера Лицензий**  
Основное назначение Мастера — установка/удаление/обслуживание серверной части механизма сетевого лицензирования (рис. 1).

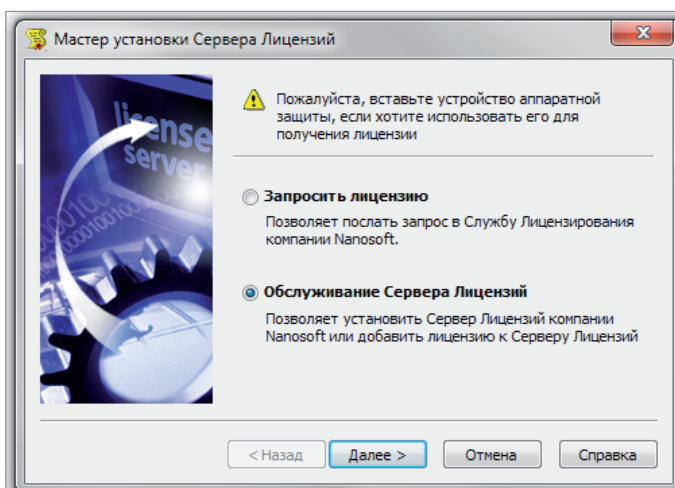


Рис. 1

Пользователи часто путают его с Мастером регистрации, так как визуально они похожи. Ниже мы разберем, чем же они отличаются и в каких случаях используется Мастер регистрации (*RegWizard.exe*), а в каких Мастер установки Сервера Лицензий (*LicServSetup.exe*).

- **Nanosoft License Server** (Сервер Лицензий "Нанософт") — серверная часть механизма сетевого лицензирования: комплект программ и служб для контроля используемых сетевых лицензий. Другими словами, это набор сервисных утилит, которые контролируют распространение сетевых



лицензий в локальной сети и предоставляют некоторые отчетные материалы.

Чтобы приступить к сетевому лицензированию, необходимо запустить *Мастер установки Сервера Лицензий* (файл *LicServSetup.exe*).

При запуске Мастера вы увидите окно, показанное на рис. 1. Основной веткой Сервера Лицензий является первая опция — *Запросить лицензию*. Именно прохождение этой ветки приведет и к получению файла лицензий, и к регистрации нового пользователя на сайте [www.nanocad.ru](http://www.nanocad.ru) (если пользователь еще не зарегистрирован), и к установке Сервера Лицензий (если он еще не установлен). Кроме того, в этом же пункте можно добавить файл лицензий на новый программный продукт. При добавлении нового файла лицензии необходимо, чтобы имя сервера и ID-привязки были идентичны уже имеющемуся файлу лицензий. Также первая опция используется, если у пользователя еще нет сетевого файла лицензий и он только приступает к работе с Сервером Лицензий.

Если файл лицензий у вас есть и вы готовы к установке серверной части либо если у вас уже установлен Сервер Лицензий, но вам нужно добавить лицензию на еще один программный продукт, выберите вторую опцию: *Обслуживание Сервера Лицензий*.

### Запрос лицензий

Многие пользователи поначалу не понимают разницы между файлом лицензий и номером лицензии/серийным номером продукта. Они обращаются в техническую поддержку с вопросом: "Почему программа после ее запуска требует регистрацию?" и на встречный вопрос техподдержки: "А вы запрашивали файл лицензий?" отвечают: "Зачем мне снова запрашивать лицензию, если она есть у меня в Личном кабинете?" Так вот, в Личном кабинете находится не файл лицензий, а серийный номер вашего продукта. Другими словами, это номер лицензии, а файл лицензий вы должны получить по данному серийному номеру/номеру лицензии.

Запустить Мастер регистрации можно с помощью меню *Пуск → Nanosoft → <Name Product Version> → Мастер регистрации*.

Выберите пункт *Запросить лицензию* (рис. 2).

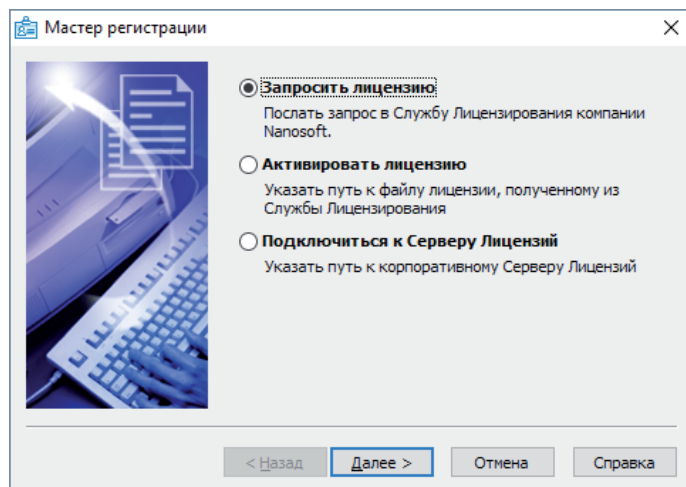


Рис. 2

Введите серийный номер, который как раз и должен быть либо на вашем сертификате, либо в разделе "Мои лицензии" Личного кабинета (рис. 3).

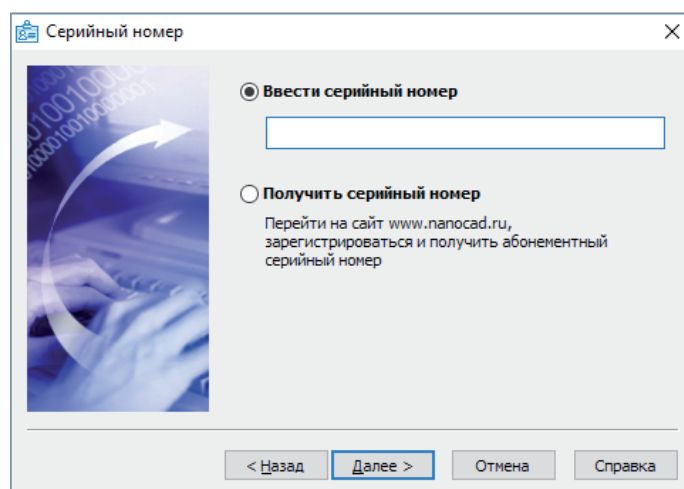


Рис. 3

В следующем окне (рис. 4) необходимо ввести сведения о пользователе, а также ваши логин и пароль для входа в Личный кабинет на сайте [www.nanocad.ru](http://www.nanocad.ru).

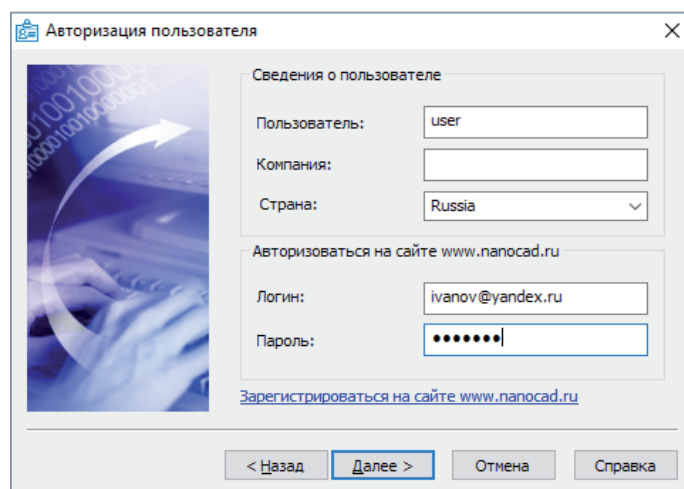


Рис. 4

Заполнив соответствующие поля и нажав кнопку *Далее*, мы переходим в окно *Подтверждение регистрационных данных* (рис. 5).

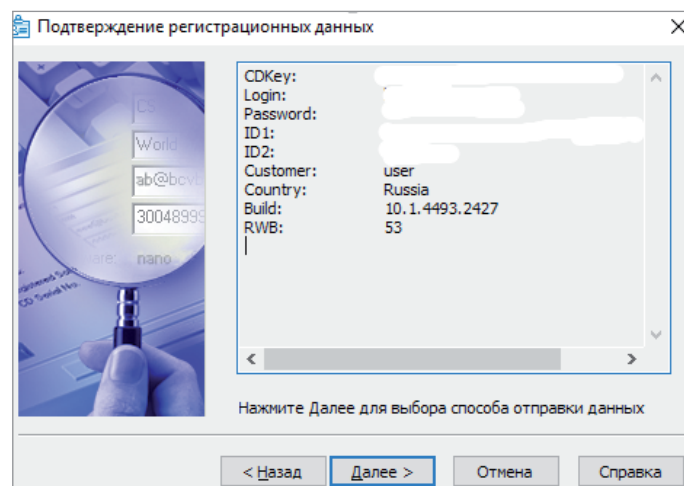


Рис. 5



Здесь можно на всякий случай проверить, не ошиблись ли мы при вводе серийного номера или логина от Личного кабинета. Также необходимо убедиться, что в ПК вставлен ключ аппаратной защиты. Если же в окне отображаются пункты *ID-1* и *ID-2*, это означает, что Мастер регистрации не видит ваш ключ. Нажмите кнопку *Отмена*, чтобы ваша лицензия не привязалась к железу данного компьютера. Затем необходимо проверить работоспособность ключа: например, переустановить драйвер, задействовать для ключа другой порт и повторить процедуру запроса лицензии. Делать это надо до тех пор, пока Мастер регистрации не увидит ключ. После нажатия кнопки *Далее* Мастер регистрации напомним, что файл лицензий будет привязан к параметрам данного ПК (рис. 6). На этом этапе запрос лицензии еще можно отменить.

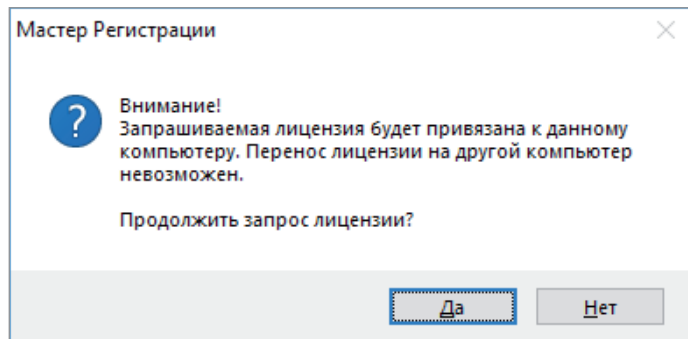


Рис. 6

Но и когда нажата кнопка *Да*, еще не все потеряно ☺. Мастер регистрации дает еще один шанс вспомнить, что мы, например, забыли установить драйвер на ключ или вставить ключ в порт ПК. Здесь в очередной, но уже заключительный раз можно нажать кнопку *Отмена*.

Всё хорошо, и вы готовы запросить файл лицензий? Тогда необходимо выбрать наиболее подходящий способ запроса (рис. 7).

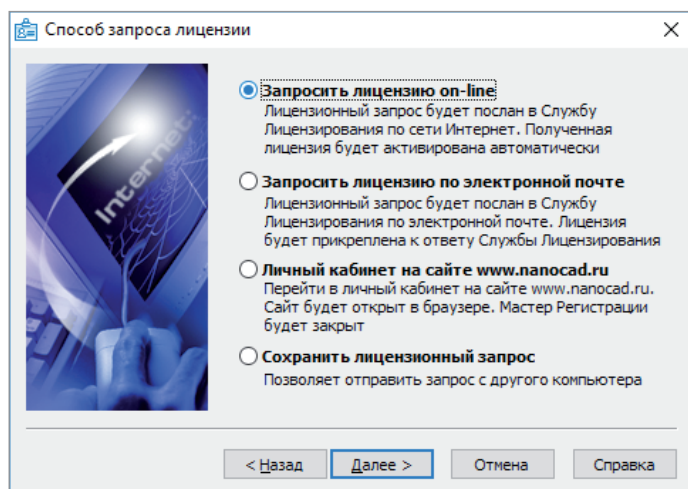


Рис. 7

Если на данном ПК нет проблем с Интернетом, лучше всего выбрать пункт "Запросить лицензию on-line". В этом случае Мастер регистрации автоматически поместит файл лицензий в необходимую директорию, после чего никаких дополнительных действий производить не требуется и можно сразу запускать программу (рис. 8-9).

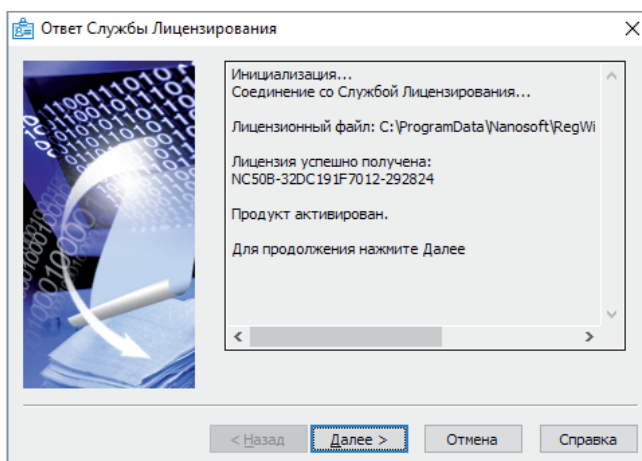


Рис. 8

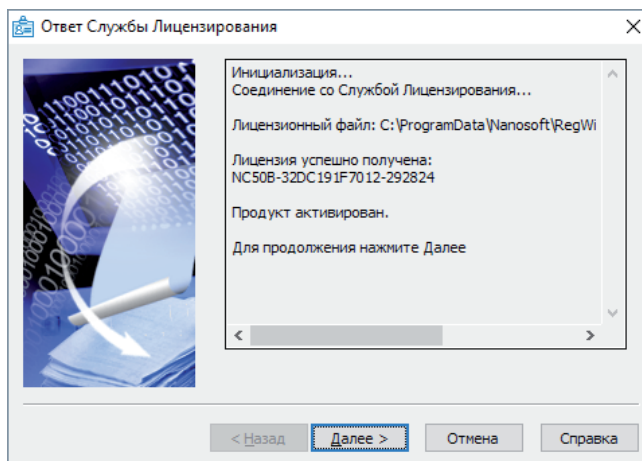


Рис. 9

После запроса лицензии online-файл лицензий формата lic сохраняется в следующих папках:

*Для Windows 10, Windows 8.1, Windows 7, Windows Vista:*  
*C:\ProgramData\Nanosoft\RegWizard\Licenses\*  
*Для Windows XP, Windows 2000:*  
*C:\Documents and Settings\All Users\Application Data\Nanosoft\RegWizard\Licenses\*

Также вы можете запросить лицензию по электронной почте (рис. 10), но для этого необходимо, чтобы на вашем ПК был установлен почтовый клиент.

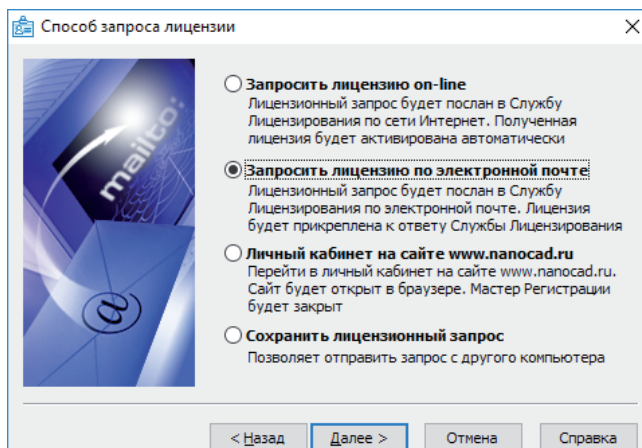


Рис. 10



В противном случае можно получить сообщение, показанное на рис. 11.

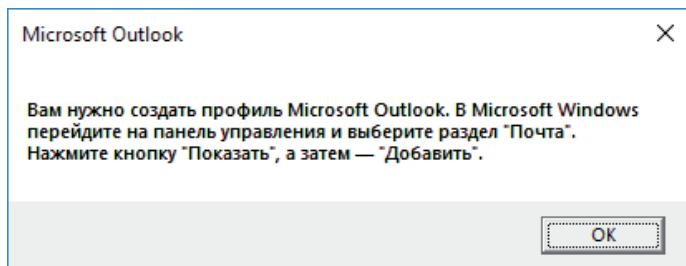


Рис. 11

Если почтовый клиент у вас установлен и запрос лицензии прошел без проблем, вам придет сформированный файл лицензий формата lic. Этот файл необходимо будет активировать через Мастер регистрации и затем запустить продукт. Запускаем Мастер регистрации и выбираем пункт "Активировать лицензию" (рис. 12)

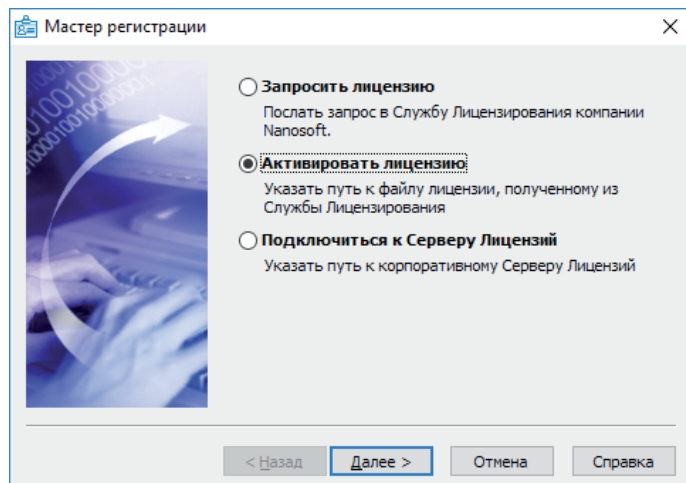


Рис. 12

В открывшемся окне указываем путь к файлу лицензий (рис. 13), а затем нажимаем кнопку *Далее*.

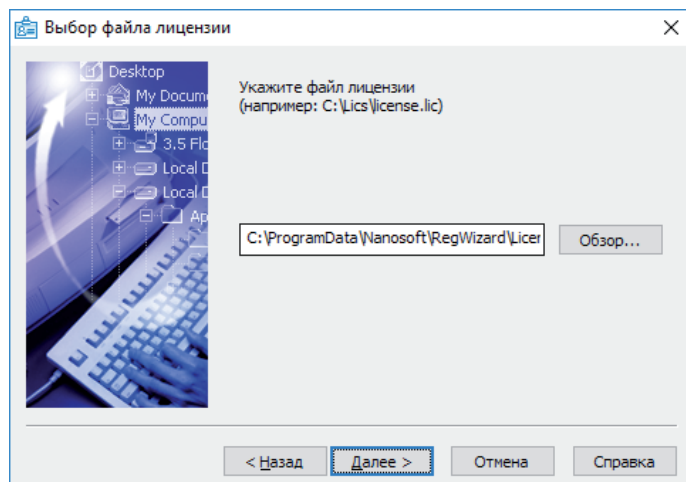


Рис. 13

Последний пункт, представленный в окне *Способ запроса лицензии* (рис. 14) — "Сохранить лицензионный запрос", — как правило, используется в случаях, когда два предыдущих варианта тем или иным причинам не подошли: например, отсутствует доступ в Интернет или не установлен почтовый клиент. Создав лицензионный запрос (файл в формате eml), вы можете перенести его на ПК, который подключен к Интернету или на котором установлен почтовый клиент, после чего выполнить запрос лицензии (рис. 15-16). Если самостоятельно запросить лицензию по каким-то причинам не удастся, этот лицензионный запрос можно опривать в службу технической поддержки и получить lic-файл, сформированный ее специалистами.

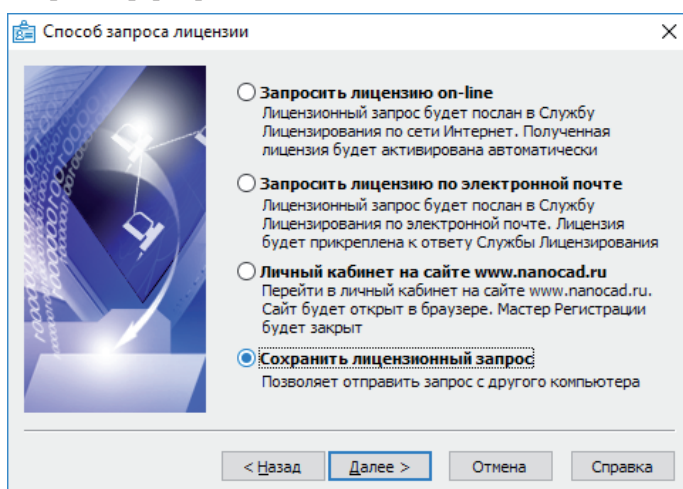


Рис. 14

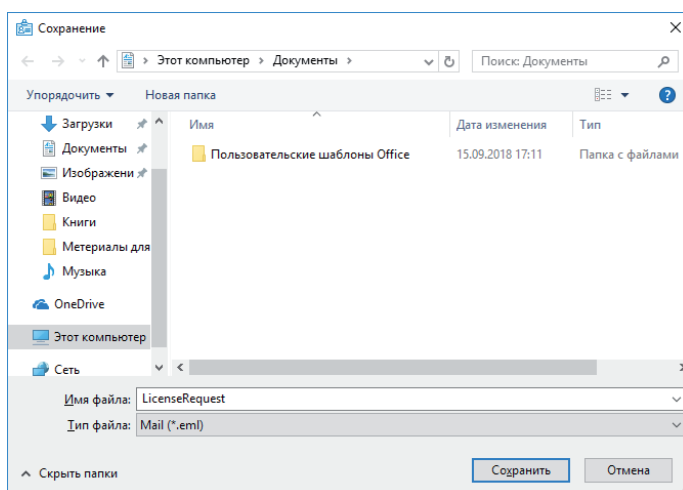


Рис. 15

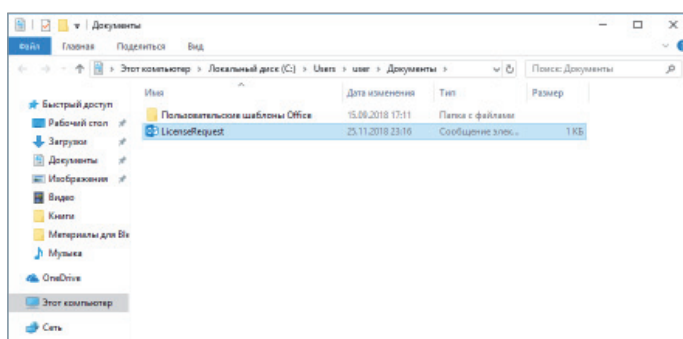


Рис. 16



Получив ответ технической поддержки, присланный файл лицензий формата lic необходимо будет добавить через Мастер регистрации и затем запустить продукт.

## Дальнейшая настройка Сервера Лицензий

Дальнейшее поведение Мастера Сервера Лицензий зависит от текущего состояния Сервера. Возможны следующие варианты: Сервер Лицензий не установлен на компьютере. В этом случае Мастер автоматически перейдет в ветку, связанную с установкой/обновлением Сервера Лицензий (закладка *Настройка TCP портов и Брандмауэра Windows* – рис. 17).

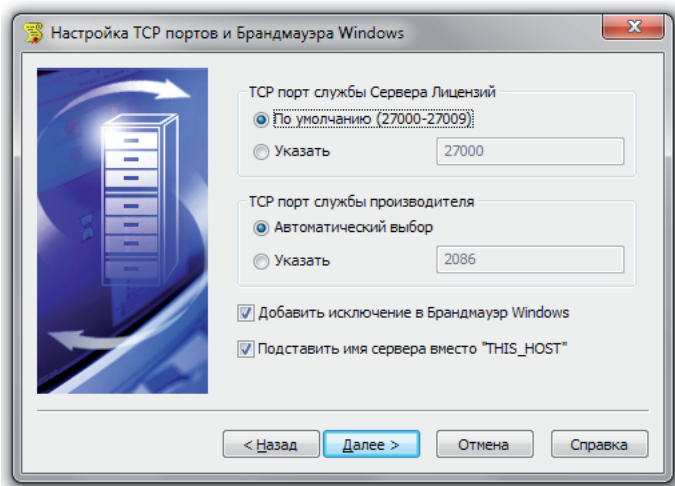


Рис. 17

В открывшемся окне вы можете задать TCP-порты службы Сервера Лицензий по умолчанию (диапазон адресов: 27000-27009) либо указать конкретный TCP-порт.

Также в этом окне можно оставить автоматический выбор TCP-порта службы производителя или указать конкретный.

Обычно данный раздел пользователи оставляют по умолчанию, но на некоторых предприятиях определенные порты могут быть заблокированы либо заняты другим приложением, поэтому здесь предусмотрена возможность указать открытые порты.

Добавлять или нет исключение в Брандмауэр Windows – остается на ваше усмотрение. Мы рекомендуем не сбрасывать этот флажок: случается, что Брандмауэр Windows блокирует работу Сервера Лицензий.

Вы самостоятельно решаете, подставлять или нет имя сервера вместо "THIS\_HOST". По умолчанию в разделе "Имя Сервера" сетевого файла лицензий после строки SERVER прописывается "THIS\_HOST", но в этом разделе можно автоматически поменять строчку на соответствующее имя сервера. Разницы нет абсолютно никакой: файл лицензий будет работать и в первом, и во втором случае. Но если в вашей организации принято периодически менять имена ПК, то галочку лучше снять и оставить "THIS\_HOST", так как данный режим позволяет работать с любым именем ПК. Если же в файле лицензий прописано одно имя ПК, а затем на сервере оно было изменено, то файл лицензий может прийти в негодность и для его исправления понадобится прописать через текстовый редактор Notepad ++ новое имя сервера или вместо имени написать "THIS\_HOST".

Пойдем дальше.

Сервер Лицензий установлен и использует файл лицензий. В этом случае Мастер автоматически добавит в файл новую лицензию и пересчитает файл на сервере (рис. 18).

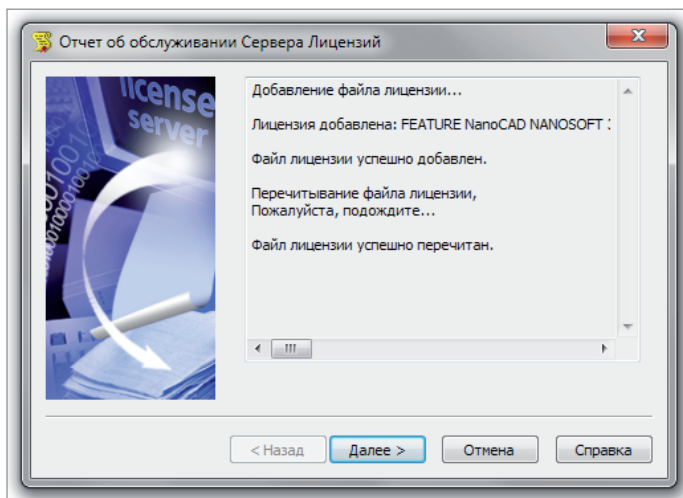


Рис. 18

В любом случае после получения файла лицензий мы приходим к финальному окну Сервера Лицензий, которое нужно закрыть, нажав на кнопку *Готово* (рис. 19).

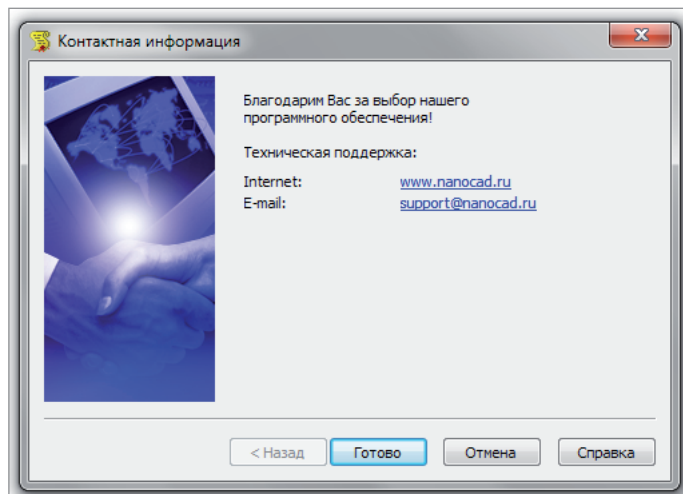


Рис. 19

На этом, пожалуй, всё. Если установка прошла без ошибок, мы получили работающий Сервер Лицензий, на котором крутятся наши лицензии и к которому теперь необходимо задать подключение с пользовательских ПК, чтобы эти машины могли "забирать" лицензии с сервера на время использования программы.

Не будет лишним проверить статус сервера. Запустите LicServSetup – обслуживание Сервера Лицензий – и посмотрите статус: *Запущен* или *Остановлен* (рис. 20-21). В этом же окне вы увидите номер версии Сервера Лицензий, установленного у вас.



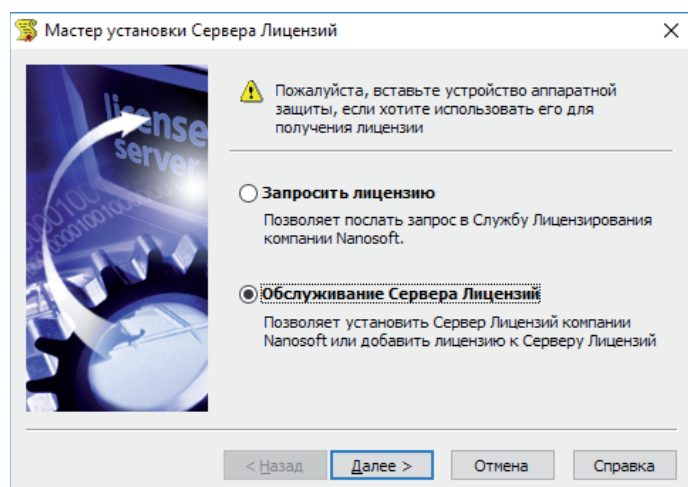


Рис. 20

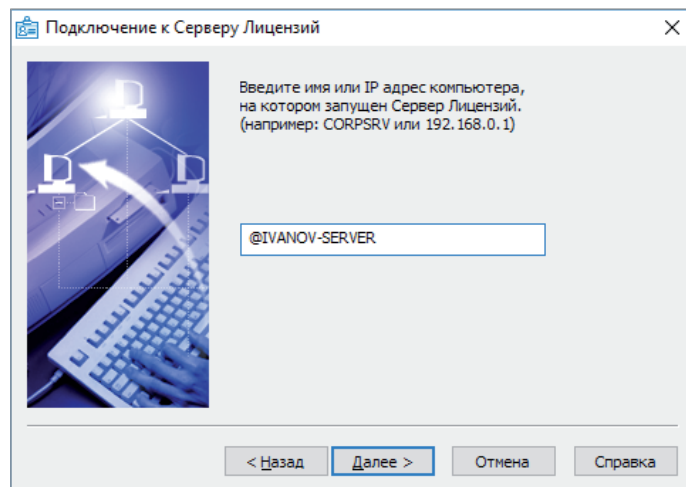


Рис. 23

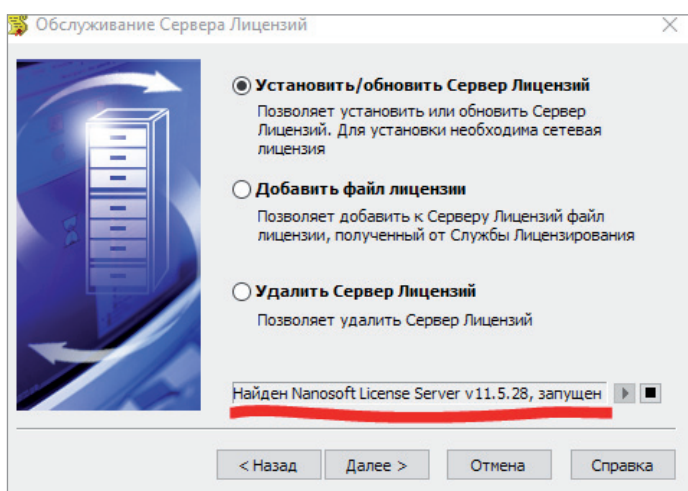


Рис. 21

Подключиться к серверу обычно не составляет особого труда: для этого требуется только запустить Мастер регистрации на пользовательском ПК и указать имя ПК Сервера Лицензий либо его IP-адрес (рис. 22-23).

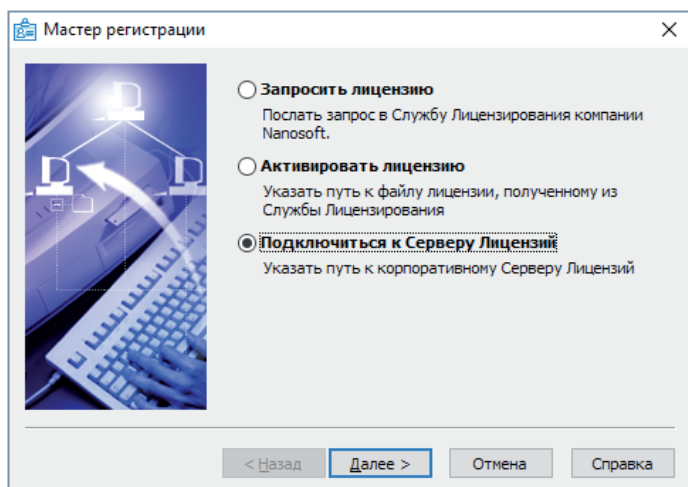


Рис. 22

Если вы указали Серверу Лицензий стартовать с определенного порта, этот порт необходимо указать при подключении к Серверу Лицензий. Как пример, на рис. 24 мы указываем путь к серверу по порту 27003. В данном случае подключение будет выглядеть так: *Порт@Имя ПК* или IP-адрес.

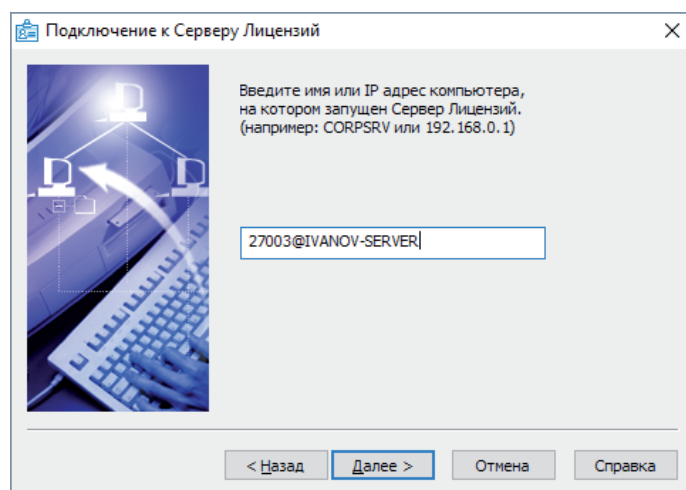


Рис. 24

### Примечание.

Для подключения к Серверу Лицензий все ПК должны находиться в одной сети. В противном случае подключиться будет невозможно либо потребуются разворачивать VPN для удаленного ПК и настраивать подключение отдельно. Также имеются и другие средства, но это скорее частные случаи и здесь мы рассматривать их не будем.

Сервер Лицензий установили, пользовательские ПК подключили. Казалось бы, запускать программу и работать. Но возникает вопрос: "А как мне понять, какие пользователи сейчас запустили программу и получили лицензию? Сколько лицензий занято в данный момент?" Получить такую информацию помогут встроенные инструменты Сервера Лицензий: Flex.log и утилита Lmttools. Они находятся в установочной папке Сер-



вера Лицензий: *C:\Program Files (x86)\Nanosoft\Nanosoft License Server* (рис. 25).

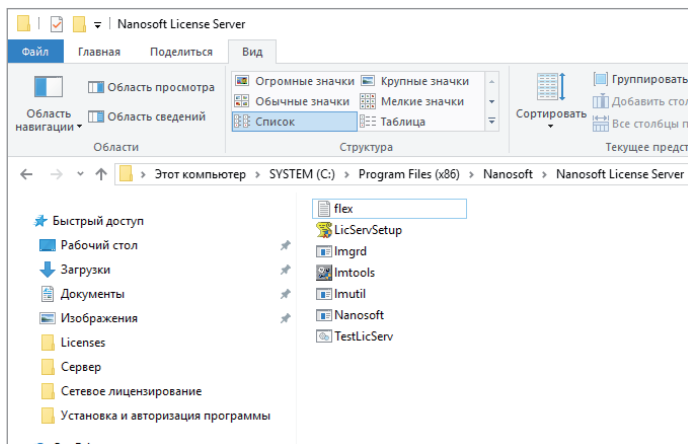


Рис. 25

На каждом из этих инструментов остановимся чуть подробнее. Flex.log выглядит так, как показано на рис. 26.

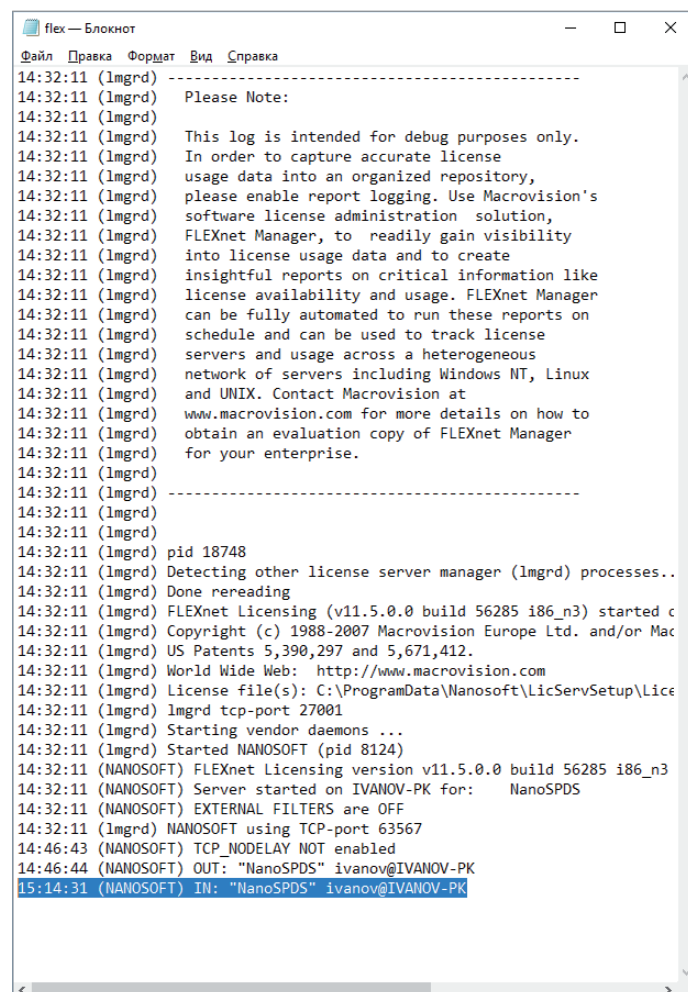


Рис. 26

Лог фиксирует, какой ПК занял лицензию и на какой продукт. (В нашем случае IVANOV-PK взял лицензию nanoCAD СПДС. Надпись "OUT" внесена со стороны сервера: он отдал лицензию пользователю.)

Как только пользователь IVANOV-PK закроет приложение на своем компьютере, лицензия возвратится на сервер и в логе появится надпись "IN".

С помощью приложения Lmttools (рис. 27) вы можете настраивать работу своего Сервера Лицензий, просматривать логи, производить рестарт сервера и осуществлять множество других действий по его настройке. Здесь мы ограничимся рассмотрением основных вкладок этого приложения.

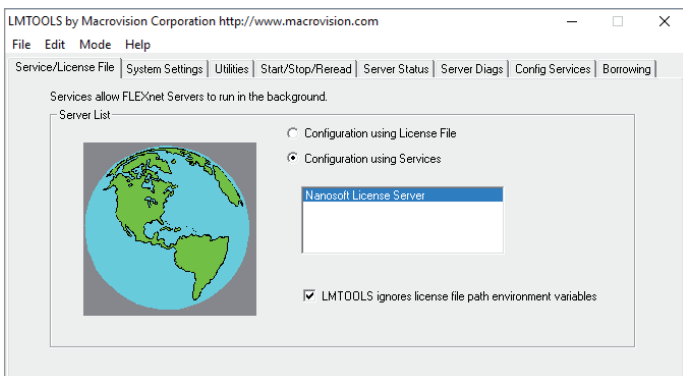


Рис. 27

На вкладке *Service/License File* мы можем посмотреть, какой сервер сейчас используется (в нашем случае это Nanosoft License Sever). Если на данном ПК у вас развернуты Серверы Лицензий сторонних САПР-приложений, которые также используют для лицензирования сервер FlexLm, они могут отображаться в этом же окне.

Основные окна для работы с сервером — это *Start/Stop/Reread* и *Server Status*. Остальные используются намного реже, так что давайте поподробнее остановимся на этих двух.

Во вкладке *Start/Stop/Reread* (рис. 28) мы можем остановить службу Сервера Лицензий (кнопка *Stop Server*), перечитать лицензионный файл (*ReRead License File*) и запустить сервер (*Start Server*).

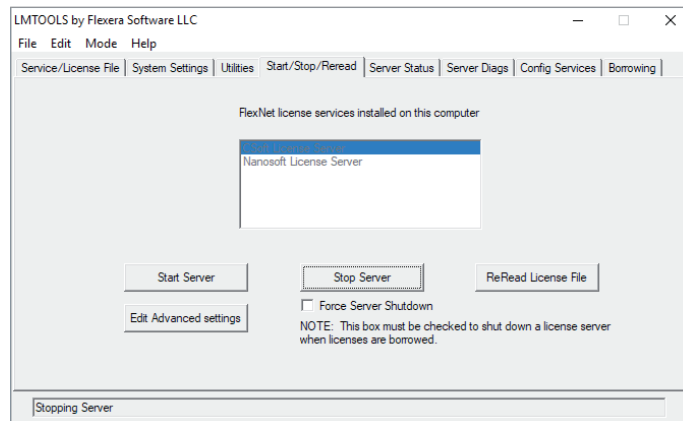


Рис. 28

При работе с этими кнопками необходимо обращать внимание на лог. Если мы останавливаем или запускаем сервер, лог отображает соответствующие надписи: Stopping Server, Start Server Failed, Start Server Successful.

Нажав на кнопку *Perform Status Enquiry* во вкладке *Server Status*, мы можем видеть общее число наших лицензий, а также количество занятых и свободных. На примере (рис. 29) видно, что в данный момент из двух лицензий, находящихся на сервере, обе не заняты.

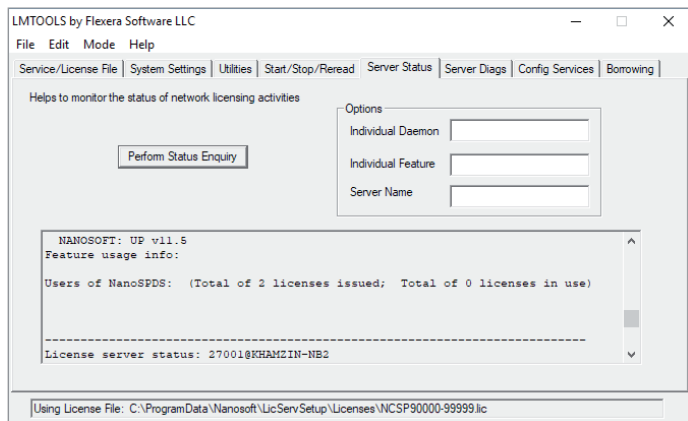


Рис. 29

На вкладке *Config Services* (рис. 30) вы можете проверить все настройки вашего сервера: путь к исполняемому файлу (lmgrd.exe), путь к файлу лицензий (.lic) и путь к логу данного сервера (flex.log).

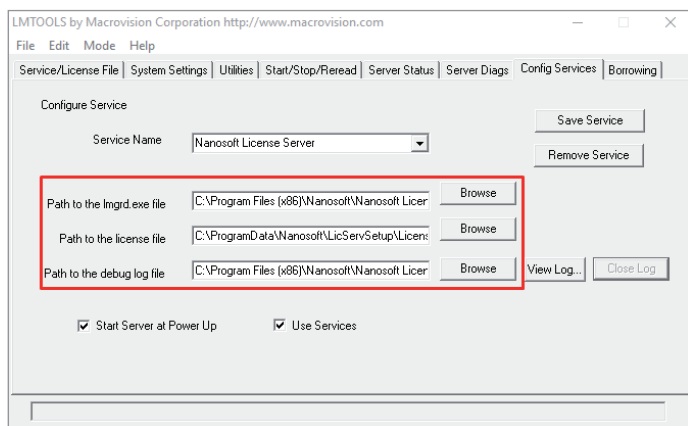


Рис. 30

Также в этом окне, нажав на кнопку *View Log* (рис. 31), мы можем просмотреть наш flex.log (рис. 32), о котором мы говорили чуть выше.

Если в разделе "Path to the license file" необходимо указать другой файл лицензий, не забудьте нажать кнопку *Save Service* и перезапустить сервер через *Stop/Start*.

В принципе для управления Сервером Лицензий достаточно двух приложений: LicServSetup и Lmttools.

Еще хотели бы обратить ваше внимание на "Базу Знаний", расположенную на нашем портале технической поддержки и доступную в режиме 24/7.

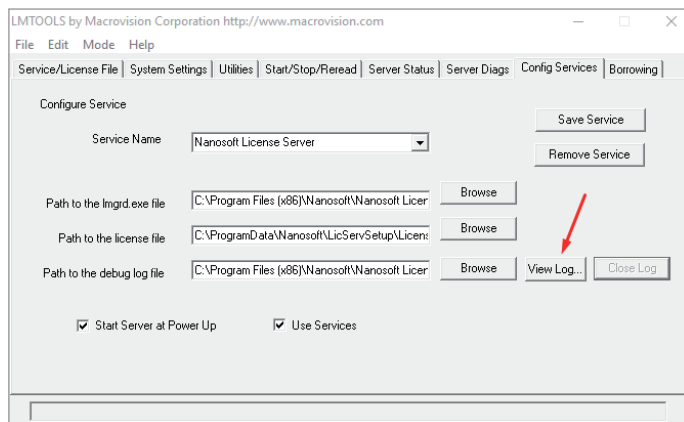


Рис. 31

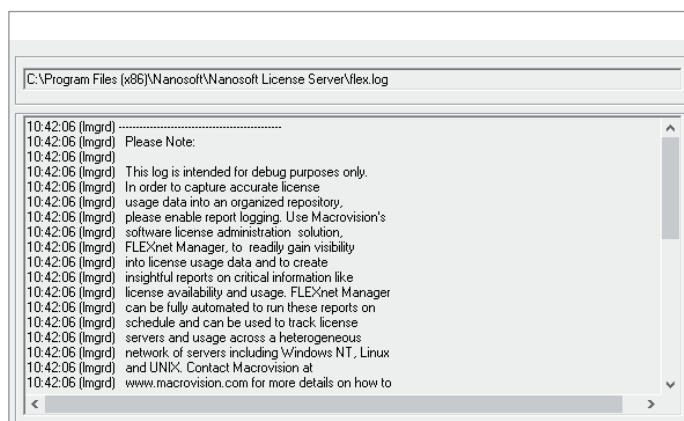


Рис. 32

По ключевым словам в поиске вы найдете здесь ответы на многие вопросы, касающиеся и лицензирования продуктов, и других тем, которые относятся к области деятельности техподдержки. Мы стараемся постоянно пополнять базу и поддерживать ее в актуальном состоянии.

В заключение хотелось бы отметить, что лицензирование продуктов "Нанософт" не настолько сложно, как может показаться на первый взгляд, и все его нюансы осваиваются довольно быстро. А данную статью можно использовать как своего рода инструкцию, которая всегда находится в свободном доступе. Если у вас есть вопросы и пожелания, связанные с лицензированием продуктов компании "Нанософт", пишите нам в комментариях. Мы планируем разобрать интересные пользовательские вопросы по данной тематике, а ответам на эти вопросы, возможно, посвятим следующую статью.

Шамиль Хамзин,  
техническая поддержка "Нанософт"





## ➤ МЕТАЛЛООБРАБОТКА НА СТАНКАХ С ЧПУ: КАК НАЧАТЬ ВЫПУСКАТЬ ПРОДУКЦИЮ МИРОВОГО УРОВНЯ?

**П**редставляем вашему вниманию статью на тему цифровизации производства и выпуска продукции нового поколения. В материале пойдет речь о CAD/CAM-системе как важной составляющей конкурентоспособного производства. В качестве примера расскажем об одной из таких систем: Solid Edge + Solid Edge CAM Pro.

### Металлообработка в XXI веке – вызовы и возможности

Согласно данным аналитиков, продукция российского машиностроения характеризуется низким уровнем конкурентоспособности на мировом рынке. Причины – в проблемах, которые испытывает отрасль. Перечислим основные:

- спад потребления на внутреннем рынке, начавшийся в 2014 году;
- увеличение доли изношенных станков;
- отставание от развитых стран по доле станков с ЧПУ;
- низкий уровень оптимизации и автоматизации производственных и бизнес-процессов предприятий.

При этом технологические инициативы промышленно развитых стран, как указано в том же аналитическом отчете, направлены в первую очередь на то, чтобы ускорить переход к производству продукции нового поколения, которое основано на технологии интернета вещей (IoT), внедрения систем автоматизации и анализа больших данных.

Ведущие предприятия отрасли направляют инвестиции в технологии – передовое оборудование и технологии обработки – и в системы управления производственными процессами (MES-системы). За последние три года наиболее эффективными вложениями в промышленном секторе стали инвестиции в:

- многофункциональные обрабатывающие центры;
- пятиосевую/универсальную обработку, используемую на рынке высокоточной обработки;
- быстросменные инструмент/крепление;
- высокоскоростную механическую обработку (HSM);
- программное обеспечение для создания, симуляции и проверки управля-

ющих программ для станков с ЧПУ (далее – УП).

Цифровизация машиностроения и переход на контракты жизненного цикла позволят предприятиям увеличить долю конкурентоспособной продукции. Согласно оценкам, при новом подходе выпуск такой продукции возрастет с нынешних 16% до 30% к 2025 году и до как минимум 50% – к 2030-му.

### Высокоавтоматизированная CAD/CAM-система для решения задач машиностроения

Мировой промышленный концерн Siemens AG реализует свою стратегию цифровизации с помощью программного обеспечения от компании Siemens PLM Software. По мнению специалистов последней, для повышения конкурентоспособности машиностроительное предприятие должно решить следующие задачи:

- обеспечить максимальную загрузку оборудования и сократить время наладки;
- внедрить сбор информации о продуктах и процессах для контроля и управления инструментальной ос-



Драйверы повышения эффективности производства

настройкой и приспособлениями совместно с деталями изделия на основе шаблонов;

- внедрить симуляцию траектории обработки 3D-модели для симуляции кинематики станка и моделирования траектории движения инструмента;
- сократить время программирования, внедрить автоматизацию этапов создания УП для обработки стандартных элементов (таких, например, как отверстия);
- сократить время обработки, внедрить новые стратегии.

Как показала практика ведущих компаний отрасли, последовательно решать эти задачи — неэффективный и долгий процесс. Требуется комплексный подход и внедрение CAD/CAM-системы, которая управляет всеми этапами изготовления изделия: от проектирования до готовой детали.

Ключевая особенность цифровизации производственного процесса — возможность проектировать под требования рынка не только технические и функциональные характеристики продукта, но и процессы производства и эксплуатации. Для этого одновременно разрабатываются физический продукт и его

математическая (программная) модель (так называемый цифровой двойник, digital twin) для управления производством продукта и автоматического мониторинга.

В результате внедрения системы процесс разработки становится более гибким: инженеры-конструкторы совершенствуют изделия, специалисты оптимизируют управляющие процессы, технологи-программисты проверяют стратегии и выбирают оптимальный способ изготовления изделий.

### Преимущества использования CAD/CAM-системы

Рассмотрим основные драйверы, которые снижают трудоемкость программирования, сокращают время обработки и износ станков с ЧПУ и, как следствие, ведут к росту выпуска продукции.

### Драйверы повышения ценности по всей технологической цепочке

Основные результаты применения эффективной CAD/CAM-системы:

1. Рост производительности и эффективности работы за счет:
  - шаблонов процессов и автоматизации;

- повторного применения инструментов и технологий обработки;
- прослеживаемости "деталь → процесс → изготовление".

2. Увеличение использования активов за счет:

- сокращения времени наладки;
- использования многофункциональных обрабатывающих центров, симуляции в G-кодах, взаимодействия со стойкой ЧПУ.

3. Оптимизация операционных расходов за счет:

- сокращения складских запасов через управление инструментами;
- сокращения затрат на инструмент;
- применения инструмента в CAM-системе, отслеживания времени жизни инструмента.

4. Автоматизация и гибкость производства за счет:

- поддержки безлюдных производств;
- использования систем анализа производственных данных.

### Solid Edge + Solid Edge CAM Pro: CAD/CAM-система от Siemens PLM Software

Увидеть, как в Solid Edge CAM Pro создаются управляющие программы для токарной и фрезерной обработки, вы сможете, ознакомившись с записями недавно прошедших вебинаров.

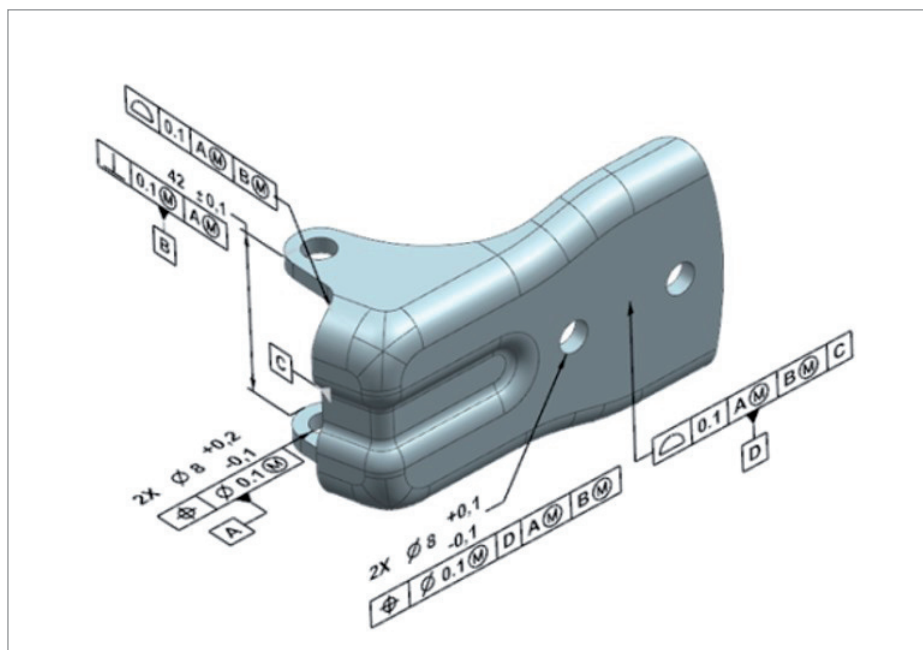
Я же в общих чертах расскажу об особенностях и преимуществах этой CAM-системы.

### Программное решение Solid Edge CAM Pro для обработки деталей

Solid Edge CAM Pro, основанный на NX CAM, входит вместе с Solid Edge в одну линейку решений Siemens PLM Software. Программное решение предоставляет широкий спектр функциональных возможностей — от двухосевого фрезерования и высокоскоростной обработки до программирования многофункциональных станков и пятиосевого фрезерования.

Программисты станков с ЧПУ могут использовать Solid Edge CAM Pro, чтобы решать задачи с различными требованиями к обработке (фрезерование, сверление, токарная и электроэрозионная обработка).

С помощью синхронной технологии можно напрямую редактировать модели деталей и подготавливать их к созданию программ для станков с ЧПУ, включая



Отображение PMI

обработку глухих отверстий и зазоров, смещенных поверхностей, а также изменять размеры элементов детали.

Solid Edge CAM Pro использует концепцию мастер-модели с целью обеспечения сквозного проектирования и разработки программ для ЧПУ за счет привязки всех CAM-функций к единой модели, определяющей геометрию детали. В результате программист может начать разработку программы для станка с ЧПУ, не дожидаясь окончания работы конструктора. Полная ассоциативность обеспечивает последующее обновление операций управляющей программы для станка с ЧПУ при изменении геометрии модели.

### Основные возможности Solid Edge CAM Pro

#### Работа с PMI – конструкторско-технологической информацией 3D-модели

Product Manufacturing Information, PMI – производственные данные, ассоциированные с трехмерной моделью изделия в САПР. PMI-данные включают в себя геометрические размеры и допуски (GD&T), трехмерные аннотации (текстовые пометки), спецификации материалов и требования к качеству обработки поверхностей. Данные PMI поддерживаются во многих форматах файлов, используемых для обмена и визуализации данных об изделии (напри-

мер, в PDF и JT). Эти данные, если они заложены в модель инженером-конструктором, транслируются вместе с данными геометрии из Solid Edge в Solid Edge CAM Pro. Таким образом, программист станка ЧПУ получает от инженера-конструктора всю необходимую информацию. Это позволяет избежать ошибок и задержек, связанных с использованием 2D-чертежей, оптимизировать производственные процессы с помощью сквозного описания изделия, а также автоматизировать создание управляющей программы на основе этих данных.

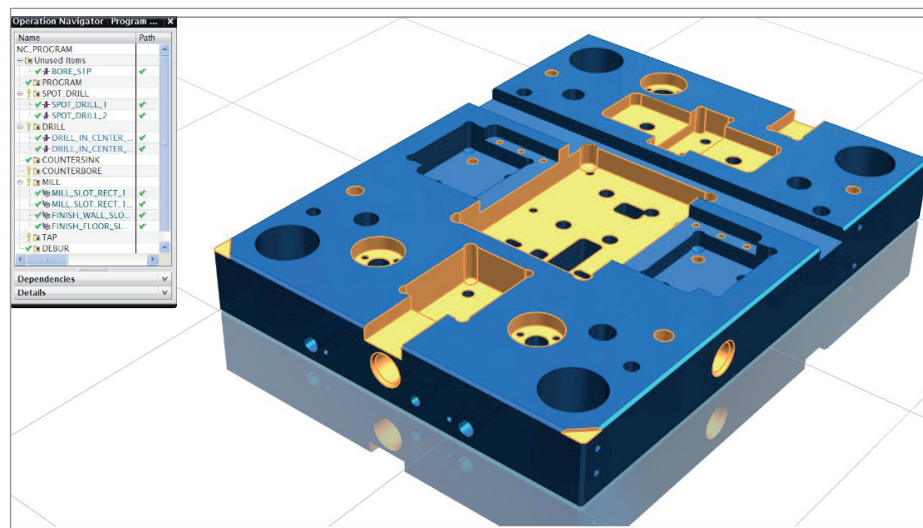
#### Обработка на основе элементов (Feature-based Machining)

Модуль обработки на базе элементов обеспечивает распознавание отверстий, карманов, плоских граней (в том числе на моделях, импортированных из других CAD-систем) и создание стратегии их обработки. Распознавание выполняется как по параметрам элементов построения, так и по их топологии. Этот модуль существенно ускоряет программирование призматических деталей, обеспечивает оптимизацию обработки, требует меньшей квалификации оператора. Модуль автоматически распознаёт конструкторско-технологическую информацию об изделии (PMI) – допуски, 3D-аннотации, параметры чистоты поверхности при назначении технологии обработки. Например, для точных отверстий помимо сверления будут автоматически добавлены операции растачивания или развертывания (причем можно настроить предпочтительный тип операции).

Обработка на основе элементов – яркий пример автоматизации программирования, которая может привести к значительному сокращению времени на создание управляющей программы.

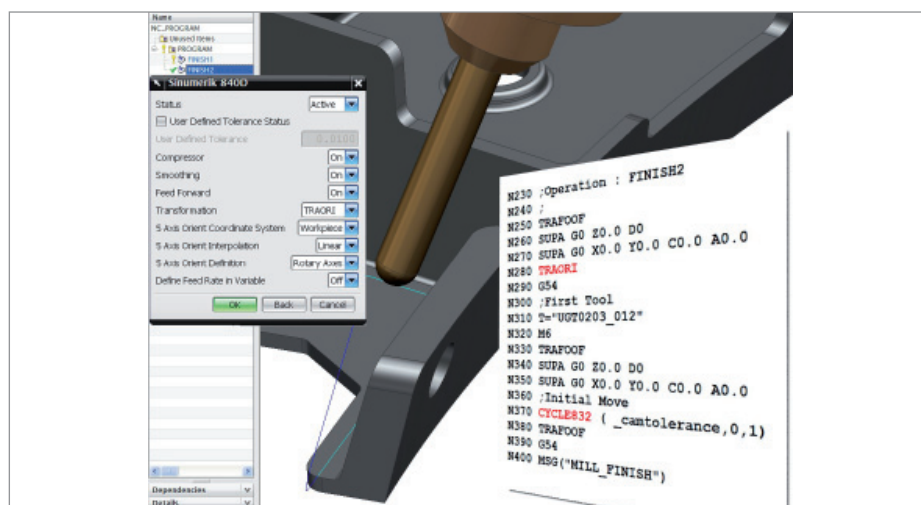
#### Постобработка и симуляция

Solid Edge CAM Pro включает в себя собственную систему постобработки, которая тесно взаимодействует с ядром САМ-системы. Это позволяет легко сгенерировать требуемый код управляющей программы для большинства типов конфигурации станков и контроллеров. Программа включает утилиту Post Builder, которая обеспечивает создание и редактирование постпроцессоров. Используя графический пользовательский интерфейс утилиты, можно задавать параметры требуемого кода программы для станка с ЧПУ.

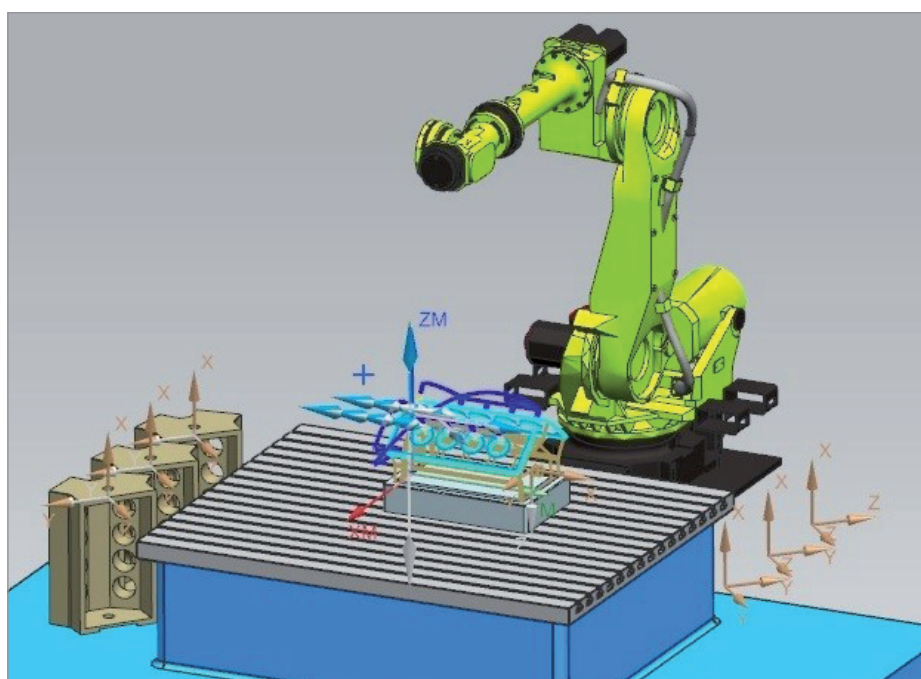


Процесс распознавания элементов

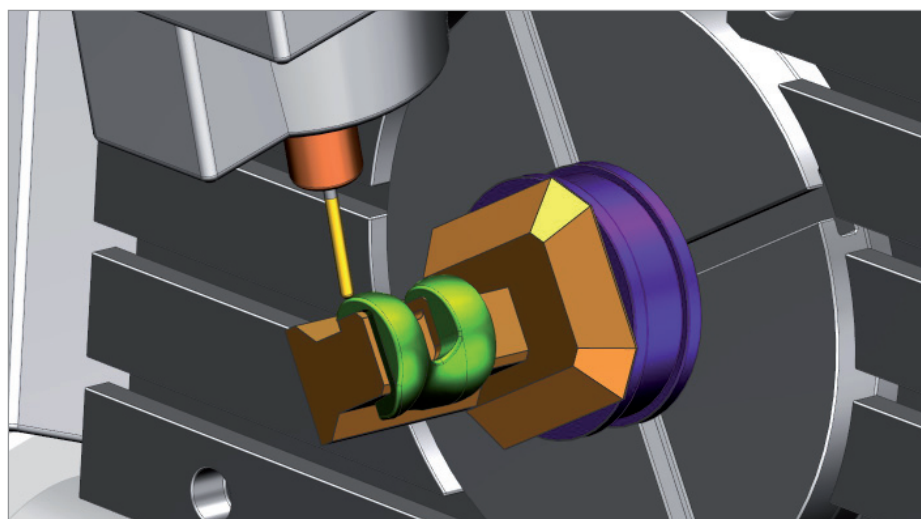




Постпроцессирование



Имитационное моделирование



Пятиосевая обработка

Библиотека постпроцессора представляет собой интернет-ресурс, в котором содержится множество процессов, поддерживающих большое количество различных станков и инструментов.

Также Solid Edge CAM Pro включает оптимизированный постпроцессор Sinumerik, который автоматически выбирает основные настройки контроллера в соответствии с данными операции технологического процесса.

### Моделирование обработки на станке

Одним из основных преимуществ системы Solid Edge CAM Pro являются интегрированные функции имитационного моделирования и верификации обработки, которые позволяют специалистам выполнять проверку траектории движения инструмента в процессе программирования станков с ЧПУ. При этом доступен многоуровневый процесс проверки. Например, имитационное моделирование на основе G-кода показывает движение, управляемое выходными данными кода программы станка с ЧПУ на встроенном постпроцессоре NX. 3D-модель станка вместе с деталью, приспособлениями и инструментом перемещается в соответствии с движениями инструмента на основе G-кода.

### Пятиосевая обработка

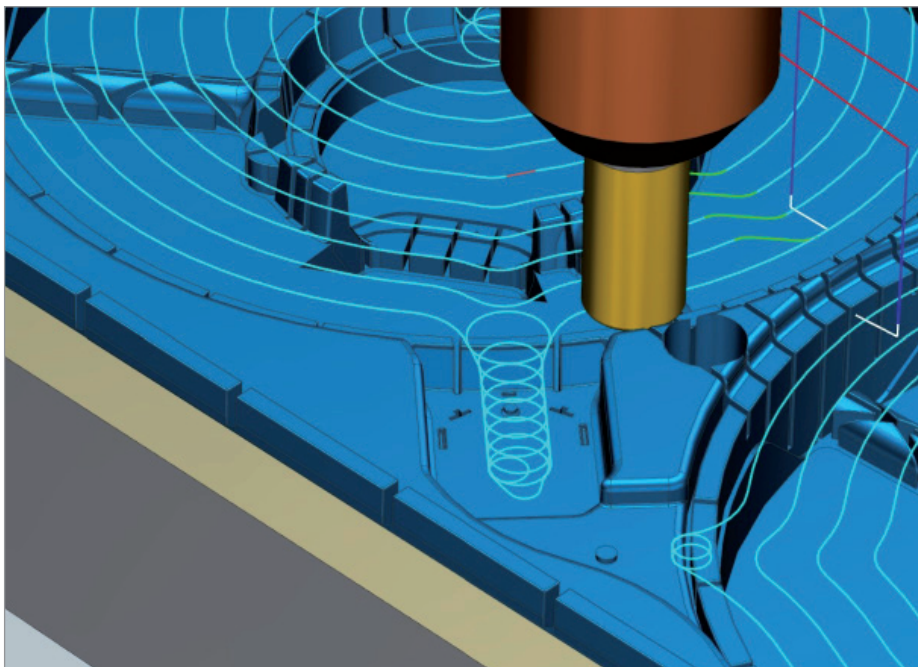
Основные преимущества:

- усовершенствованные стратегии обработки с гибкими вариантами управления осями инструмента;
- переменное профилирование оси автоматически обрабатывает сложные стенки на основе геометрии дна;
- обработка по Z-профилю с наклонным инструментом может уменьшить прогиб инструмента для лучшей чистоты поверхности.

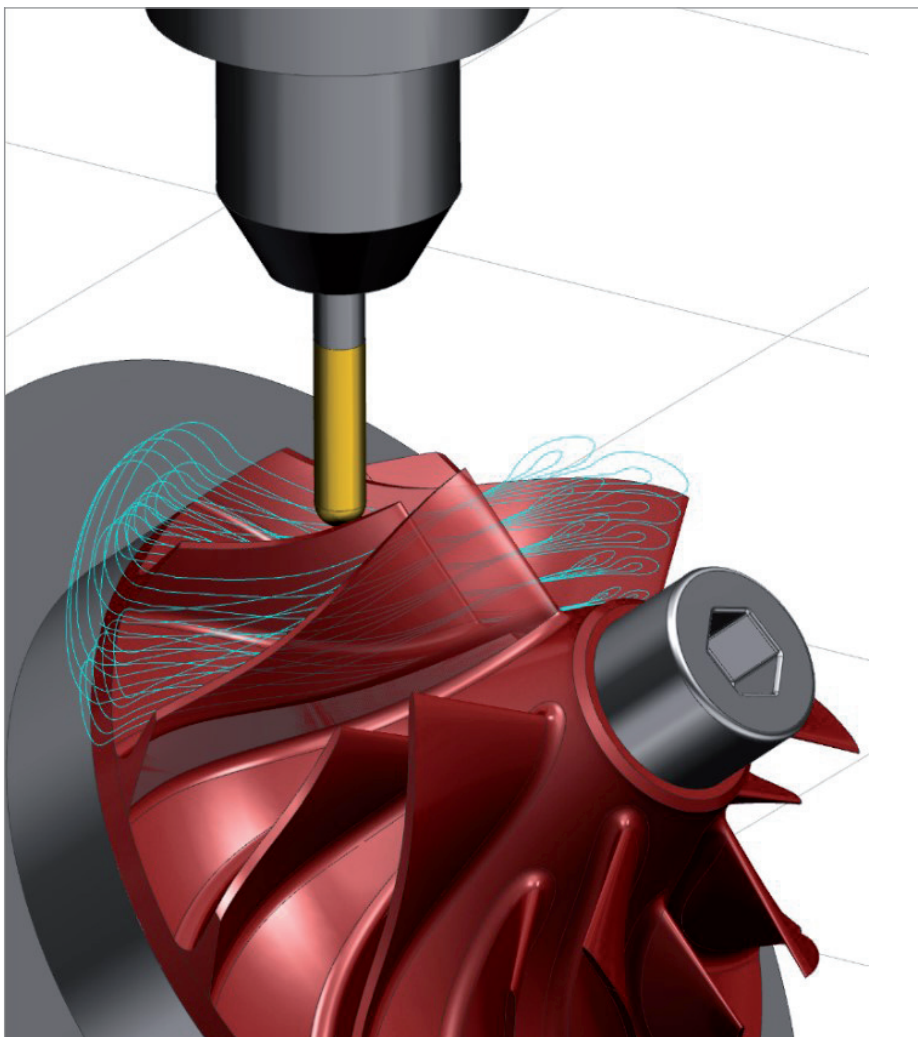
Для сложных деталей, используемых в аэрокосмической и энергетической отраслях, Solid Edge CAM Pro предлагает гибкий подход и ряд вариантов управления осями инструмента для пятиосевой обработки. Например, при программировании детали с несколькими карманами со спроектированными стенками необходимо один раз выбрать дно кармана, и система создаст траектории чистовой обработки для стенок.

### Высокоскоростная обработка (Highspeedmachining – HSM)

Высокоскоростная черновая обработка в Solid Edge CAM Pro поддерживает высокую скорость удаления материала при управлении нагрузками на инструмент.



Траектории пятиосевой обработки



Траектории обработки лопастей

Эффективные стратегии HSM для фрезерования с высокой скоростью позволяют сократить время обработки и повысить качество обрабатываемых поверхностей пресс-форм и штампов, призматических и сложных деталей. Пользователю доступен широкий выбор стратегий высокоскоростной обработки для эффективного фрезерования закаленных деталей с обеспечением плавного перемещения инструмента и постоянства силы резания.

### Прикладное программирование. Фрезерование турбокомпонентов

Модуль Turbomachinery Milling предназначен для программирования станков с ЧПУ, которые обрабатывают многолопастные и многоосевые детали вращения. Предусмотрена возможность обработки лопаток с поднутрениями. Кроме того, поддерживается обработка нескольких рассекателей, что позволяет эффективнее работать с CAD-данными независимо от того, в какой системе они были созданы. Лопатки могут состоять из одной или нескольких поверхностей. Зазоры между поверхностями и наложения поверхностей исправляются автоматически. Система позволяет создавать плавные траектории движения инструмента на смежных поверхностях с несовместимыми параметрическими линиями. Определяет операции механообработки для одного элемента моноколеса или крыльчатки, а затем автоматически применяет их к остальным частям детали.

### Цифровой цех с Solid Edge CAM Pro

Solid Edge CAM Pro — инструмент для производителей, которые "строят" цифровой цех или планируют обновлять оборудование. С помощью Solid Edge CAM Pro пользователь может создать оптимальные программы обработки на станках с ЧПУ для своих моделей Solid Edge и моделей в сторонних CAD-форматах, уменьшить производственные издержки, повысить качество выпускаемых изделий.

Внедрение связки "Solid Edge + Solid Edge CAM Pro" — значительный шаг к цифровизации бизнес-процессов и росту конкурентоспособности продукции.

*Александр Лебедев,  
продукт-менеджер  
направления Siemens  
АО "Нанософт"*

*E-mail: alebedev@nanocad.ru*



## Инженеры "Росатома" соревновались в создании сложных промышленных BIM-моделей на чемпионате AtomSkills

В Екатеринбурге прошел впечатляющий своими масштабами чемпионат профессионального мастерства AtomSkills-2019. Компании "Нанософт" и "Нормасофт" выступили генеральными партнерами и поставщиками программного обеспечения компетенции "Инженерное проектирование". В составе команды участники компетенции проектировали промышленные объекты, боролись за звание лучших BIM-проектировщиков и ценные призы.

AtomSkills – крупнейший в России отраслевой чемпионат, проводимый по международной методике WorldSkills. Участники состязания, призванного усовершенствовать профессиональные навыки молодых инженеров и рабочих атомной отрасли, не только определяют лучших в своих профессиональных областях, но и получают экспертную оценку выполненных работ, основанную на мировых стандартах. Организатор чемпионата – Госкорпорация "Росатом" – полностью воссоздает, а по ряду параметров и усложняет реальные производственные условия.

AtomSkills-2019 собрал более тысячи участников – представителей более чем 80 предприятий и опорных вузов "Росатома". Соревнования проходили в 31 профессиональной компетенции, многие из которых связаны с проектированием.

Компетенция "Инженерное проектирование" стала одной из самых популярных и сложных в рамках чемпионата. Участникам предстояло создать проект, включающий три промышленных объекта (котельную, эстакаду и склад,

расположенные на территории промышленной зоны), а также все коммуникации между ними. Команды должны были сформировать сводную BIM-модель, выполнить анализ и расчеты в системе Model Studio CS на базе САПР-платформы nanoCAD, разработать электро-техническую часть с применением информационно-справочного сервиса ЭТМ iPRO. Для поиска нормативных документов использовалась информационно-поисковая система NormaCS.

Изначально компетенция была индивидуальной: каждый участник показывал свои знания во всех областях, от стройки до электроснабжения, то есть выполнял роль универсального ГИП. После первого конкурса стало очевидно, что намного более эффективной будет реализация проекта в команде. Сейчас команда состоит из четырех участников: специалистов по кабельному хозяйству, архитектурно-строительной части, трубопроводам и BIM-координатора.

"Только за последний год компетенция "Инженерное проектирование" выросла в два раза. Сегодня у нас 54 участника и 11 команд, каждая из которых представляет одно из предприятий "Росатома". В следующем году к нам планируют присоединиться команды "Ростеха" и "Роскосмоса" – это еще раз подтверждает, что крупнейшие российские корпорации заинтересованы в том, чтобы максимально быстро внедрить у себя технологии BIM-проектирования", – говорит Анна Волкова, заместитель главного инженера проекта УФ АО "ФЦНИВТ "СНПО "Элерон – "УПИИ "ВНИПИЭТ", технический эксперт компетенции

"Инженерное проектирование" AtomSkills-2019.

Компания "Нанософт" выступила поставщиком программного обеспечения и спонсором призов, а компания "Нормасофт" стала генеральным партнером и разработчиком задания компетенции.

"Задание разрабатывается в условиях строгой секретности. Мы специально делаем его максимально сложным, даже невыполнимым в отведенный промежуток времени. Задача стоит в том, чтобы участники научились работать в BIM-команде, распределять задачи и приоритеты. Еще сложнее разрабатывать критерии оценки. Но с каждым годом мы получаем всё больше опыта, чтобы делать задания еще более полезными для профессионального развития наших BIM-команд", – комментирует Сергей Савинков, директор центра средств автоматизации "Нормасофт".

### Победители компетенции "Инженерное проектирование"

#### I место

Елена Онищук, Кристина Соловьева, Яна Кучукова, Сергей Миколаенко (Государственный специализированный проектный институт)

#### II место

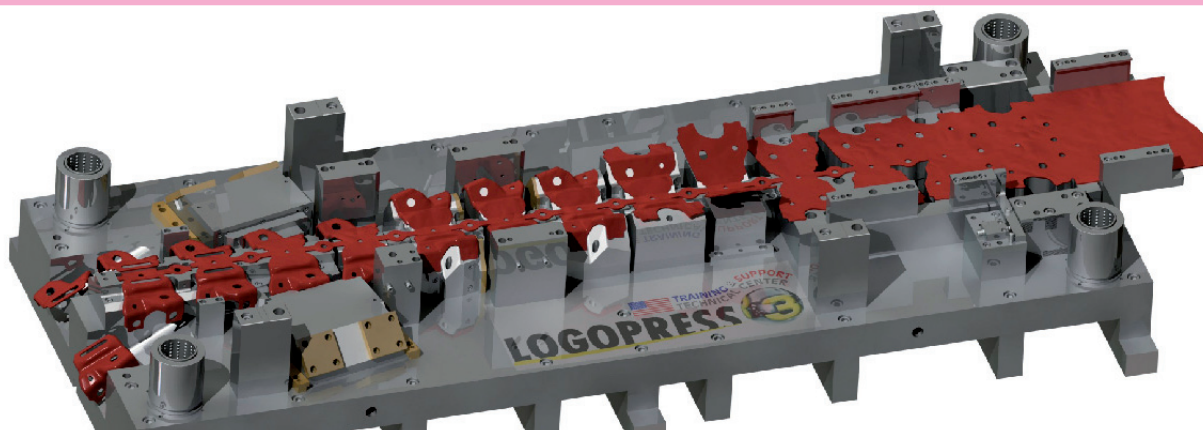
Павел Коновалов, Анастасия Шитова, Дарья Бабошина, Светлана Шульга ("Маяк")

#### III место

Александр Мозжилин, Ксения Селитраль, Ксения Цыпышева, Анна Хакимуллина (Приборостроительный завод)







## РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ НА БАЗЕ SOLIDWORKS

Компания Logopress, основанная в 1989 году, заслуженно пользуется репутацией основного разработчика программного обеспечения для проектирования штамповой оснастки и моделирования процесса штамповки.

Компания является сертифицированным партнером SOLIDWORKS. Это означает, что ее решения полностью интегрированы в экосистему SOLIDWORKS. В декабре 2018 года Logopress приобретена известной компанией AutoForm.

Программное обеспечение Logopress обеспечивает разработку сложных автомобильных деталей и электронных компонентов. Одним из наиболее перспективных продуктов компании является Logopress3 — решение для проектирования штамповой оснастки в области авто-

мобилю- и машиностроения. Его актуальность несомненна, ведь на проектирование оснастки обычно приходится более 90% времени.

Logopress3 содержит шаблоны параметрических штампов и пластин, а также полную библиотеку, в которую входят стандартные компоненты штамповой оснастки практически любого типа и марки.

Большое количество функциональных конфигураций позволяет каждому пользователю подобрать оптимальный набор инструментов для реализации своих проектов.

При знакомстве с Logopress3 первое мое впечатление воплотилось в одном слове: "удобно!". Всегда с ужасом вспоминаю огромные чертежи штамповых оснасток, потому что не в состоянии даже себе представить, сколько времени ушло

у конструкторов на проектирование того или иного комплекта штампов.

Чтобы составить себе общее представление о решении Logopress3, рассмотрим его структуру. Кстати, каждый модуль, о котором пойдет речь, может работать отдельно, однако совместная их работа позволяет в разы сэкономить временные и финансовые ресурсы.

### Logopress3 BLANK

Инструментарий Logopress3 BLANK позволяет пользователю быстро и легко моделировать листовую заготовку для трехмерных деталей. Расширенные функции анализа методом конечных элементов помогают уже на этапе проектирования избежать серьезных дефектов и отклонений от формы окончательной детали (рис. 1).

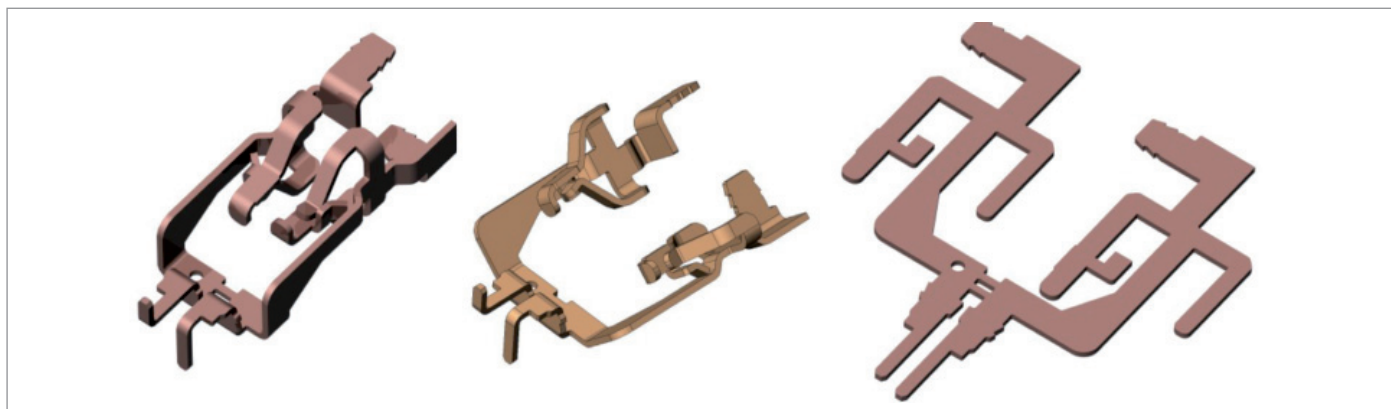


Рис. 1



Рис. 2

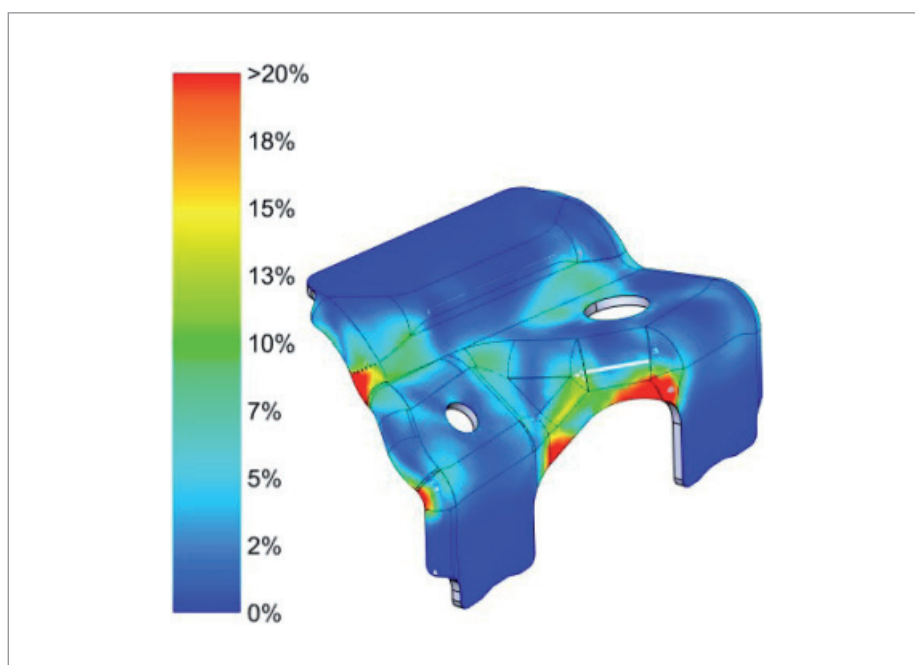


Рис. 3

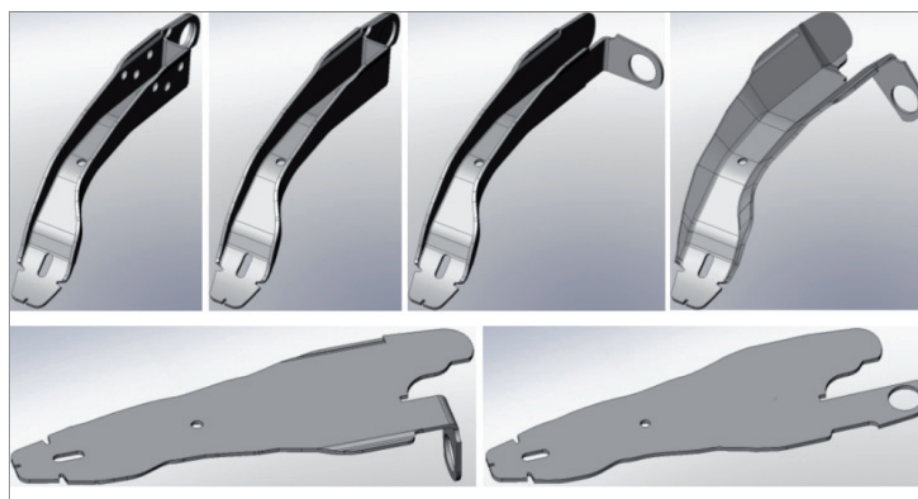


Рис. 4

Logopress3 BLANK применяется не только в машиностроительной индустрии, но и для создания заготовок из таких материалов, как ткань, пластик, адгезивный материал, кожа, надувные предметы, упаковка и др. В модуле можно использовать как собственные модели SOLIDWORKS, так и импортированные. Создание сетки происходит автоматически, однако при необходимости ее размер можно отрегулировать. Для работы с модулем Logopress3 BLANK не нужно быть экспертом в области анализа сетки конечных элементов, поскольку интерфейс очень удобен и интуитивно понятен даже новичку. Результаты вашей работы с отображением проблемных участков, в которых могут появиться дефекты, выводятся на экран монитора (рис. 2, 3).

Всего несколькими щелчками клавиши мыши вы можете сформировать развертку детали, а затем обозначить промежуточные этапы и создать предварительный макет ее производства.

К-факторы для каждого отдельного изгиба рассчитываются Logopress3 автоматически, а функции разгибания легко можно редактировать. Таким образом, обеспечено простое переключение с полной развертки на частичный разгиб. Кроме того, можно изменить значение угла сгиба, параметры пружины, допуск на изгиб и т.д. (рис. 4).

### Logopress3 Strip Layout

Logopress3 Strip Layout предназначен для создания макета непрерывной штамповки полосы на многопозиционном прессе. В разработке этого модуля приняло участие множество высококвалифицированных инженеров и конструкторов. На полосе можно увидеть каждый этап формирования детали, добавить или

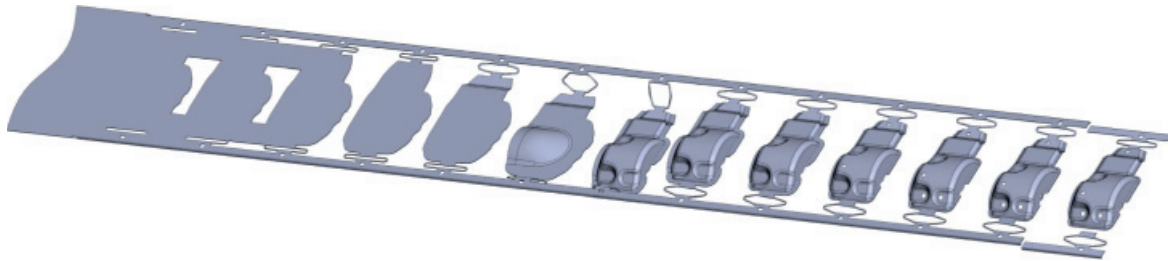


Рис. 5

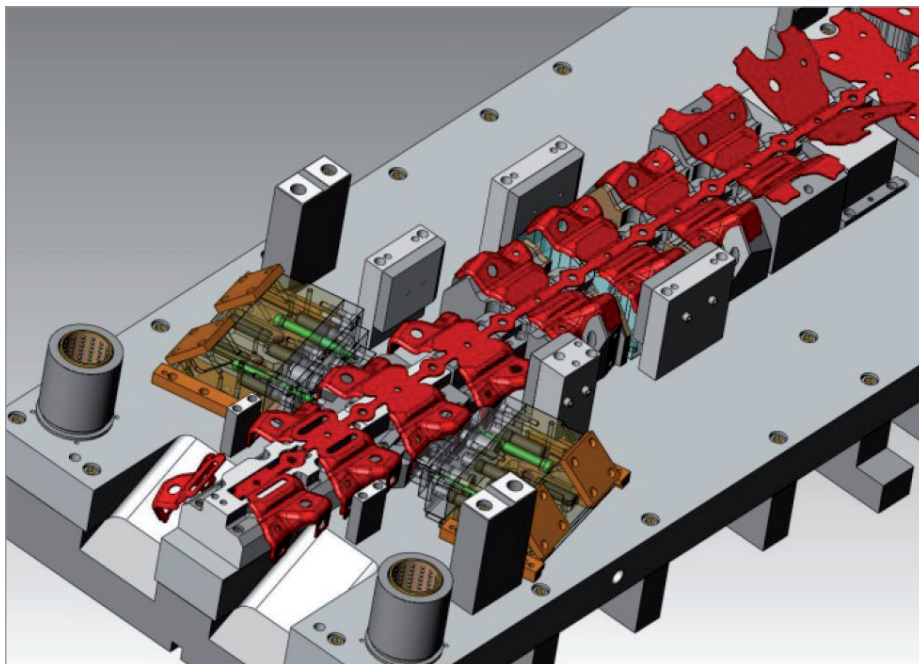


Рис. 6

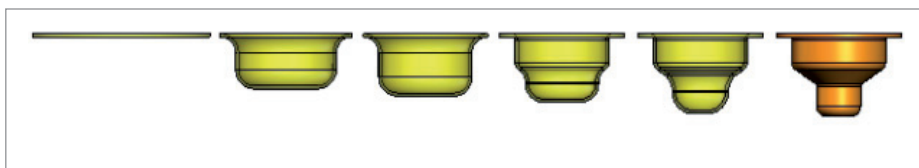


Рис. 7

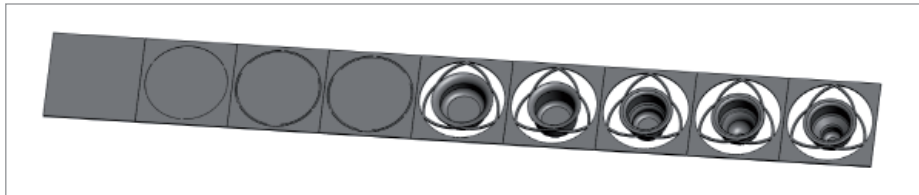


Рис. 8

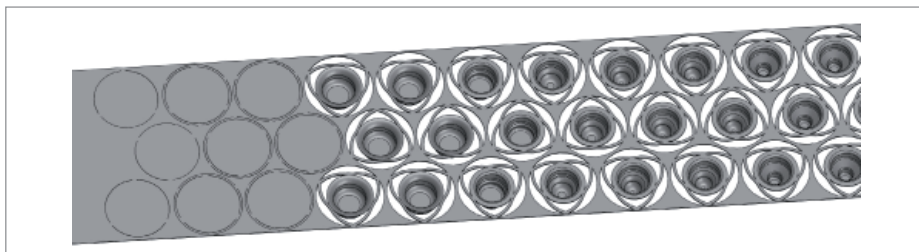


Рис. 9

удалить промежуточные операции, создать любые пуансоны и матрицы, а также вспомогательные инструменты (рис. 5). На заключительном этапе проектирования доступна функция моделирования процесса изготовления детали, включающего различного рода операции, такие как штамповка, формовка, вытяжка, отбортовка, обрезка, пробивка, калибровка и др. (рис. 6).

Logopress3 Strip Layout позволяет также автоматически создавать технологический процесс изготовления круглых деталей, обеспечивая экономию времени от нескольких часов до нескольких дней. Наиболее наглядно это смотрится на рисунках: 10 секунд (рис. 7); + 2 минуты (рис. 8); + 30 секунд (рис. 9).

## Logopress3 Nesting

В этом решении золотого партнера компании SOLIDWORKS реализована знакомая и любимая нестинг-технология. При работе с листовыми деталями и заготовками без нестинг-модуля не обойтись. Чтобы овладеть функциями Logopress3 Nesting, достаточно лишь уметь пользоваться SOLIDWORKS и знать теорию раскроя: простота освоения и применения не требует наличия специальных навыков. После задания всех технологических параметров программа автоматически выдаст оптимальный вариант использования материала заготовки (рис. 10).

## Logopress3 Die Design

В модуль Logopress3 Die Design входит мощный помощник Tool Structure Assistant, который позволяет быстро моделировать основные компоненты штампов. Это пригодится и на протяжении всего процесса проектирования оснастки при вставке дополнительных плит или узлов и регулировке их размеров. Тогда же могут быть указаны названия плит, а также тип материала и термообработки. Помощник действует и как менеджер сопряжений, что избавляет от необходимости задавать сопряжения в сборке.



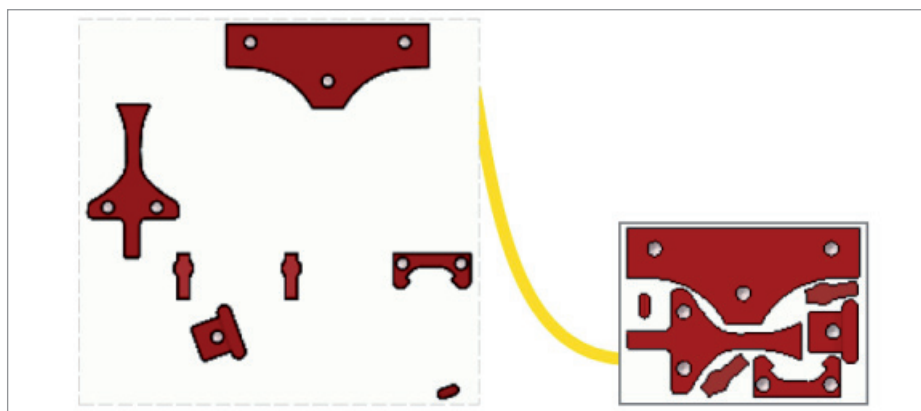


Рис. 10

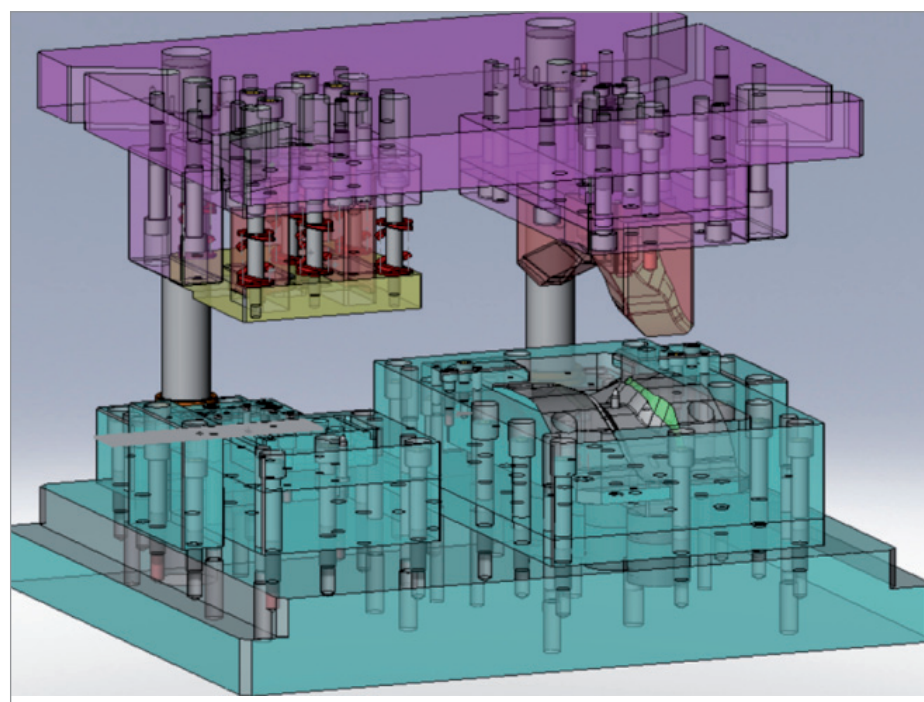


Рис. 11

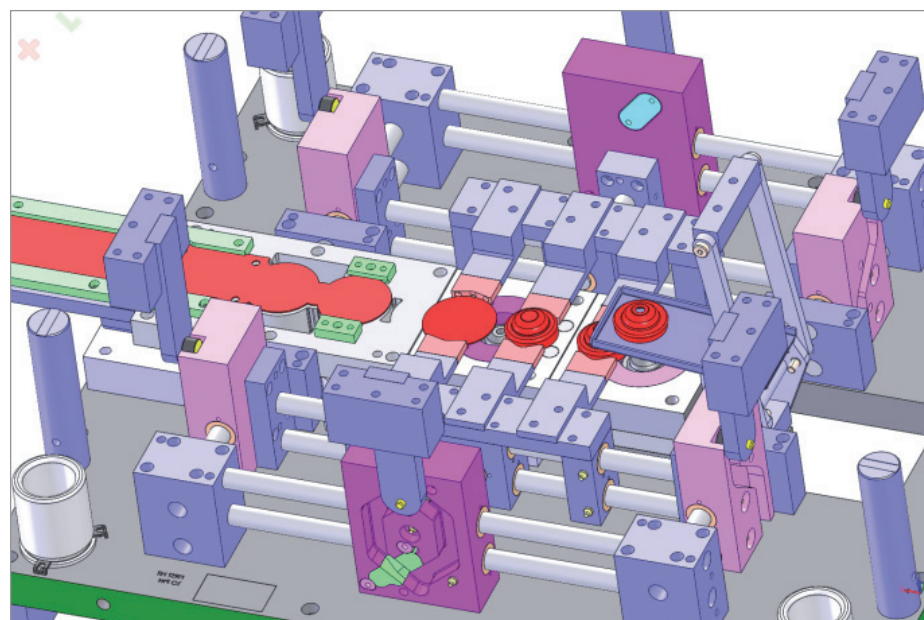


Рис. 12

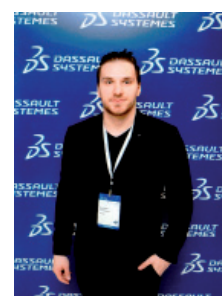
Ни одно программное обеспечение для конструирования оснастки не может считаться полным без обширной интеллектуальной библиотеки стандартных компонентов. Библиотека Logopress3 позволяет не только вставлять выбранный компонент, но и создавать каждое отверстие в плите, а также автоматически управлять всеми сопряжениями (рис. 11).

Эта база включает множество компонентов от десятков поставщиков и доступна для пополнения. А лучший способ убедиться, насколько библиотека удобная, гибкая, настраиваемая и полная, — попробовать поработать с ней.

Говоря о модуле Logopress3 Die Design, нельзя не упомянуть о входящем в него инструменте Die Debugger, который обеспечивает симуляцию движения и динамический поиск конфликтов и коллизий, гарантируя обнаружение ошибок уже на этапе проектирования, а не на поздних стадиях, когда их исправление может привести к значительным потерям (рис. 12).

Модуль Logopress3 Die Design идеально подходит для конструкторов-инструментальщиков и для специалистов, которые проектируют штамповые комплекты.

Конечно, формат журнальной статьи не позволяет подробно рассказать о широком функционале Logopress3. Однако надеемся, что представители предприятий, осуществляющих проектирование штамповой оснастки и вспомогательных инструментов, по достоинству оценят преимущества этого программного продукта, и не сомневаемся, что он займет подобающее место на российском рынке.



*Дмитрий Гюмишлю,  
ITOOLS,  
инженер CAD/CAM  
E-mail: gyumyushlyu.dmitry@i-tools.info*



## ➤ СОВРЕМЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ В TechnologiCS. ПЕРВЫЙ ШАГ НА ПУТИ К НЕЙРОСЕТЯМ И САМООБУЧАЮЩИМСЯ СИСТЕМАМ

*Нет судьбы кроме той, что мы сами творим.  
Джон Коннор*

**П**ланирование любого производства есть и будет одним из наиболее важных аспектов успешного функционирования предприятия, особенно в условиях часто меняющихся условий рынка. И если для непрерывного производства этот вопрос не столь актуален ввиду более простой математической постановки вопроса, то для дискретного производства задача расчета оптимального плана остается острой.

Практически в каждом первом внедрении системы TechnologiCS одной из центральных задач является именно планирование производства. Причем не просто объемно-календарное, а с точностью до конкретного станка и конкретного работника, с формированием сменного задания и последующим контролем его исполнения. Безусловно, расчет таких планов должен выполняться с целью оптимизации загрузки оборудования, минимизации себестоимости и сроков выпуска продукции.

Реализуемая государством программа перехода к цифровой экономике только повысила актуальность решения данных проблем.



Функционал для планирования производства реализован в TechnologiCS уже довольно давно, с 2009 года. Однако рост объемов обрабатываемых данных и развитие технологий в области обработки больших данных, появление интернета вещей, который дал объективную информацию о загрузке оборудования, подтолкнули коллектив разработчиков TechnologiCS к реализации принципиально нового механизма планирования. Итак, уточним постановку. Для нашей задачи имеем следующие исходные данные: список начальных операций каждой партии деталей, времена подготовительных операций, времена основных операций, коэффициенты одновременно изготавливаемых деталей на каждом станке, календари рабочих, календари станков, привязка рабочих к станкам, желаемые даты выпуска, приоритеты партий деталей или заказов, порядок изготовления из техпроцесса. Под системой далее будем понимать совокупность невыполненных операций.



Раздел	Номенклатура		Операция		Цех		План производства			План производства		
	Обоз.	Обозначение	Наименование	№	№ цеха	№ ч/ка	Количество	Начало работ	Конец работ	Статус	Сдано	Брак
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	1 Контроль	005	3		600 0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	2 Транспортирование				600 0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	3 Разрезка	005	3		600 0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	4 Контроль	007	3		600 0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	5 Транспортирование				600 0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	6 Токарная	005	4		600 0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	7 Транспортирование				600 0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	8 Термическая обработка	006	006		600 0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	9 Контроль	006	006		600 0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000
ДЕ	АБВ.12.009	Дно	10 Транспортирование				600 0000	20.03.2018	20.03.2018	План	0.0000	0.0000

Рис. 1

Каждое состояние системы описывается списком, длина которого равна количеству партий деталей. Каждый элемент списка – номер операции некоторой партии детали, соответствующей порядку в списке.

$$EL_0 = [e_{11}, ..., e_{1i}, ..., e_{1N}], \text{ где}$$

$e_{1i}$  – номер первой операции для  $i$ -й партии деталей;

$N$  – количество партий деталей;

$EL_0$  – начальное состояние системы.

Соответственно, в любой момент времени состояние системы примет вид:

$$EL_j = [e_{1k_1}, ..., e_{1k_i}, ..., e_{1k_N}], \text{ где}$$

$e_{1k_i}$  –  $k_i$ -я операция для  $i$ -й партии деталей.

Переход из одного состояния в другое осуществляется выбором одной из операций партии с сохранением порядка следования, прописанного в техпроцессе,

и распределением ее на имеющихся ресурсах, то есть заполнением календарей станков и рабочих в соответствии с требуемыми ресурсами на операцию.

Конечное состояние система принимает, когда все операции всех партий будут распределены по ресурсам (рис. 1).

Выбор каждой последующей операции осуществляется по заранее выбранному для данного производства критерию или по комбинации нескольких. К примеру, по максимальной длительности обработки партий, приоритетам партий или конкретным операциям, необходимости переналадки оборудования. Выбор следующего состояния осуществляется с помощью расстояния  $\rho$ , которое будет участвовать в построении алгоритма изменения состояний системы.

Начальные времена обработки партий обозначим как  $S$ , время конца обработки – как  $D$ , времена планируемых моментов сдачи партий – как  $R$ .

Решением поставленной задачи будем считать полученные значения  $S$  и  $D$ .

Целевая функция решения задачи оптимизации планирования:

$$L = f(S, D, R, w), \text{ где}$$

$w$  – различные задаваемые пользователем приоритеты для сочетаний параметров.

В качестве функции  $L$  может быть выбран:

$$L = \sum_1^N (w_1 * T_j + w_2 * E_j) \rightarrow \min, \text{ где}$$

$$w_1 + w_2 = 1;$$

$$T_j = \max(d_j - r_j, 0) - \text{время задержки};$$

$$E_j = \max(r_j - d_j, 0) - \text{время опережения};$$

$$r_j - \text{планируемое время сдачи партии } j;$$

$$d_j - \text{рассчитанное время сдачи партии } j.$$

Также для составления целевой функции системы могут быть использованы сумма времен переналадки, стоимость производства партии, время простоя станков, время простоя работников, равномерность выпуска и другие показатели, доступные для расчета на конкретном предприятии.

Перейдем непосредственно к оптимизационному алгоритму. Рассмотрим граф  $G = (U, V)$ , где вершинами  $V$  являются уже упомянутые состояния системы  $EL$ , а ребра  $U$  соответствуют переходу из одного состояния в другое, при этом веса ребер зависят от функции расстояния  $\rho$  состояний системы. Решение задачи планирования состоит в поиске пути на графе  $G$ , позволяющем минимизировать целевую функцию  $L$ . Так как данная задача является NP-полной, то ее решение имеет смысл искать среди стохастических алгоритмов. Для решения подобных задач хорошо зарекомендовал себя метод муравьиных колоний (ACO и его модификации).

Согласно наблюдениям, муравей, обнаружив источник пищи, возвращается в гнездо по маршруту, откладывая на нем феромон, служащий информационным сигналом, который испаряется с течением времени (рис. 2). То есть идет подкрепление маршрута каждый раз после его прохождения. При двух имеющихся маршрутах по короткому пути пройдет за одно и то же время больше муравьев, чем по длинному, то есть короткий путь получит больше феромона.

В задаче планирования каждое ребро графа  $G$  помечается начальным количеством феромона  $\tau_0$ , а затем запускается первый муравей. Выбор каждого следу-

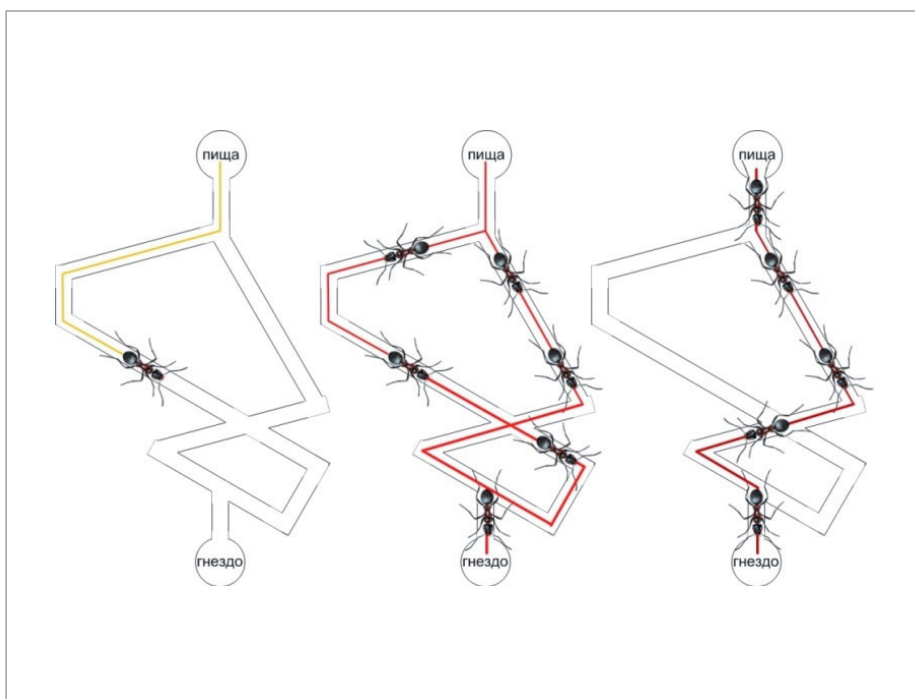


Рис. 2



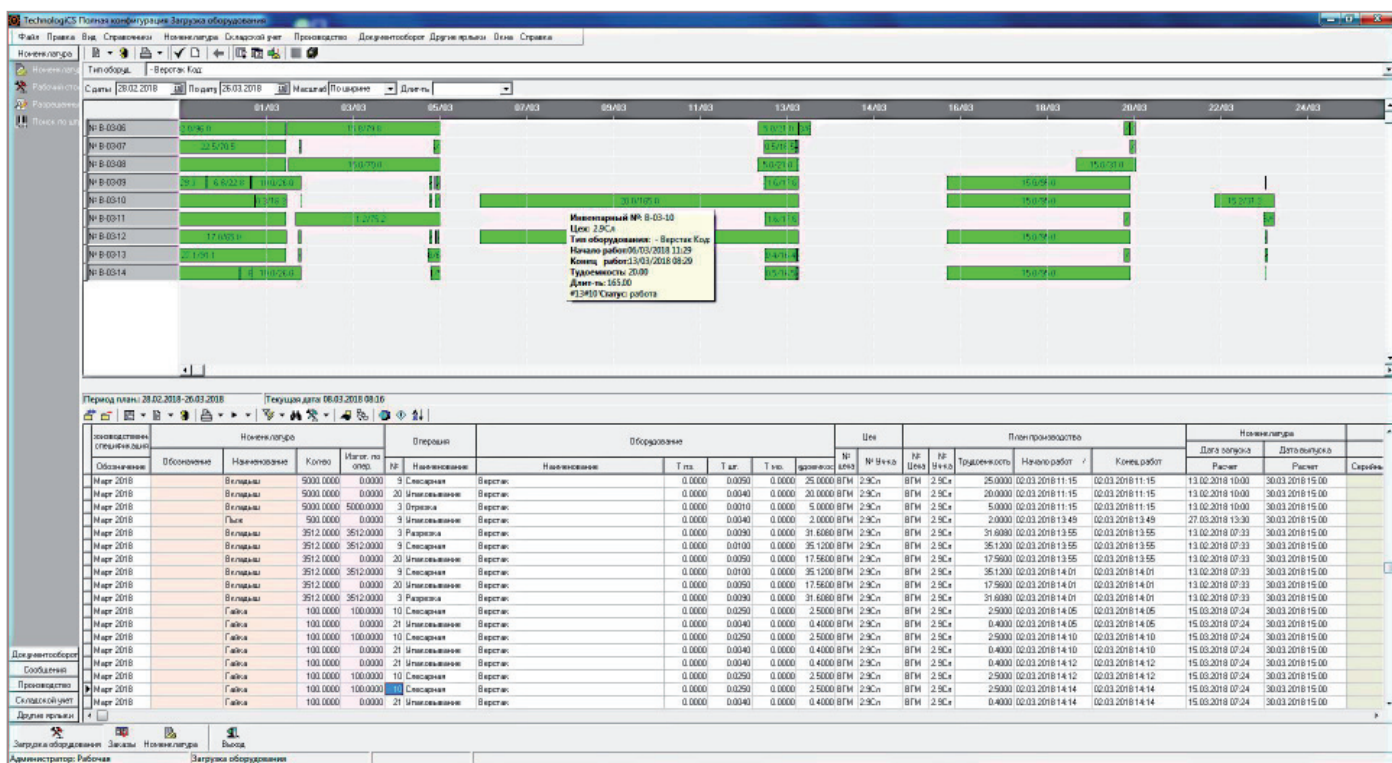


Рис. 3

ющего состояния системы осуществля-  
ется следующим образом:

$$\mu_{ij} = \frac{1}{r_{ij}} - \text{экви-функция расстояния между состояниями } i \text{ и } j;$$

$$p_{ij} = \begin{cases} \frac{\tau_{ij}^\alpha \mu_{ij}^\beta}{\sum_{h \in EL} \tau_{ih}^\alpha \mu_{ih}^\beta} - \text{вероятность пере-} \\ \text{хода из состояния } i \text{ в состояние } j; \\ 0, j \notin EL \end{cases}$$

$\alpha, \beta$  — настраиваемые числовые пара-  
метры.

Получив вероятности переходов в базо-  
вом варианте, при помощи равномерно-  
го вероятностного распределения (ру-  
летки) получаем следующее состояние  
системы среди возможных в соответ-  
ствии с полученными вероятностями  
перехода. Вероятностный характер вы-  
бора уменьшает шансы задержки алго-  
ритма в локальных экстремумах.  
Запустив  $m$  муравьев из колонии, полу-  
чаем  $m$  вариантов путей, для которых  
считаем целевую функцию  $L$ . Выбираем  
лучший путь с минимальным значением  
 $L$  и обновляем значения феромонов на  
ребрах графа системы в соответствии  
с полученными результатами первого  
прохода колонии. Дополнительно, что-  
бы избежать застревания в локальных  
экстремумах, вводится процесс испаре-

ния феромона на каждом из ребер  $G$  че-  
рез коэффициент  $\gamma$ .

$$\tau_{ij} = \begin{cases} \gamma * \tau_{ij} + \frac{Q}{L}, & \text{если ребро } ij \text{ содержится} \\ \gamma * \tau_{ij}, & \text{иначе} \end{cases} \text{ где}$$

$\gamma$  — коэффициент испарения феромона,  
 $\in [0, 1]$ ;

$Q$  — параметр одного порядка с длиной  
пути  $L$  (он же значение целевой функ-  
ции).

Таким образом, после прохождения пер-  
вой колонии обновляем феромоны на  
ребрах, пометая их в соответствии  
с пройденным путем. При этом для уско-  
рения сходимости метода можно доба-  
вить "элитных" муравьев, которые поме-  
чают феромоном лучший на данный мо-  
мент путь, увеличивая вес его ребер.

После отработки первой колонии про-  
гоняем вторую и так далее, пока не удо-  
летворим заданному условию сходимос-  
ти, например, малому изменению целе-  
вой функции.

Результатом алгоритма являются полу-  
ченные даты запуска и выпуска, кален-  
дари станков и рабочих. Потребности  
в материалах или инструментах присое-  
диняются проекцией на результирую-

щий расчетный производственный ка-  
лендарь, ориентируясь на даты произ-  
водственных операций (рис. 3).

В завершение стоит отметить, что дан-  
ный математический аппарат уже был  
успешно апробирован нами в 2018 году  
на предприятии "Тулаточмаш" (в произ-  
водстве МП-5). При этом мы проводили  
сравнение планов, рассчитанных стан-  
дартным способом и с применением ал-  
горитма муравьиных колоний. План, по-  
считанный с применением муравьиного  
алгоритма, предусматривал (за счет оп-  
тимизации производственных потоков,  
снижения числа переналадок, анализа  
свободных мощностей) снижение срока  
выпуска заказов в среднем на 12% при  
росте ООЕ до 85%, что является весьма  
неплохими показателями. Последующая  
практика показала достоверность этих  
расчетов, и, начиная с 2019 года, "Тула-  
точмаш" полностью перешел на произ-  
водственное планирование с примене-  
нием новых алгоритмов.

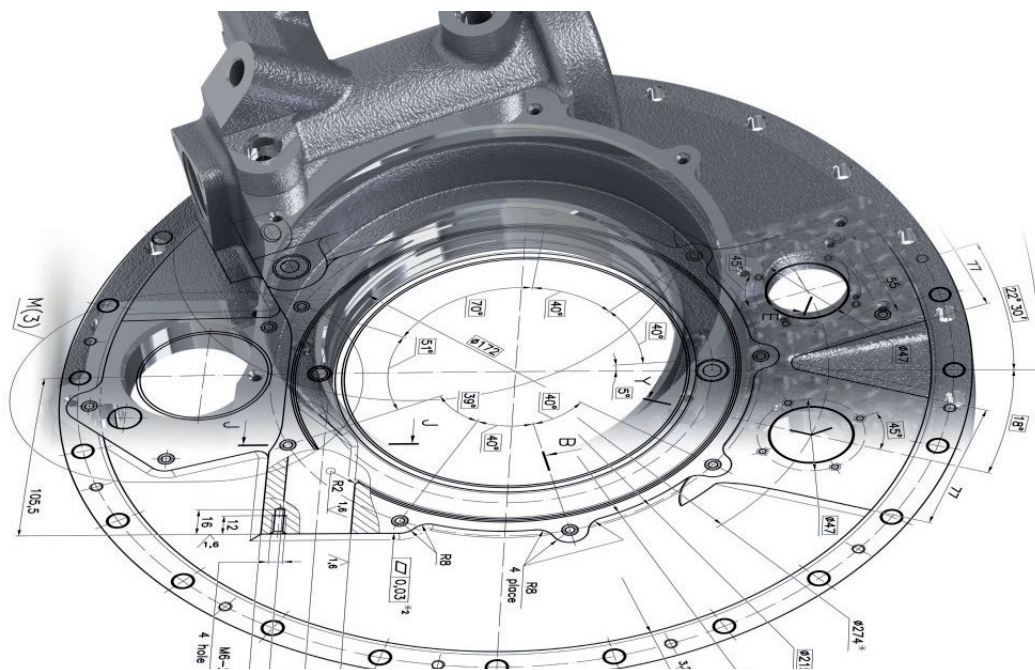
*Евгений Иванов,  
аналитик отдела  
инженерного консалтинга АО "СиСофт"*

*Борис Бабушкин,  
директор отдела  
инженерного консалтинга АО "СиСофт"*

# TechnologiCS

TechnologiCS – единая система для автоматизации технической подготовки, планирования и управления производством.





## ИНСТРУМЕНТЫ РАЗРАБОТКИ И ОФОРМЛЕНИЯ СПЕЦИФИКАЦИЙ ПРОГРАММЫ nanoCAD Механика

Основным конструкторским документом в соответствии с ГОСТ 2.102-2013 для сборочных единиц, комплексов и комплектов является спецификация. На сборочном чертеже многие элементы конструкции могут быть показаны упрощенно и даже условно, но при этом спецификация такого чертежа должна однозначно определять структуру изделия и его состав.

nanocAD Механика представляет собой вертикальное приложение для машиностроительных предприятий, которое базируется на платформе nanocAD Plus. В программе уделено особое внимание инструментам создания спецификаций для данной отрасли.

На форуме "Нанософт" вопросы, касающиеся разработки и оформления спецификаций в nanocAD Механика, — одни из наиболее частых. Задача этой статьи — помочь пользователям разобраться в этой теме. Мы расскажем об инструментах создания спецификаций и на примерах продемонстрируем, как ими пользоваться.

Среди функциональных панелей программы nanocAD Механика есть панель *Менеджер проекта*, в которой формиру-

ется дерево спецификаций файла (рис. 1).

В одном файле \*.dwg может быть несколько сборочных единиц с несколькими

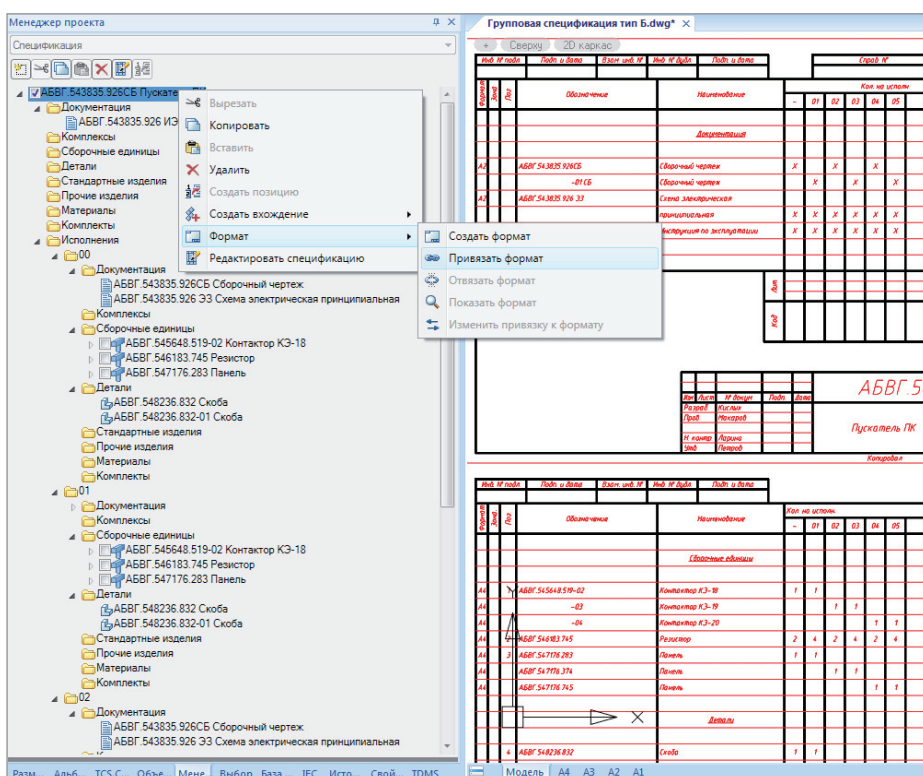


Рис. 1. Функциональная панель *Менеджер проекта*



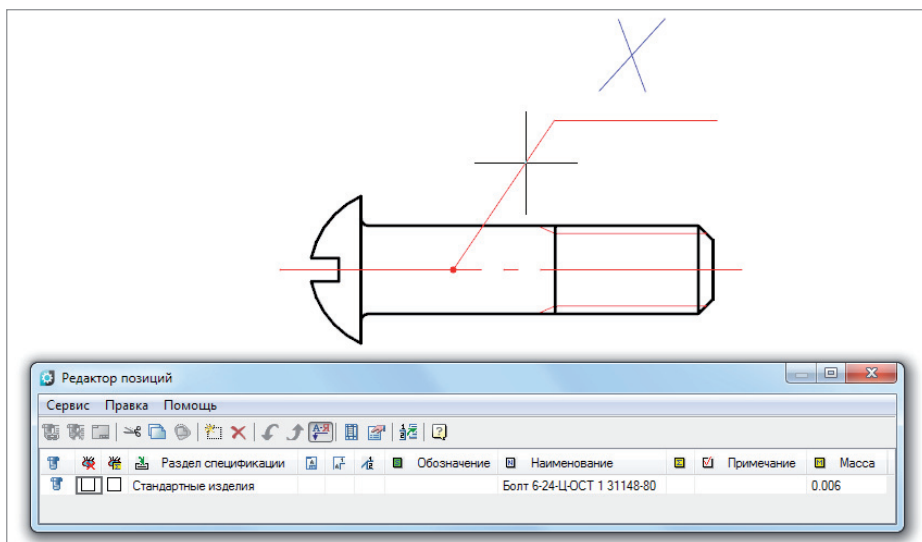


Рис. 2. Выноска позиции спецификации элемента базы

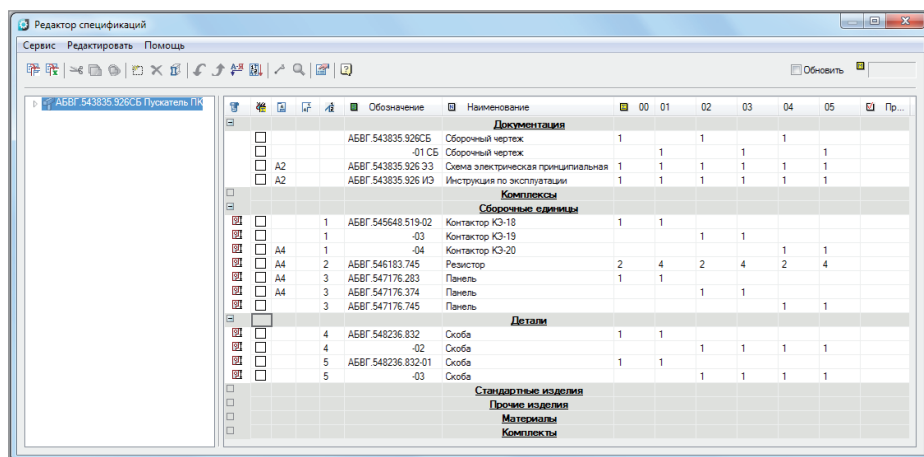


Рис. 3. Редактор спецификаций

ми спецификациями. Перед созданием выноски позиции в *Менеджере проекта* отметьте флажком "Включено" сборочную единицу, в которую должна попасть создаваемая позиция.

Привязать спецификацию к чертежу также можно через панель *Менеджер проекта*. На любой сборочной единице вызовите правой кнопкой мыши выпадающий список, выберите *Формат* → *Привязать формат* и укажите любой формат чертежа nаноCAD Механика. В результате такой привязки поля штампов чертежа можно переносить в соответствующие поля штампов спецификации. Поле *Обозначение* при этом переносится без кода "СБ", остальные — копируются.

В программе nаноCAD Механика для оформления сборочного чертежа и соответствующей ему спецификации используются два основных инструмента: *Редактор позиций* и *Редактор специфика-*

*ций*. Любые изменения данных в *Редакторе позиций* приводят к соответствующим изменениям в *Редакторе спецификаций*, и наоборот, то есть эти инструменты полностью синхронизированы между собой.

Если выноска позиции спецификации ставится на элемент базы nаноCAD Механика, то из этого элемента в выноску автоматически попадают раздел спецификации и наименование (рис. 2). Например, при установке выноски позиции на авиационный болт по ОСТ 1 31148-80 с резьбой М6 и длиной 24 мм, цинкованный, эта позиция автоматически попадает в раздел спецификации "Стандартные изделия", а в ее наименовании сформируется запись "Болт 6-24-Ц-ОСТ 1 31148-80" в соответствии с требованиями стандарта. При изменении параметров болта, например диаметра или длины, наименование в выноске позиции автоматически изменит-

ся. Поля данных позиции спецификации, которые не заполняются автоматически, можно заполнить вручную.

Выноски позиции спецификации можно поставить на чертеж без привязки к элементу базы nаноCAD Механика, а затем произвольным образом заполнить данные такой выноски.

Если выноска позиции расположена в пределах формата любого чертежа, на котором проставлены зоны, то в выноску позиции спецификации автоматически попадает зона расположения номера позиции. Перемещение выноски позиции, при котором ее номер перемещается из одной зоны чертежа в другую, учитывается автоматически.

При простановке выноски на болтовое соединение все детали крепежа попадают в эту выноску и получается выноска "этажеркой". Любую другую выноску также можно сделать "этажеркой" — для этого достаточно добавить в *Редакторе позиций* еще одну запись.

Для создания сложных выносок спецификации можно использовать номера позиций в универсальных выносках nаноCAD Механика. Так формируются выноски позиций спецификации с несколькими линиями-выносками, спецификации с заменой и с дополнительным текстом, появляется возможность использовать команду *Перезаписать линию-выноску* и т.д.

Инструмент *Редактор спецификаций* (рис. 3) автоматически собирает информацию со всех выносок позиций спецификации файла. При помощи этого инструмента можно настраивать спецификацию, автоматически или вручную сортировать записи, расставлять номера позиций, в том числе с резервированием номеров позиций, а также выводить итоговую спецификацию на чертеж или в файл табличного редактора Microsoft Excel.

В актуальной на сегодня версии nаноCAD Механика 9.0 доступны шесть шаблонов:

- встраиваемая в чертеж спецификация;
- простая спецификация;
- плазовая спецификация;
- спецификация групповая тип А;
- спецификация групповая тип Б;
- электромонтажная спецификация.

Форму и порядок заполнения спецификаций изделий всех отраслей промышленности определяет ГОСТ 2.108-68. Согласно п. 20 этого стандарта допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом. Если такое совмещение

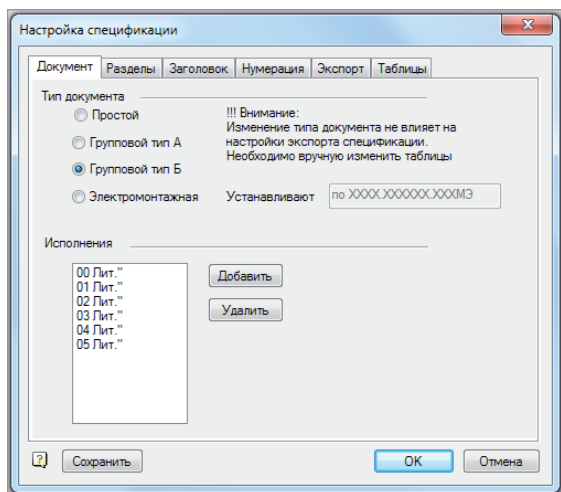


Рис. 4. Настройка спецификации

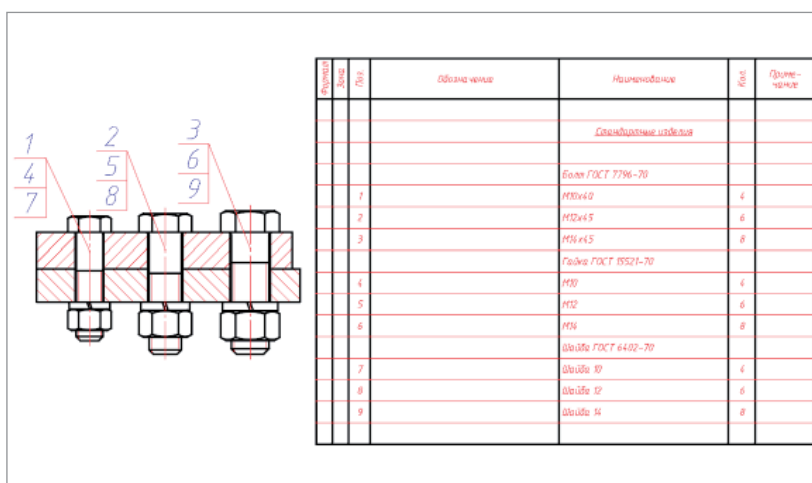


Рис. 5. Результат группировки в спецификации

необходимо, следует использовать шаблон спецификации "Встраиваемая в чертёж".

Оформление простой спецификации отличается только тем, что у нее, в отличие от встраиваемой в чертёж, есть штампы надписей и может быть несколько листов. В программе папоCAD Механика листы спецификации нумеруются автоматически.

Плазовые спецификации оформляются на формах 2 и 2а ГОСТ 2.106-96. Если у детали или стандартного изделия из базы есть свойства "Масса" и "Материал", то эти свойства автоматически попадут в соответствующие столбцы спецификации.

Групповые спецификации типа А и Б оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.113-75. Для управления исполнениями в выносках позиций спецификации есть дополнительный столбец. Чтобы создать дополнительное исполнение уже существующего элемента спецификации с выносной позицией, создайте новую выноску позиции. После этого в Редакторе позиций нажмите кнопку *Добавить позицию/исполнение* и из предложенного списка выберите существующий элемент спецификации. Если групповая спецификация типа Б содержит более десяти исполнений, то на первом ее листе автоматически сформируется надпись вида:

"Исполнения 10...19 — см. листы 4, 5, 20...29 — см. листы 6...8".

Электромонтажные спецификации оформляются в соответствии с ГОСТ 2.413-72. У таких спецификаций после всех разделов спецификации на новом листе формируется заголовок "Устанав-

ливают по XXXX.XXXXXX.XXXMЭ", "Устанавливают по XXXX.XXXXXX.XXXТБ" или "Устанавливают при электромонтаже". После заголовка опять могут идти разделы "Сборочные единицы", "Детали", "Стандартные изделия" и т.д. Нумерация позиций при этом сквозная. Существующие шаблоны спецификации можно менять, а также создавать на их основе пользовательские шаблоны. Для этого используйте кнопку *Настройка спецификации* в Редакторе спецификаций (рис. 4).

Вкладка настроек *Документ* задает способ вывода данных в таблицу спецификации. Таких способов на момент написания статьи — четыре. Для встраиваемой в чертёж, простой и плазовой спецификаций используется простой способ вывода данных в один блок разделов спецификации. Для групповых спецификаций типа А, содержащих более трех исполнений, данные выводятся последовательно: сначала — в основной блок разделов спецификации, затем — в блоки разделов следующих друг за другом исполнений. Групповой тип Б и групповой тип А, содержащие не более трех исполнений (Форма 5 ГОСТ 2.113-75), выводятся одним блоком разделов, но количество при этом попадает в разные столбцы. Для электромонтажной спецификации сначала выводятся данные основного блока разделов спецификации, затем — данные дополнительного.

Вкладка настроек *Разделы* позволяет редактировать перечень разделов спецификации и их порядок. Если у раздела нет выносок, что особенно актуально для документации групповых спецификаций типа Б, любое количество в спецификации можно менять на пользовательский символ (обычно это символ "X").

Вкладка настроек *Заголовок* определяет поля, которые в выносках позиций и в Редакторе спецификаций доступны для редактирования.

На вкладке настроек *Нумерация* выбирается цифра, с которой можно начать нумерацию в спецификации, и порядок нумерации внутри разделов. Здесь можно также резервировать строки и номера позиций для каждого из разделов спецификации.

Вкладка настроек *Экспорт* задает дополнительные параметры вывода спецификации в чертёж. Если данные элемента спецификации не помещаются в отведенную для них ячейку, то при включенном флажке *Переносить на следующую строку* эти данные разбиваются на несколько строк (иначе текст был бы сжат). Здесь же есть дополнительные настройки, с помощью которых можно автоматически создавать пустые строки и, таким образом, визуально разделять данные таблицы спецификации: *Пропустить строку после раздела*, *Пропустить первую и последнюю строку* (на каждом листе спецификации), *Пропустить при разрыве в нумерации*, *Пропустить строку после группы*. При включенной настройке *Группировать по ГОСТ* однотипные стандартные изделия в спецификации группируются согласно п. 3.17 ГОСТ 2.106-96, при этом под общим наименованием записываются только их параметры и размеры (рис. 5).

Вкладка настроек *Таблицы* задает связь шаблона спецификации с таблицами базы папоCAD Механика. Как первый, так и второй листы всех форм спецификаций находятся в базе элементов, в папке *Спецификации*. Эти таблицы можно изменять, создавая на основе существующих пользовательские спецификации.

Справочники																		Номенклатура																		Складской учет																		Производство																		Документооборот																		Другие ярлыки																		Окна																		Справка																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					

Рис. 6. Результат экспорта спецификации в TechnologiCS

Таким образом, можно, например, настраивать шрифты, убирать и добавлять поля в спецификации, в том числе создавать поля данных, которые синхронизируются с данными выносок позиций спецификации.

В стандартах далеко не всегда однозначно указывается, каким образом следует обозначать изделие в спецификации. Так, в ГОСТ 8509-86 приведен пример условного обозначения равнополочного уголка. При этом в аналогичном по назначению стандарте ГОСТ 8509-93 нет примера обозначения уголка. Иногда после обозначения уголка может понадобиться указать его длину и т.д. Для решения подобных задач в базе nanoCAD Механика данные, которые используются в спецификации элемента, можно редактировать. Правой кнопкой мыши на элементе базы вызовите выпадающий список, выберите *Открыть в Мастере объектов* → *Скрипт*.

В скрипте элемента базы nanoCAD Механика за попадание в нужный раздел спецификации отвечает запись вида:

*specPartition = "Детали"*

За формирование наименования для спецификации, в том числе с использованием различных параметров элемента, отвечает запись вида:

*strPartName = "Шкив зубчато-ременной передачи m = "+m+"; z = "+zsh"*

где *m* — модуль передачи;

*zsh* — число зубьев.

Выпадающий список табличного поля *Редактора спецификаций* позволяет добавлять любые записи в таблицу спецификации, автоматически начинать любой раздел спецификации с нового листа, перемещать записи спецификации.

Для расширения функциональности инструментов оформления спецификации используются различные теги. Тег *"#"* в наименовании стандартных изделий позволяет добавлять произвольные пользовательские данные. Для произвольной группировки наименований элементов спецификации используйте теги *"\$"* до и после уникальной части наименования. Для того чтобы сделать дробь в спецификации (например, когда нужно сформировать наименование профиля), используйте тег *"|"* — и для обозначения начала дроби, и для указания положения разделительной черты. Реализована интеграция спецификаций nanoCAD Механика с PLM-системой TechnologiCS. Как простая, так и групповая спецификация может быть экспортирована из nanoCAD Механика через формат файла DBF в TechnologiCS для дальнейшей организации производства разработанного изделия (рис. 6).

При передаче спецификации в номенклатуре TechnologiCS заполняются соответствующие справочники. Так, в справочник "Документация" попадают все документы из раздела спецификации "Документация", в справочник "Детали" — все детали и т.д. При этом отслеживается уникальность записей, чтобы одни и те же записи, применяемые в разных спецификациях, не дублировались. В справочник "Сборочные единицы" попадает как головная сборочная единица, так и все входящие, причем для головной сборочной единицы в программе TechnologiCS формируется соответствующая спецификация. В случае передачи групповой спецификации в справочнике "Сборочные единицы" будут сформированы как общая спецификация (со значком *"\**" перед обозна-

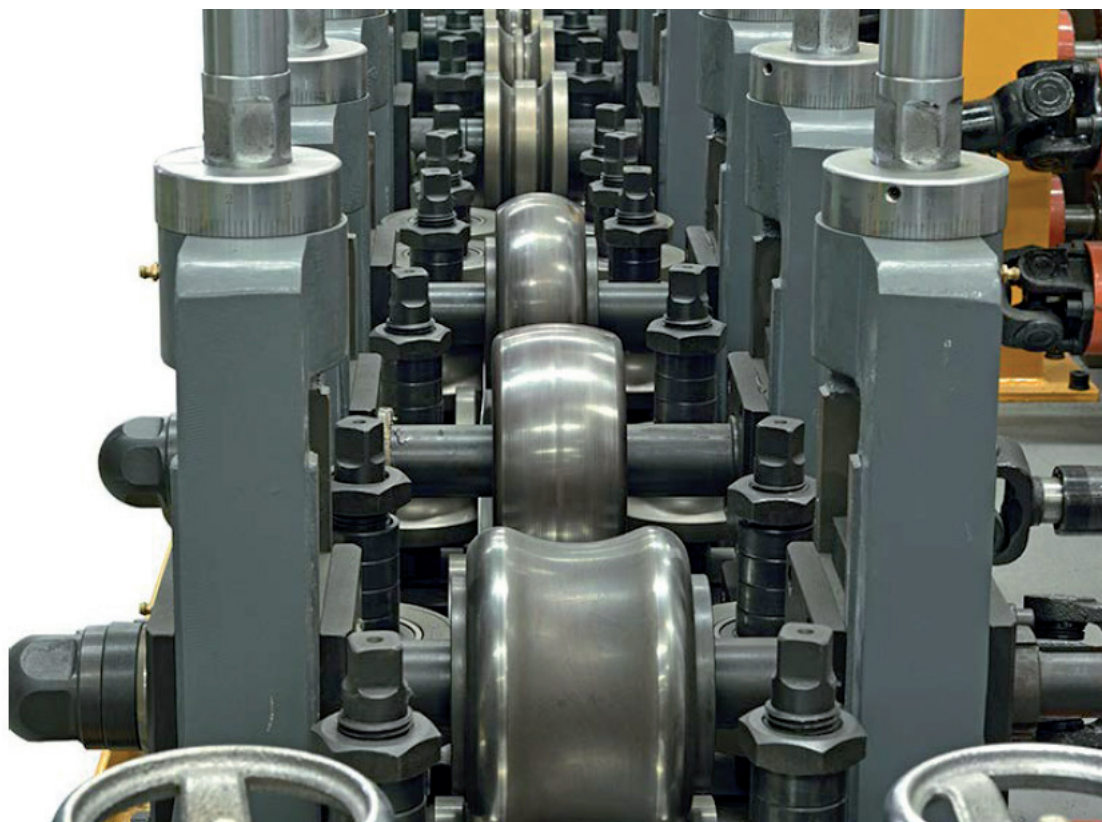
чением), так и отдельные спецификации всех исполнений. Данные о форматах, зонах, номерах позиций, количестве и примечаниях всех записей спецификации также будут перенесены в систему TechnologiCS. После импорта спецификации в TechnologiCS пользователи на основе такой спецификации могут уже в PLM-системе формировать задания для производства и отслеживать фактический ход работ.

Таким образом, в инструментах для разработки спецификаций программы nanoCAD Механика широко применяется автоматизация. Вместе с этим широкие возможности настройки позволяют создавать пользовательские спецификации, значительно отличающиеся от типовых. Сами эти инструменты просты в освоении и интуитивно понятны при использовании. Благодаря этому можно быстро и качественно разрабатывать и оформлять различные спецификации — от простейших, которые встраиваются в чертеж, до групповых спецификаций типа Б с несколькими десятками исполнений.



*Алексей Хромых,  
к.т.н.,  
руководитель проекта,  
ООО "Мазма-Компьютер"  
E-mail: a.khromykh@mcad.ru*





## ➤ COPRA RF 2019: ЛУЧШЕЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВАЛКОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Уже долгое время компания data M является лидером рынка программного обеспечения в области проектирования процессов валковой формовки. Высочайшая квалификация специалистов data M еще раз подтвердилась при подготовке новой версии основного продукта компании — программных комплексов **COPRA® 2019**. При этом в предложенном решении воплощены не только идеи разработчиков, но и пожелания специалистов в области профилегибки и валковой формовки прямошовных сварных труб.

### COPRA RF 2019

В новой версии программы **COPRA® RF**, которая является конструкторской платформой для разработки валковой оснастки, реализована функция *Конфигуратор осей* (*Axis Configurator*), позволяющая изменять собранные в таблице параметры агрегата в отдельном окне и в ре-

альном времени: все изменения отображаются мгновенно, без закрытия таблицы (рис. 1).

При изменении положения осей происходит автоматическая коррекция диаметров валков, что позволяет более эф-

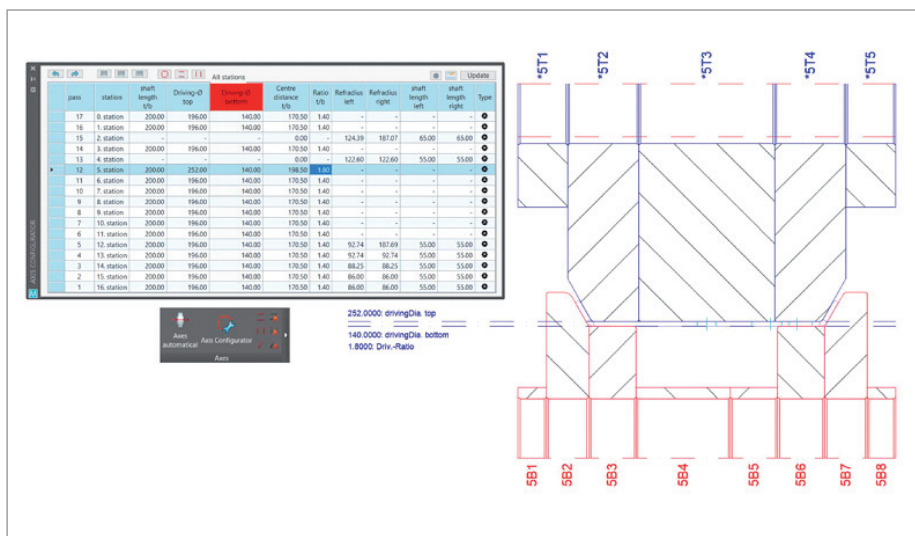


Рис. 1. Конфигуратор осей

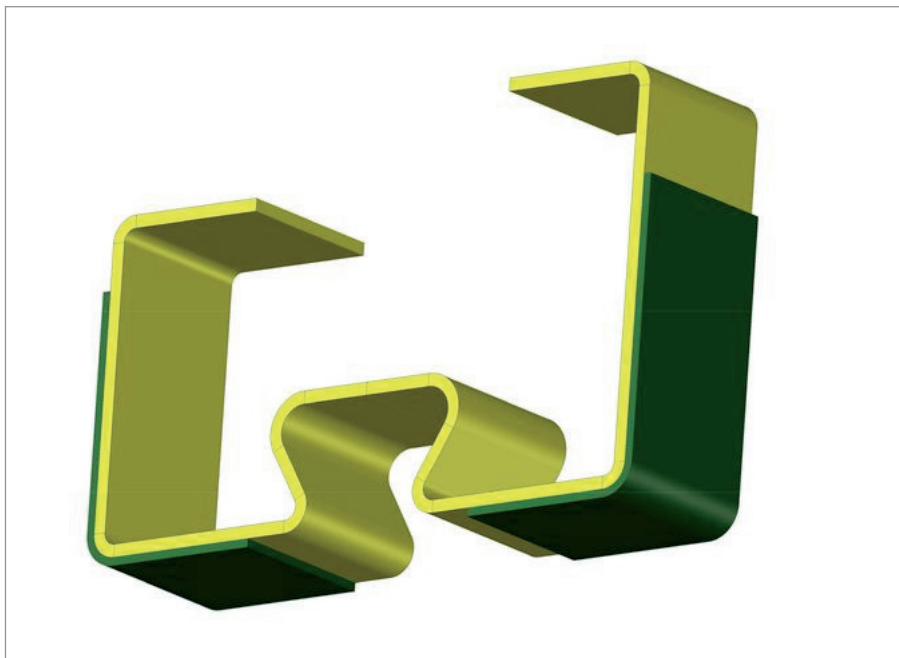


Рис. 2. Пример отображения покрытия на профиле

эффективно проектировать оснастку для стана. К тому же благодаря этой опции пользователь может с легкостью скорректировать инструмент для производства определенного профиля на другом агрегате, что сокращает время проектирования.

Добавлена функция *Визуализация покрытия материала (Visualization of Coated Areas in the Profile)*. Покрытие отображается на профиле и "цветке" формовки, может учитываться при проектировании валкового инструмента — это существенно снижает риск его повреждения (рис. 2).

Следующая новинка адресована калибровщикам трубоформовочных станов. В специализированном модуле COPRA RF Tube, предназначенном для проектирования валков формовочного стана трубоэлектросварочного агрегата, добавлен шаблон создания четырехвалковой сварочной клетки *Four-Roll Welding Pass* (рис. 3).

Чтобы упростить создание управляющих программ ЧПУ при работе в среде COPRA RF, добавлен инструмент *Таблица координат ЧПУ (CNC Table Dimensioning)*. Он позволяет автоматически расставить координаты точек конту-

ра валка для последующей генерации файла обработки на станке и вытачивания инструмента.

### COPRA Ecosystem

В течение нескольких лет data M выпускала *COPRA® Product Family*, включавшую различные программные продукты (COPRA RF, COPRA FEA RF, COPRA WireRolling) и оборудование (COPRA RollScanner, COPRA ProfileScanner). Теперь же продукция компании объединена в *COPRA® Ecosystem* и связана в единую производственную цепь, что позволяет контролировать весь производственный процесс практически с одного компьютера (рис. 4).

Например, в COPRA RF 2019 интегрированы программные комплексы управления сканером контура профиля (COPRA® Profile Scan Desktop) и сканером контура валкового инструмента (COPRA® RollScanner), что позволит оценивать качество получаемой продукции непосредственно в интерфейсе COPRA RF 2019, а также учитывать изменение контура валкового инструмента с течением времени и после переточки.

При подготовке новой версии оптимизирована популярнейшая функция *SmartRolls*, которая обеспечивает возможность очень быстро и эффективно построить валковый инструмент. Теперь *SmartRolls* может использоваться при построении валкового инструмента с любым типом осей, в том числе наклонных. Пользователю предоставлена возможность копировать этот вид валков.

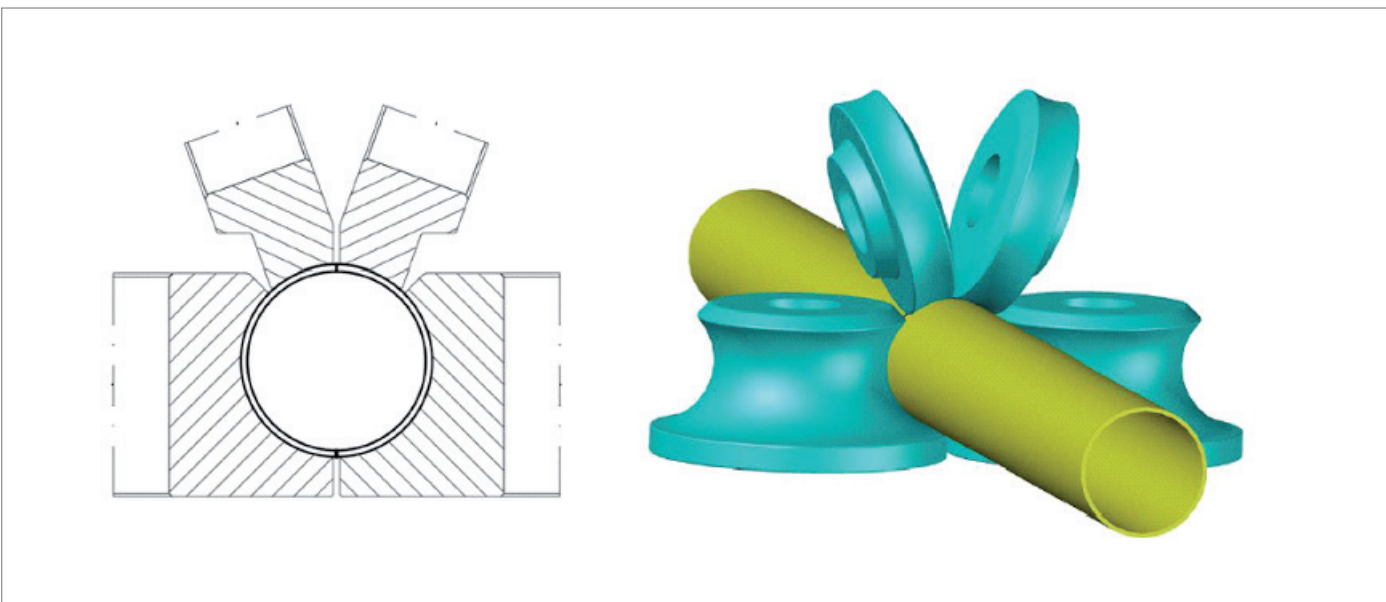


Рис. 3. Четырехвалковая сварочная клеть



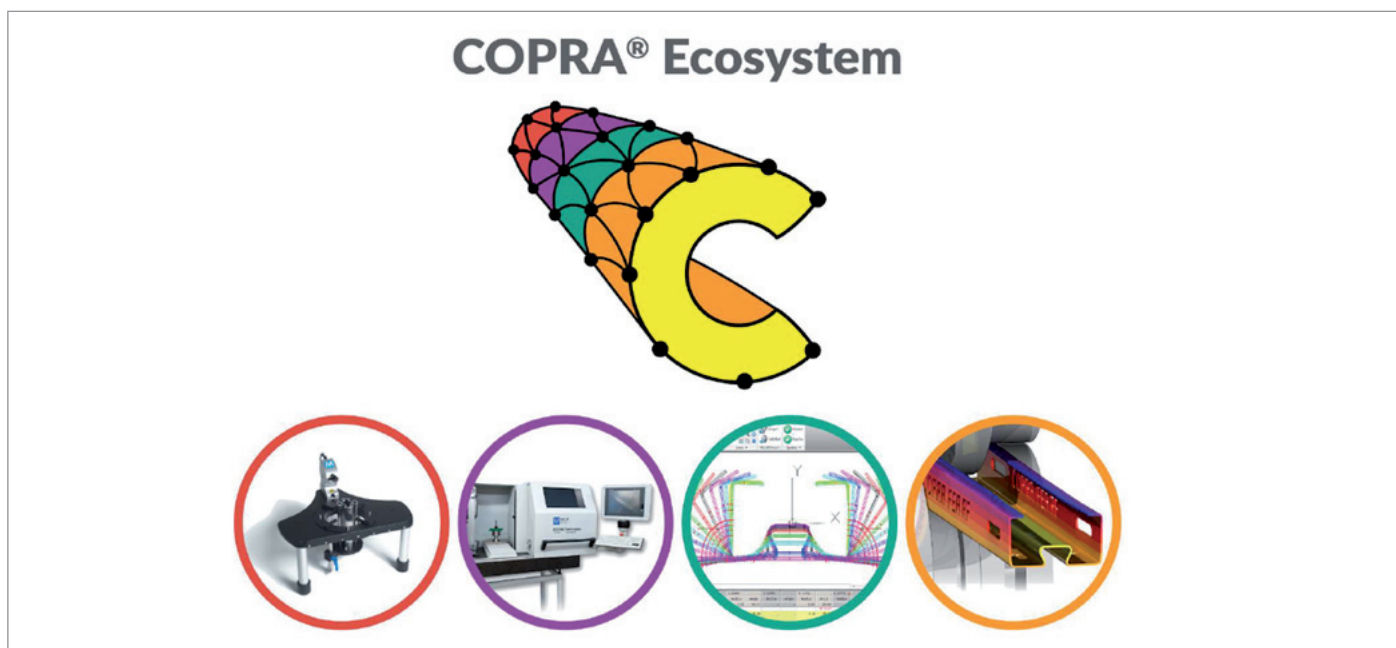


Рис. 4. COPRA Ecosystem



Рис. 5. Выставка "Металлообработка-2019".

Слева направо: директор компании data M Альберт Седлмайер, технический специалист компании CSoft Андрей Моисеев, руководитель проектов компании CSoft Антон Лепестов

Другие усовершенствования:

- для всех команд добавлена команда *Отмена* (COPRA WireRolling 2019);
- оптимизирована конвертация сплайнов в полилинии (COPRA WireRolling 2019);
- улучшена работа с 3D-моделью (COPRA WireRolling 2019);
- реализована поддержка AutoCAD 2019, Inventor 2019, SOLIDWORKS 2019;
- оптимизирована общая работа программы.

Компания CSoft является официальным представителем data M и центром компетенции в России и странах СНГ (рис. 5). На протяжении многих лет специалисты компании работают в области проектирования и моделирования процесса валковой формовки профилей и труб, реализовав за это время десятки успешных проектов на заводах наших клиентов.

Компания сопровождает все этапы внедрения продуктов data M: передачу клиенту, установку, настройку, обучение пользователей. В числе наших заказчиков Выксунский металлургический завод и компания GRANDLINE – благодаря COPRA RF эти предприятия смогли решить ряд сложных технологических задач, поднять производство на новый уровень, повысить качество и производительность.

*к.т.н. Антон Лепестов,  
Андрей Моисеев  
CSoft  
E-mail: lepestov@csoft.ru,  
moiseev.andrey@csoft.ru*



# РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЖИЗНИ



# PoligonSoft

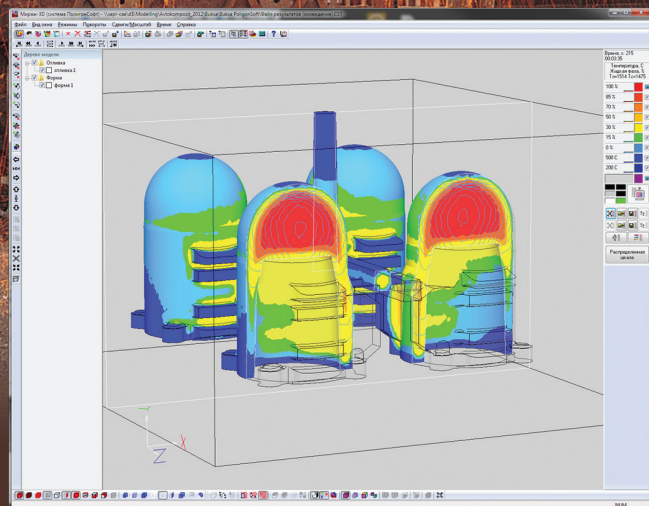
## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЛИТЕЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ В ПолигонСофт 16.5

**СКМ ЛП "ПолигонСофт" анализирует:**

- ▶ БОЛЬШИНСТВО ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
- ▶ ГЕОМЕТРИЮ ЛЮБОГО УРОВНЯ СЛОЖНОСТИ
- ▶ ПРОЛИВАЕМОСТЬ ФОРМЫ
- ▶ ЗАТВЕРДЕВАНИЕ
- ▶ РАКОВИНЫ И ПОРИСТОСТЬ
- ▶ ОСТАТОЧНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ
- ▶ КОРОБЛЕНИЕ И РАЗРУШЕНИЕ

**СКМ ЛП "ПолигонСофт" используется в:**

- ▶ АВИАЦИИ
- ▶ КОСМОСЕ
- ▶ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ
- ▶ ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
- ▶ НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
- ▶ АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ
- ▶ ВАГОНОСТРОЕНИИ



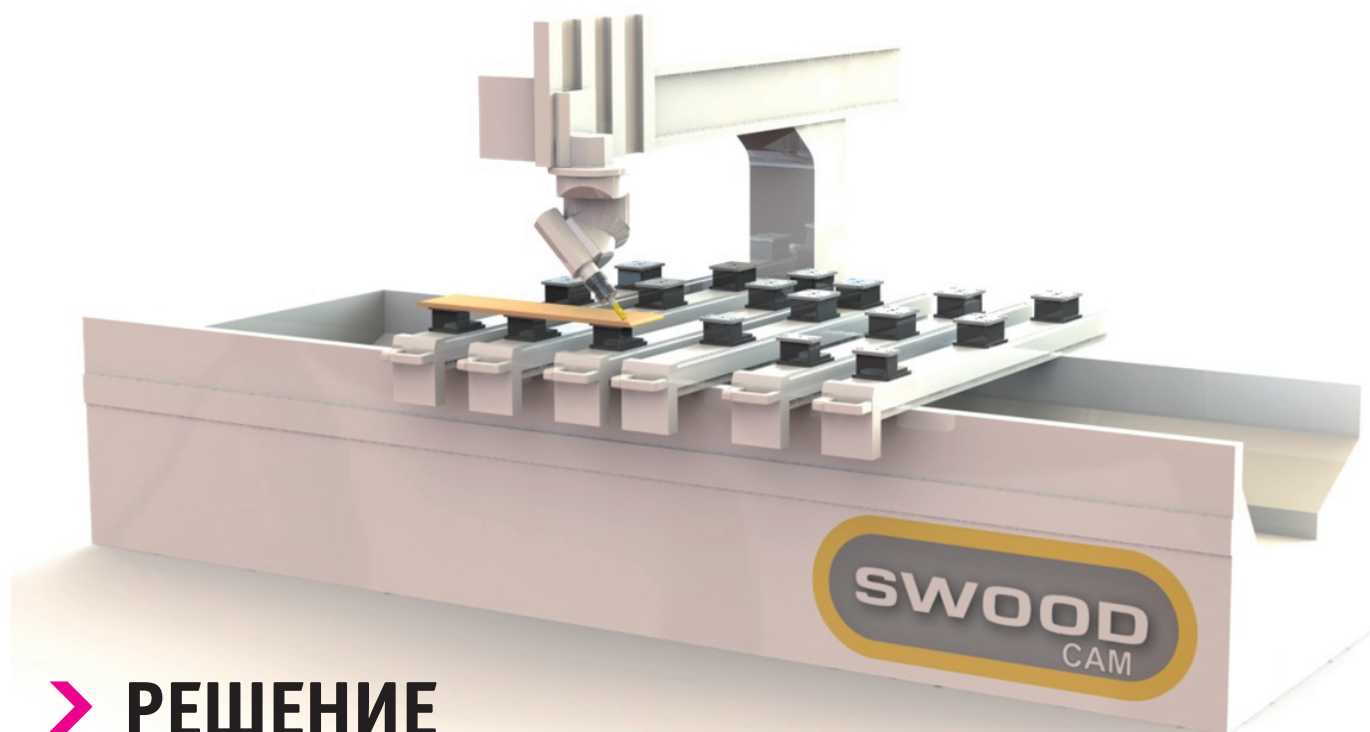
Визуализация технологического процесса  
в СКМ ЛП "ПолигонСофт"

Позвоните: +7 (495) 913-2222

Напишите: [sales@csoft.ru](mailto:sales@csoft.ru)

Посетите: [www.csoft.ru](http://www.csoft.ru)





## РЕШЕНИЕ ДЛЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА БАЗЕ SOLIDWORKS

На сегодняшний день пользователи SOLIDWORKS, работающие в деревообрабатывающей промышленности, не имеют интегрированного решения для моделирования мебели. Мало того что требуется учесть добавление кромки, ламинирование, так необходима еще и специализированная библиотека соединителей, инструменты для ЧПУ-обработки и т.д. Компания ITOOLS является официальным дистрибьютором SOLIDWORKS на территории России и собирает в свой портфель дополнительные специализированные решения, интегрированные в среду SOLIDWORKS. Совсем недавно наша компания открыла для российского рынка решение для моделирования мебели и подготовки управляющих программ для ее производства – SWOOD Design, SWOOD CAM и SWOOD Nesting. Эти модули разработала компания EFICAD, которая долгие годы является золотым партнером Dassault Systèmes SOLIDWORKS и имеет клиентов по всему миру (Германия, Франция, Новая Зе-

ландия, Италия и т.д.). Благодаря данному решению пользователям не требуется устанавливать стороннее ПО, поскольку всё работает в единой интегрированной

среде, как и другие модули SOLIDWORKS (рис. 1).

Основная особенность работы со SWOOD Design заключается в том, что

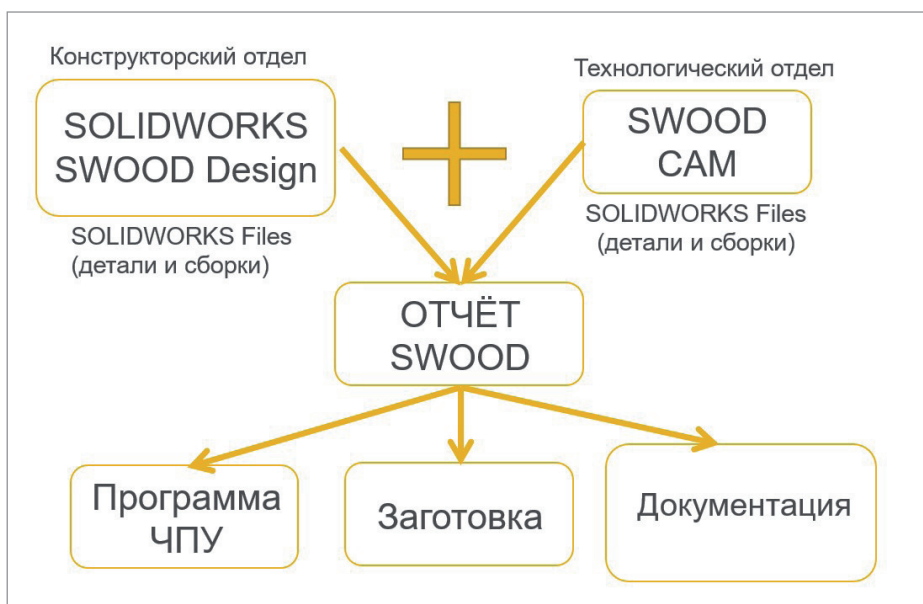


Рис. 1



Рис. 2

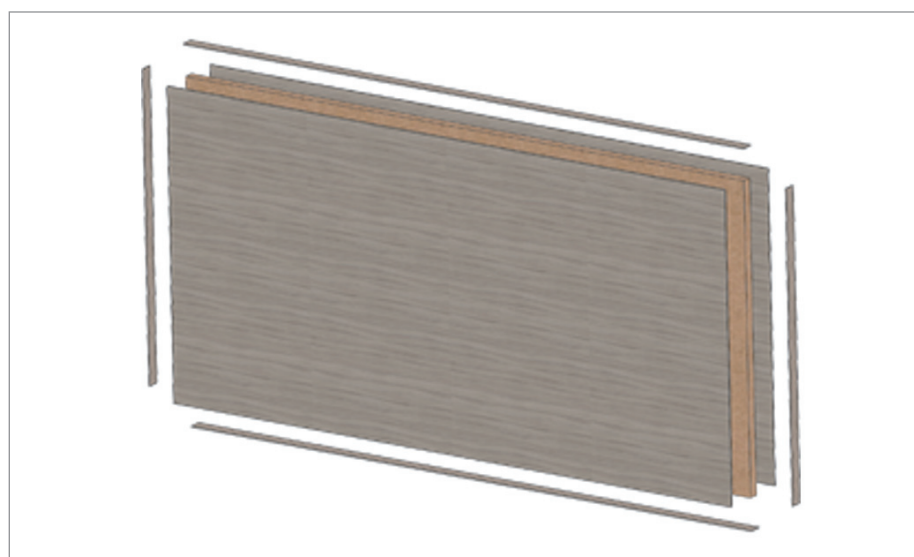


Рис. 3

в качестве материала здесь используются три компонента: основной — панель и вспомогательные — ламинат и мебельная кромка (рис. 2).

По умолчанию панель в SWOOD Design — это модель в виде прямоугольника (рис. 3), для которой можно регулировать толщину, длину, направление текстуры и т.д. При необходимости вы можете создать любую геометрическую форму.

После создания панели появляется возможность добавить ламинирование на любую из граней, воспользовавшись специальной библиотекой, в которой настраиваются свойства для каждого ламината. Аналогичная библиотека предусмотрена и для добавления мебельной кромки. Все размеры панели связаны со свойствами документа. Если требуется создать отверстия, геометрия которых будет перестраиваться при изменении панели, необходимо добавить в свойства файла новые переменные и связать их с нужной вам геометрией. Для панели, как и для детали, пользователь может создать собственный шаблон с заранее заполненными свойствами файла. Панель SWOOD в SOLIDWORKS — это деталь особого типа с возможностью учета кромки, направления текстуры, ламината. Данными свойствами можно управлять на уровне библиотек, что позволяет экономить огромное количество времени.

Отдельно следует упомянуть библиотеку соединителей (рис. 4), которая отличается от библиотеки, представленных выше. Свойства крепежа тесно связаны со свойствами панели: при изменении панели автоматически откорректируются количество соединителей и расстояние между компонентами, а модель перестроится.

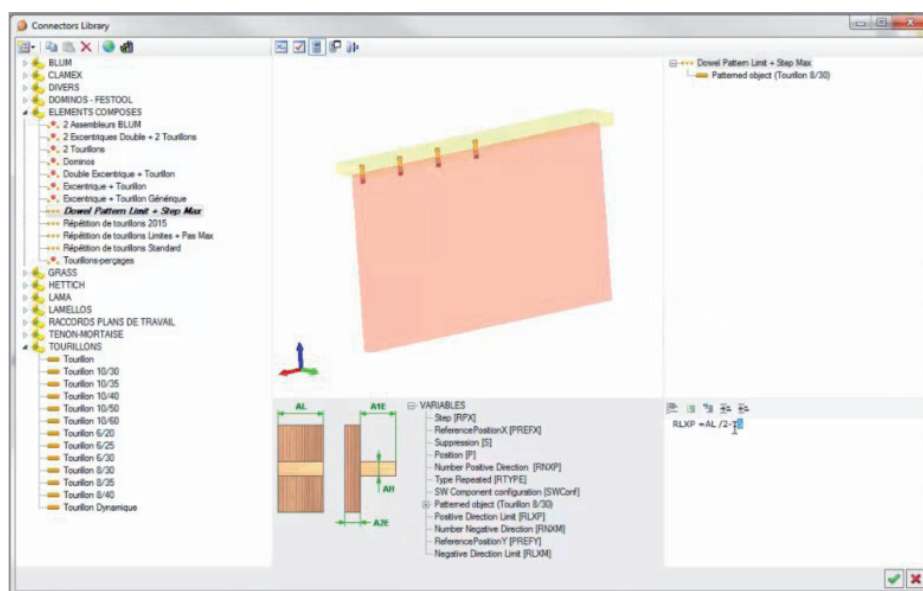


Рис. 4



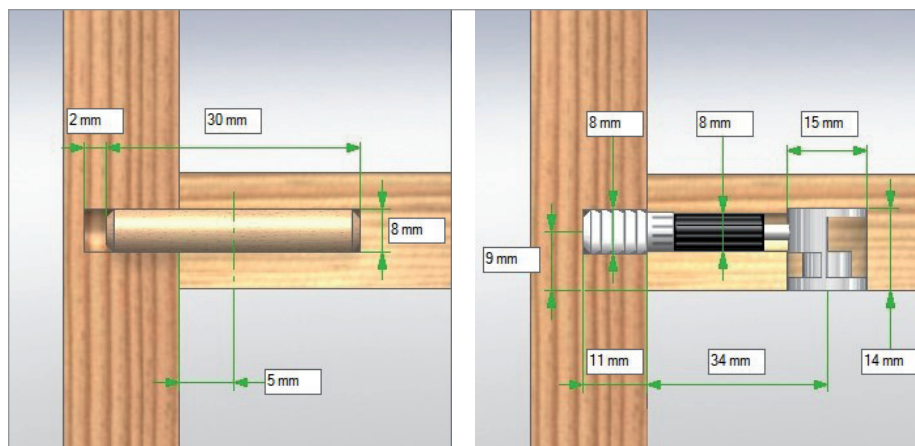


Рис. 5

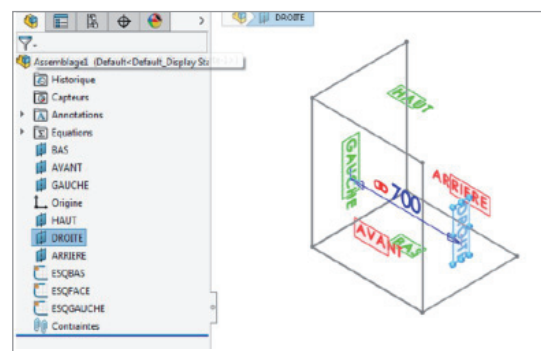


Рис. 6

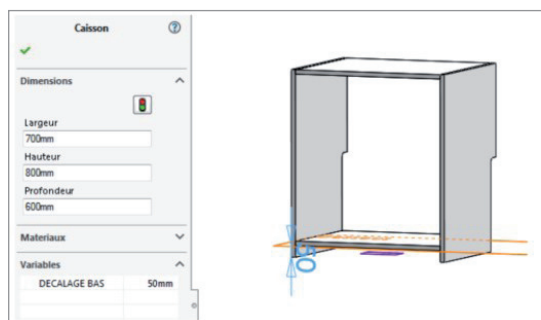


Рис. 7

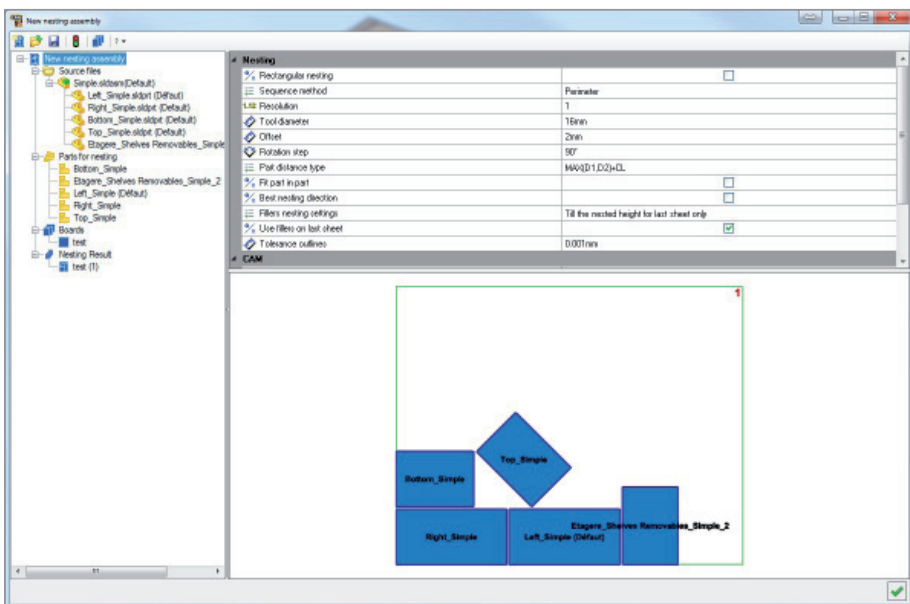


Рис. 8

Вы можете добавить как простой соединитель-шкант, так и составной — мебельный эксцентрик в комбинации со шкантом (рис. 5).

Теперь рассмотрим функционал инструментов SWOOD Frame и SWOOD Box.

SWOOD Frame — это специфичный вид сборки в SOLIDWORKS. Граничные условия здесь задаются в виде куба: длина, ширина, высота (рис. 6).

Затем SWOOD Frame пополняется компонентами из библиотек, описанных выше (панелями, соединителями и т.д.). Кроме того, для SWOOD Frame предусмотрена и отдельная библиотека. Это позволяет единожды созданную сборку использовать в новых проектах, просто перетаскивая ее из библиотеки (рис. 7).

Если проводить аналогию, то SWOOD Frame — главная сборка, а SWOOD Box — ее подсборка. Вы задаете для SWOOD Box аналогичные условия, которые регулируются плоскостями и автоматически учитываются в свойствах файла. Панель, добавляемая в SWOOD Box, автоматически перестраивается под его размеры — или же задаются собственные сопряжения, которые также учитываются в свойствах панели. При добавлении SWOOD Box в SWOOD Frame указывается его расположение, после чего автоматически создается геометрия для соединения с другими компонентами. При использовании SWOOD Design вы можете просто изменить габариты своего SWOOD Frame, после чего SWOOD Box перестроится с сохранением заданной ранее логики.

Проиллюстрируем функционал решения на примере создания модели шкафа. При работе со SWOOD Design прежде всего нужно определиться с панелями, которые будут использоваться в сборке. Затем при необходимости следует добавить мебельную кромку и ламинат; выбрать тип соединителей и прописать их логику; задать габариты шкафа, используя SWOOD Frame, и, наконец, собрать сборку. Всё, проект готов, можем приступить к производству.

SWOOD Nesting позволяет технологу оптимально разместить детали на листовой заготовке (рис. 8). Программа автоматически расположит детали с указанным припуском. Кроме того, припуск и расположение для выбранных деталей пользователь может настроить вручную. Когда модель сформирована, необходимо сгенерировать управляющую программу для станка с ЧПУ, в чем нам поможет еще один полностью интегрированный в SOLIDWORKS производствен-

ный модуль компании EFICAD — SWOODCAM. Этот модуль включает в себя привычные инструменты CNC-решений, но ориентированные на деревообработку (рис. 9), позволяя использовать пилу, сверлильные блоки и др.

Правильное расположение заготовки на рабочем столе — одна из основ организации технологического процесса в деревообработке. SWOOD CAM учитывает параметры оборудования, что позволяет свести к минимуму физическое участие персонала (рис. 10). Созданное позиционирование отражается в G-коде.

Модуль SWOOD Design позволяет значительно упростить процесс создания

сборки, а также избежать проблем при ее перестроении.

Перейдем к следующему пункту в решениях SWOOD — к созданию сопроводительной документации (рис. 11).

SWOOD Design и SWOOD CAM могут работать отдельно, и в каждом из этих модулей имеется генератор отчетов. В SWOOD CAM отчет представлен в виде производственной этикетки, содержащей в себе все технические параметры и штрих-код для производственного учета и управления производством, тогда как SWOOD Design содержит спецификацию на все панели, их размеры, направление текстур, количество соеди-

нителей и их типы. Пользователь может настроить собственный шаблон отчета, который генерируется в форматах PDF, XML, HTML.

Экономия времени и минимизация брака — вот те преимущества, которые предоставляют модули SWOOD. Приведем пример.

Перед нами стоит задача смоделировать кухню. Дизайнер создает скетч, после чего мы либо изготовим каркас и в контексте сборки будем добавлять компоненты, либо начнем формировать нашу будущую кухню по каждой детали в отдельности (сверху вниз или снизу вверх). Кроме того, нам нужно расставить крепления, учесть мебельную кромку и ламинирование. Затем потребуется выполнить раскрой для дальнейшего производства, создать сопровождающую документацию. А что если нам понадобится изменить габариты сборки (и сохранить при этом логику построения)? А как при создании отчета учитывать свойства входящих деталей на уровне свойств сборки?

SWOOD Design позволит вам создать собственную библиотеку материалов, соединителей и панелей, которую вы сможете повторно использовать в своих проектах с учетом логики работы каждого элемента. Создав отчет, в котором будут учтены перестроения и свойства всех составных частей проекта, SWOOD CAM и SWOOD Nesting оптимально расположат детали на заготовке, создадут производственную документацию, сгенерируют ЧПУ-код.

Как уже сказано, SWOOD Design и SWOOD CAM могут работать и по отдельности, но для максимальной производительности лучше использовать эти модули совместно. SWOOD работает только на платформе SOLIDWORKS. Комбинируя возможности SOLIDWORKS и SWOOD, создавайте неповторимый дизайн мебели и без труда генерируйте отчетную документацию.

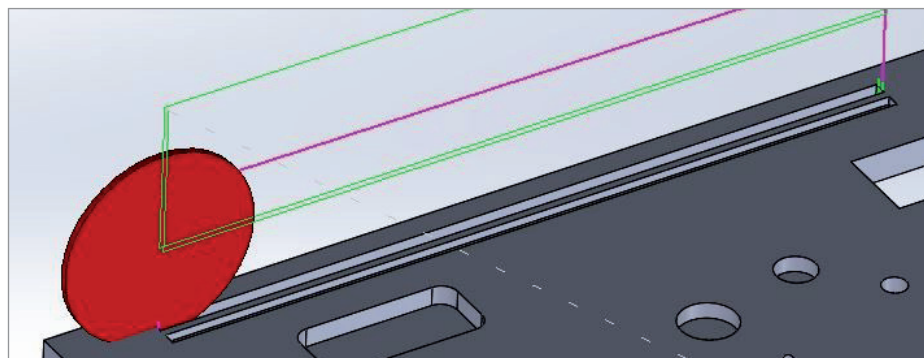


Рис. 9

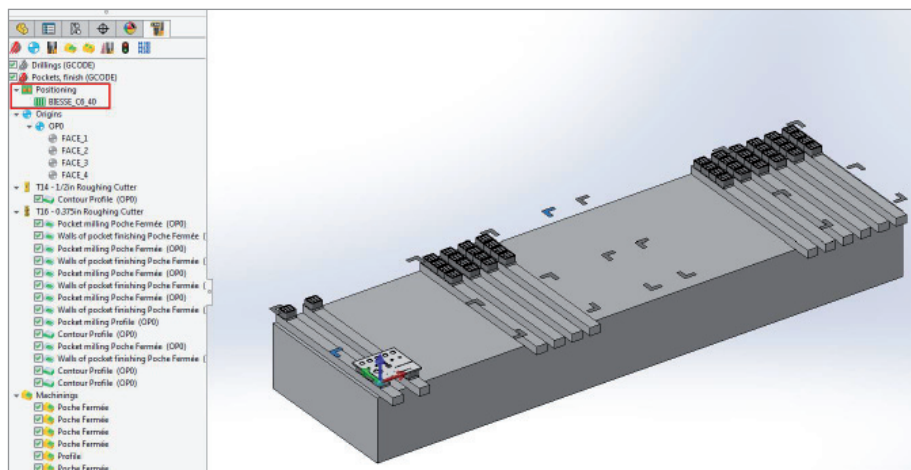


Рис. 10

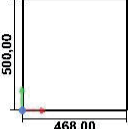
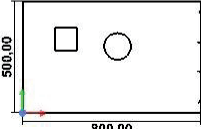
	<table><tr><td>Part</td><td>Bottom_Final test</td><td>Kind</td><td></td><td>Frame N°</td><td></td></tr><tr><td>Material</td><td>Oak 16</td><td>Quantity</td><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Length</td><td>468.00</td><td>Width</td><td>500.00</td><td>Thickness</td><td>16.00</td></tr><tr><td>Program</td><td colspan="5"></td></tr><tr><td colspan="6">Comments :</td></tr></table>	Part	Bottom_Final test	Kind		Frame N°		Material	Oak 16	Quantity	1			Length	468.00	Width	500.00	Thickness	16.00	Program						Comments :					
Part	Bottom_Final test	Kind		Frame N°																											
Material	Oak 16	Quantity	1																												
Length	468.00	Width	500.00	Thickness	16.00																										
Program																															
Comments :																															
	<table><tr><td>Part</td><td>right_Final test</td><td>Kind</td><td></td><td>Frame N°</td><td></td></tr><tr><td>Material</td><td>Oak 16</td><td>Quantity</td><td>1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Length</td><td>800.00</td><td>Width</td><td>500.00</td><td>Thickness</td><td>16.00</td></tr><tr><td>Program</td><td colspan="5"></td></tr><tr><td colspan="6">Comments :</td></tr></table>	Part	right_Final test	Kind		Frame N°		Material	Oak 16	Quantity	1			Length	800.00	Width	500.00	Thickness	16.00	Program						Comments :					
Part	right_Final test	Kind		Frame N°																											
Material	Oak 16	Quantity	1																												
Length	800.00	Width	500.00	Thickness	16.00																										
Program																															
Comments :																															

Рис. 11



**Егор Бачурин,**  
**ИТОOLS,**  
инженер CAD/PDM  
E-mail: [Bachurin.egor@i-tools.info](mailto:Bachurin.egor@i-tools.info)



## ➤ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВАРКИ ТРУБ ТОКАМИ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЛИНЕЙНОГО РЕШАТЕЛЯ MARC

### Введение

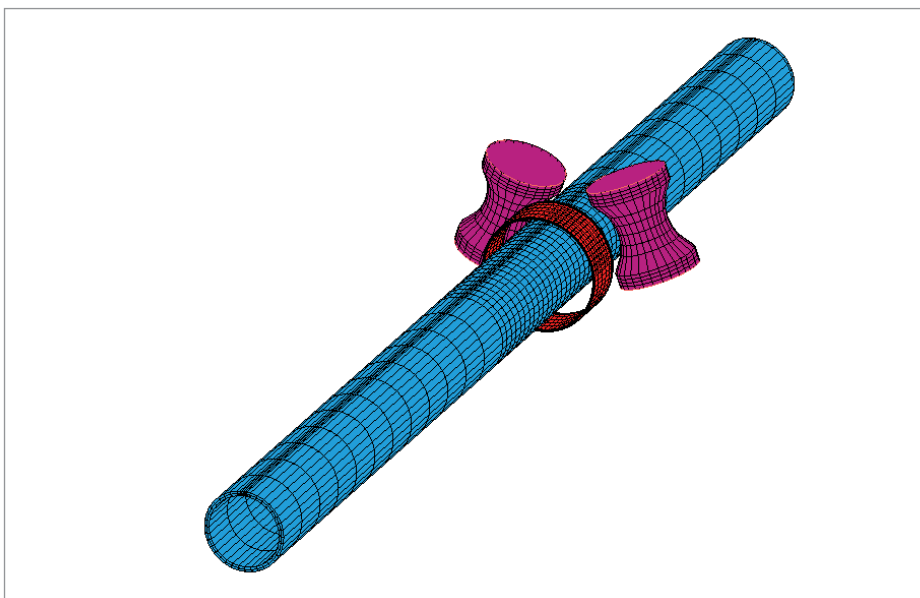
Отработка производственных процессов с целью повышения качества выпускаемых изделий и снижения их себестоимости является актуальной инженерной задачей. Одним из способов ее решения может быть численное моделирование для выбора параметров технологических процессов, которое позволяет свести к минимуму дорогостоящую отладку процессов на технологическом оборудовании.

Моделирование процессов сварки (электродуговой, лазерной, контактной, высокочастотной) связано с анализом нескольких одновременно происходящих физических явлений и является сложным видом инженерного анализа. Моделирование же высокочастотной сварки труб с индукционным нагревом заготовки представляет дополнительную сложность, поскольку требует проведения расчета электромагнитного поля вокруг заготовки с учетом его влияния на процесс нагрева. Это позволяет установить взаимосвязь между параметрами подаваемого тока, конфигурацией заготовки и нагревом в зоне сварки и выработать рекомендации по повышению точности выпускаемых труб.

Для моделирования процесса высокочастотной сварки труб можно применять разрабатываемую корпорацией MSC Software передовую конечно-элементную систему Marc, которая позволяет производить расчеты технологических процессов электродуговой, лазерной, контактной, высокочастотной и иных

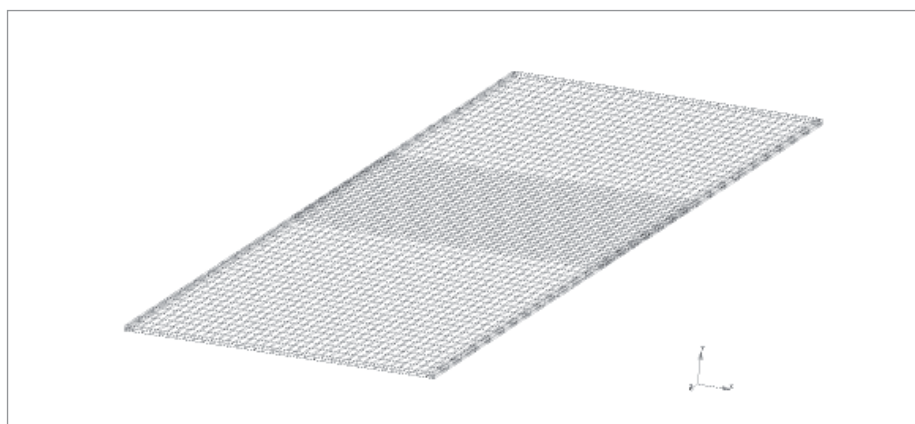
видов сварки. В этой статье мы рассмотрим такие аспекты методики моделирования технологического процесса, как:

- решение задачи механики твердого деформируемого тела (определение НДС);
- решение магнитодинамической задачи;



Общий вид расчетной модели





Расчетная модель заготовки в исходном состоянии

- решение тепловой задачи;
- комплексный подход к анализу процесса высокочастотной сварки.

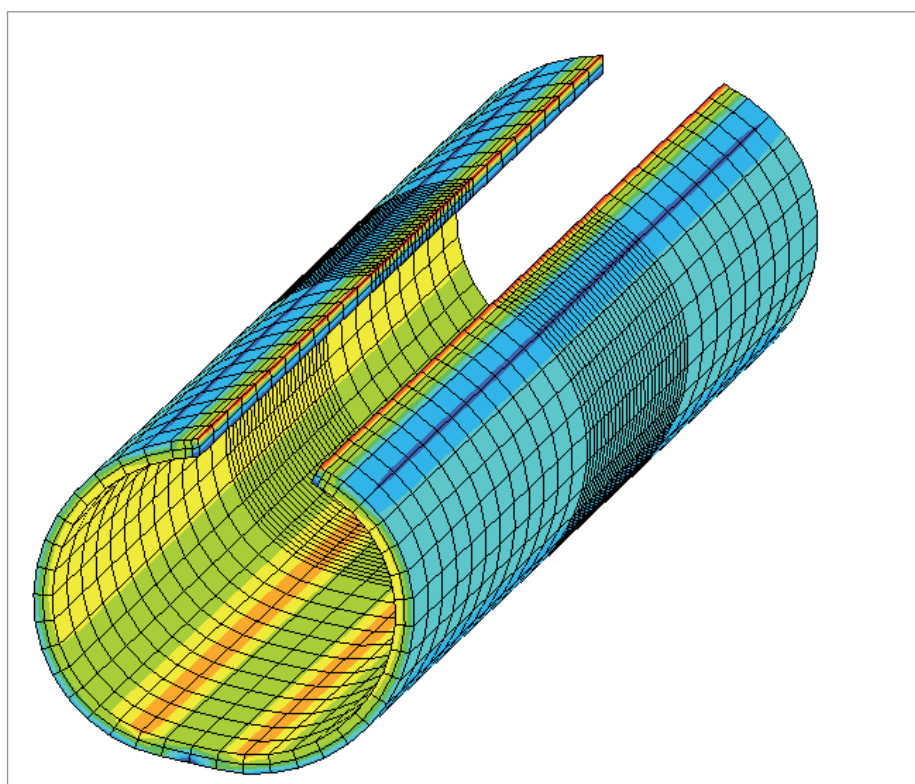
### Решение задачи механики твердого деформируемого тела

Решение задачи механики твердого деформируемого тела подразделяется на три этапа:

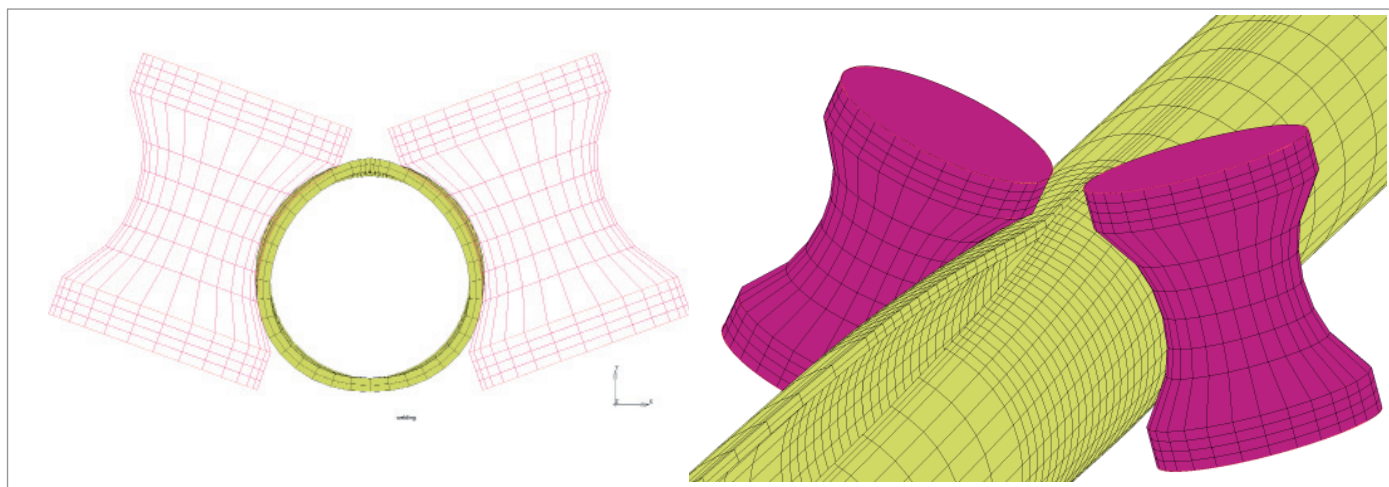
- гибка листа в трубную заготовку (моделируется упрощенно);
- догибка с помощью валков и сварка, разведение валков;
- определение НДС с учетом прошедшего нагрева-охлаждения и пружинения заготовки.

Моделирование процесса гибки листа в трубную заготовку не является целью данного расчета, поэтому на первом этапе принят упрощенный подход с приложением к краям заготовки перемещений, изменяющихся по величине и направлению и приводящих к формированию трубной заготовки цилиндрической формы. Система Магс позволяет моделировать реальный технологический процесс гибки листа с последующей передачей НДС в задачу сварки в качестве начальных условий.

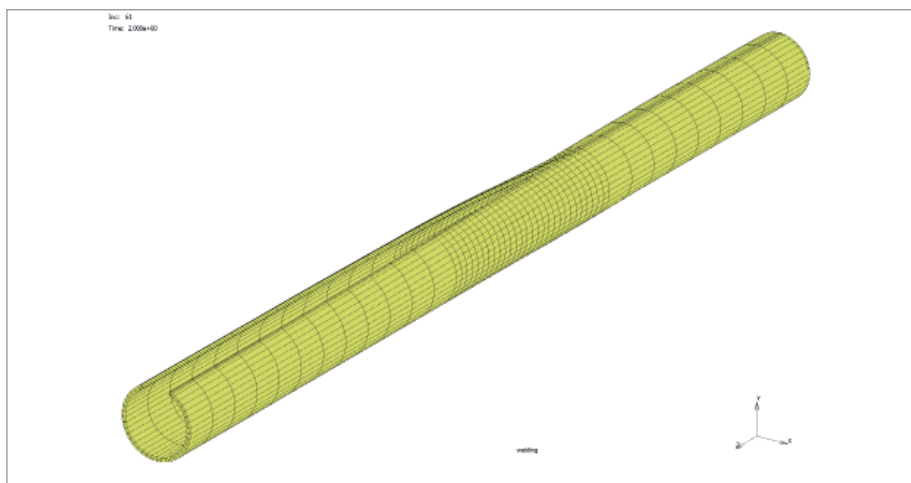
На втором этапе расчета производится догибка и сведение кромок заготовки с помощью валков. Валки представлены в расчетной модели твердыми контактными телами, в виде набора поверхностей. Трение между валками и трубной заготовкой не учитывается, валки не вращаются. Система Магс поддерживает решение задач с трением и вращением валков, однако эти эффекты, в силу малости их влияния, учтены не были. Также не были учтены динамические эффекты возникновения инерционных сил и диссипации энергии в процессе механических колебаний.



Расчетная модель заготовки в процессе гибки



Расчетная модель для анализа НДС при моделировании сварки



Расчетная модель заготовки перед началом моделирования сварки

В задаче принято, что часть трубы до валков уже соединена сварным швом, то есть рассматривается процесс сварки в средней части трубы. "Сваренная" часть трубы моделируется путем установления контактного взаимодействия между торцами заготовки на участке от валков до края трубы в одну сторону. Контактный алгоритм Marc предполагает абсолютно жесткую связь между торцами заготовки.

Торец трубы со стороны "сваренной" части закреплен к плоскому твердому контактному телу с помощью контактного алгоритма. В процессе сварки контактное тело движется и передает свое движение трубе. Такой способ задания движения удобен тем, что можно вывести интегральные характеристики внешнего воздействия, прикладываемого к трубе для ее перемещения.

Часть заготовки, "не сваренная" на данный момент, находится в свободном состоянии, торцы расходятся к краю модели. Перед началом моделирования свар-

ки валки подводятся к заготовке в направлениях, перпендикулярных оси трубы; в процессе сварки валки остаются неподвижными, движется заготовка. Под действием валков и движения заготовки ее торцы сходятся и при достижении температуры плавления (например, 800 градусов Цельсия) вступают в контактное взаимодействие.

В модели заданы температурозависимые механические свойства металла, что уточняет расчет в зоне высокого нагрева.

## Решение магнитодинамической задачи

Магнитодинамический анализ в терминологии системы Marc — это анализ электромагнитного поля путем решения уравнений Максвелла при допущении, что частота изменения магнитного поля относительно мала (как правило, не превышает 1 МГц), а длина электромагнитной волны сравнима или превышает размер расчетной модели Marc. В этом случае первые два уравнения Максвелла

частично связаны. В рассматриваемой методике принимается еще одно допущение о гармонически изменяющемся электромагнитном поле; это означает решение задачи в комплексных величинах: амплитуда-фаза или действительная-мнимая часть числа.

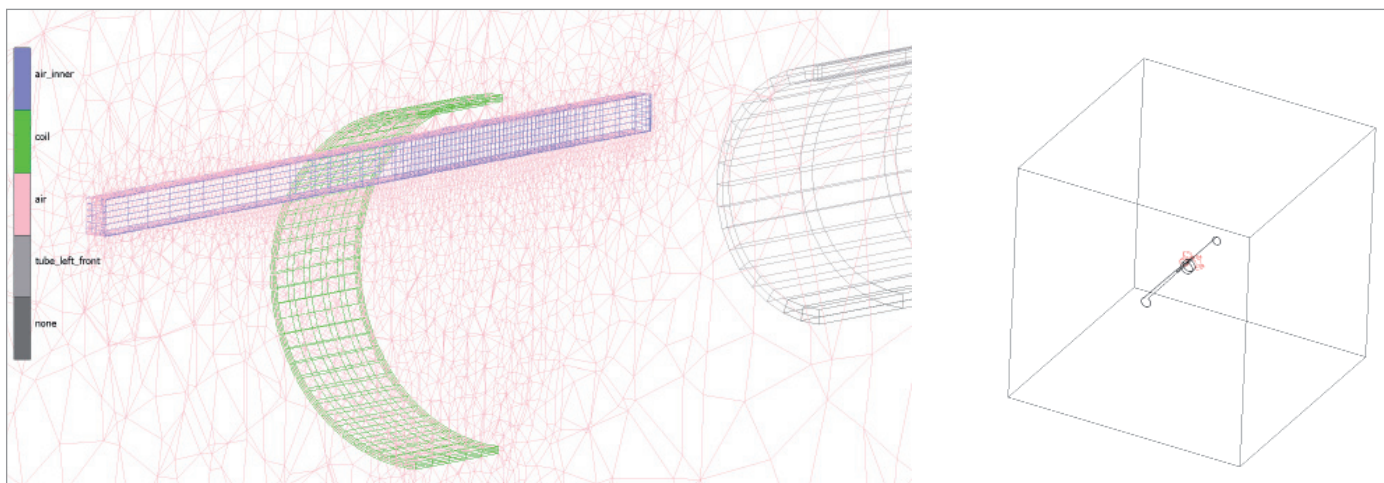
В рассматриваемой методике электромагнитное поле вычисляется в области пространства, охватывающей заготовку. В состав расчетной модели для решения магнитодинамической задачи входит область пространства для моделирования электромагнитного поля, разбитая на конечные элементы, трубная заготовка и катушка индуктивности (индуктор).

Область пространства для моделирования электромагнитного поля имеет форму куба с размерами, превышающими размер заготовки, и разбита на тетраэдральные конечные элементы Tet4 первого порядка с полным интегрированием, тип 230. На наружных гранях куба заданы граничные условия: скалярный электрический потенциал равен нулю и векторный потенциал электромагнитного поля равен нулю.

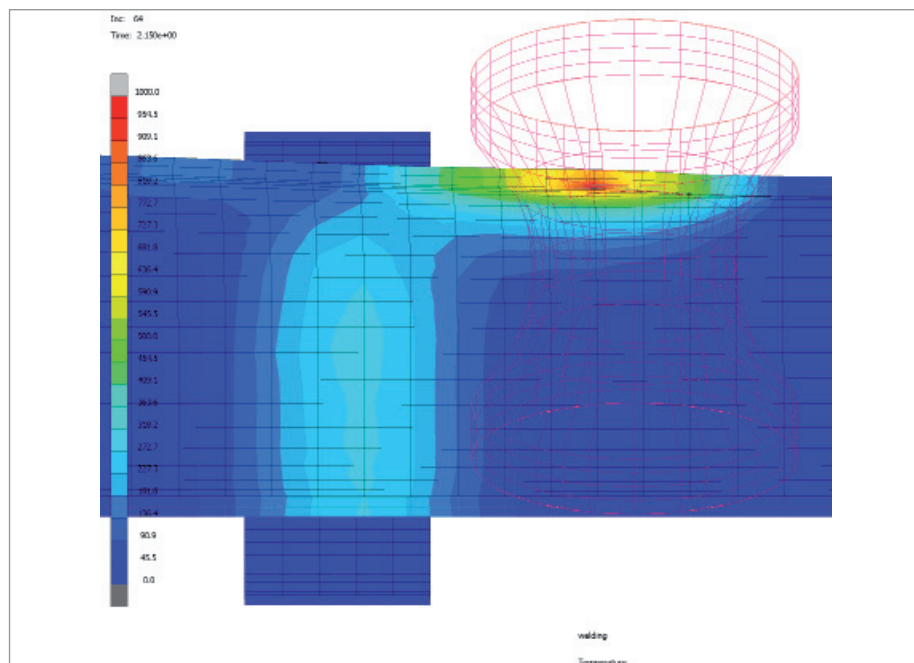
Система Marc-Mentat позволяет прикладывать граничные условия к геометрическим примитивам — поверхностям; при формировании входного файла происходит автоматическое приложение граничных условий к узлам, ассоциированным с поверхностями.

В зоне соединения торцов трубной заготовки возникают большие градиенты тока и других параметров электромагнитного поля. Поэтому для уточнения расчета в этой области была построена сетка из гексаэдральных конечных элементов первого порядка.

Модель катушки индуктивности состоит из набора конечных элементов класса



Расчетная конечно-элементная модель (фрагмент) для анализа электромагнитного поля. Для наглядности справа отображена часть трубы. На врезке показан размер расчетной области в сравнении с заготовкой



Температура заготовки в начале моделирования процесса сварки, °C

Hex8. В расчетной модели Marc-Mentat заданы свойства катушки: поперечное сечение (тип, размеры); конфигурация проводника: форма и размеры поперечного сечения проволоки, количество витков. Таким образом, в модели нет необходимости строить геометрическую модель проволоки, из которой навита катушка. В данном случае катушка неподвижна, движется заготовка. В системе Marc реализован учет движения катушки.

В модель катушки также входит контрольный узел — это отдельный от основной сетки узел, для которого задаются параметры электрического тока, прикладываемого к катушке. В частности, указывается комплексная величина напряжения в виде амплитуды и фазы или в виде действительной и мнимой части величины. Marc-Mentat поддерживает также задание силы тока в катушке.

Частота гармонических колебаний тока в магнитодинамическом расчете задается в настройках расчетного случая. Как правило, частота имеет большую величину, например, 5000 Гц. От частоты зависит глубина проникания тока, и, как следствие, тепловое состояние заготовки. Очевидно, что частота гармонического изменения электромагнитного поля, и, соответственно, наводимого в заготовке тока, существенно превышает частоты всех остальных физических процессов, рассматриваемых в задаче: движения и деформации заготовки и процесса нагрева. В связи с этим ис-

пользуется допущение о постоянстве процесса тепловыделения от действия электромагнитного поля на заготовку. Заготовка располагается внутри области пространства, для которой производится вычисление электромагнитного поля. При этом конечно-элементная сетка заготовки построена независимо от сетки для поля. Решатель Marc автоматически определяет место расположения заготовки на каждом шаге расчета с учетом изменения формы заготовки и ее движения. Нет необходимости в стыковке сеток для поля и заготовки: заготовка может занимать любую область пространства внутри сетки для расчета электромагнитного поля. Все параметры электромагнитного поля, а также наведенные в заготовке токи рассчитываются автоматически.

Генерацию тепла от наведенных токов рассмотрим ниже.

Реализована возможность задать зависимость свойств материала от температуры, в частности, магнитную проницаемость металла. Таким образом можно моделировать характерный для сталей эффект увеличения глубины проникания тока при достижении так называемой точки Кюри.

Следует отметить и возможность моделирования контактного метода приложения тока к трубной заготовке, для чего требуется приложение граничных условий по току. Этот вид граничных условий также поддерживается системой Marc-Mentat.

## Решение тепловой задачи

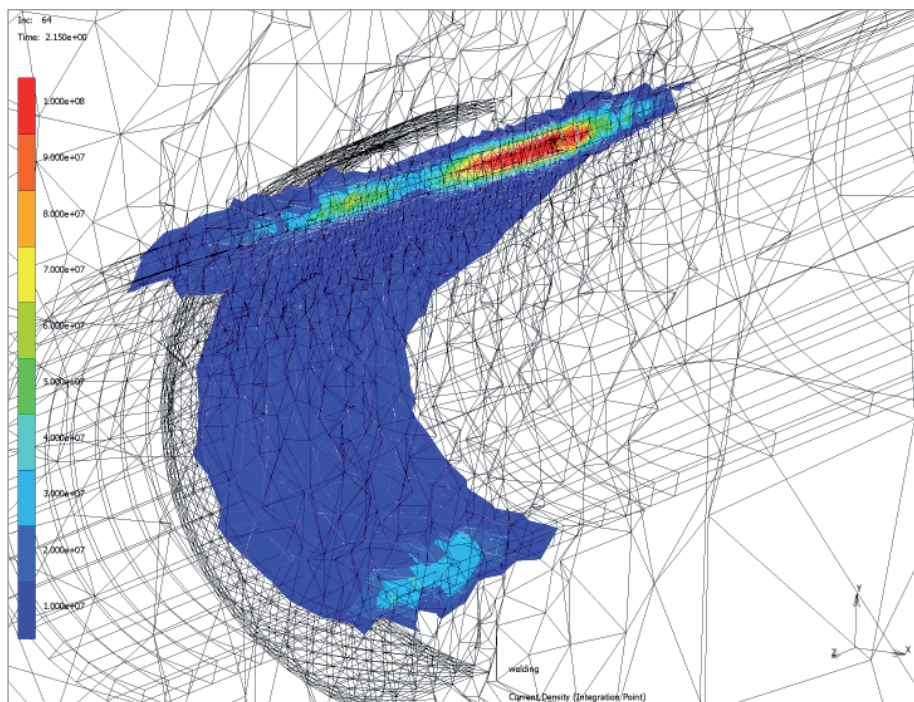
Задача моделирования переходного теплового процесса решается во временной области. Нагрев трубной заготовки производится токами, которые наводятся на заготовке под действием гармонически изменяющегося магнитного поля (см. описание в разделе "Решение магнитодинамической задачи"). Квадрат абсолютной величины комплексной величины плотности тока связан с удельным тепловым потоком через электрическую проводимость материала. Генерация тепла в задаче не требует специальных настроек и добавления источников тепла. Решатель Marc автоматически рассчитывает тепловые потоки, возникающие в заготовке.

Охлаждение зоны сварного шва после ее удаления от катушки обусловлено, в основном, теплопроводностью самой трубной заготовки — тепло распределяется по ней. В целом, система Marc решает тепловую задачу в полной постановке, имеется возможность добавить другие виды теплопередачи, например, конвекцию, излучение, выделение тепла от трения и пластических деформаций. В данной задаче этими факторами решено пренебречь. В зоне сварного шва температура металла может достигать точки плавления, однако в силу малого размера зоны сварного шва температура заготовки вдали от него, как правило, не доходит до больших значений.

## Комплексный подход к анализу процесса высокочастотной сварки

При анализе процесса высокочастотной сварки в системе Marc решается связанная термомеханическая-магнитодинамическая задача. Постановка отдельных задач рассмотрена выше. Комплексная задача решается во временной области, при этом на каждом шаге по времени для текущего состояния системы проводится решение всех рассмотренных ранее задач. Магнитодинамический расчет производится каждые пять шагов по времени (этот параметр можно изменять), при этом вычисляется поле плотности тока, наводимого в заготовке, и на его основе — тепловой поток, возникающий при сварке. Тепловое состояние, рассчитанное на предыдущем шаге, также учитывается в магнитодинамическом анализе. Тепловое состояние заготовки вычисляется на каждом шаге и в виде поля температур передается в задачу механики твердого тела для определения НДС изделия, которое, в свою очередь, оказывает влияние на электромагнитное





Плотность электрического тока,  $A/m^2$ . Показана область рядом с индуктором. Часть модели для наглядности скрыта

поле и наводимые в заготовке токи. Это влияние учитывается на последующих шагах по времени.

Смыкание торцов заготовки происходит в непосредственной близости от зоны расположения катушки индуктивности. Торцы заготовки образуют замкнутый контур в пульсирующем магнитном поле, вследствие чего в контуре наводятся токи, вызывающие нагрев. От нагрева происходит соединение торцов заготовки, в модели за это отвечает контактный алгоритм решателя Marc, настроенный на установление постоянного контакта при условии, что температура в зоне шва выше заданного предела.

Известно, что в зоне сварного шва образуется область выраженных пластических деформаций, при этом часть металла расплавляется и отделяется от заготовки. В рассматриваемой методике пластическое деформирование моделируется, заданы температурозависимые кривые деформирования для стали. Однако следует отметить, что размер конечных элементов в зоне сварного шва не позволяет достичь высокой точности определения деформированного состояния в этой локальной области. Относительно "грубая" сетка используется с целью экономии машинных ресурсов. Если требуется повышение точности вычисления напряженно-деформированного состояния в зоне сварного шва, то необходимо построить более подробную сетку и рас-

ширить применяемые для счета машинные ресурсы.

Возможен альтернативный подход с отдельным моделированием пластического деформирования металла в зоне сварного шва и расчетом локальной деформации краев заготовки. Такой расчет можно проводить упрощенно в плоской постановке. Вычисленная деформация позволит определить, насколько сближаются стороны заготовки после касания торцов, и уточнить размеры ее исходной модели. Такой двухстадийный подход может сэкономить машинные ресурсы и упростить моделирование сварки.

Также следует отметить, что свободное течение расплавленного металла по поверхности заготовки выходит за рамки механики твердого деформируемого тела и в Marc не моделируется.

## Пример моделирования высокочастотной сварки

В качестве примера выбрана труба наружным диаметром 18 мм из листа толщиной 1 мм. Длина заготовки вдоль оси трубы — 280 мм. В качестве материала выбрана сталь с пределом текучести около  $2.75 \cdot 10^9$  Па, для которой заданы кривые деформирования, зависящие от температуры, и коэффициент теплового расширения. Также заданы свойства стали для тепловой задачи: температурозависимые удельная теплоемкость и те-

плопроводность; и для магнитодинамической задачи: магнитная проницаемость, электрическая проницаемость и электрическое сопротивление. Модель построена в системе единиц Си.

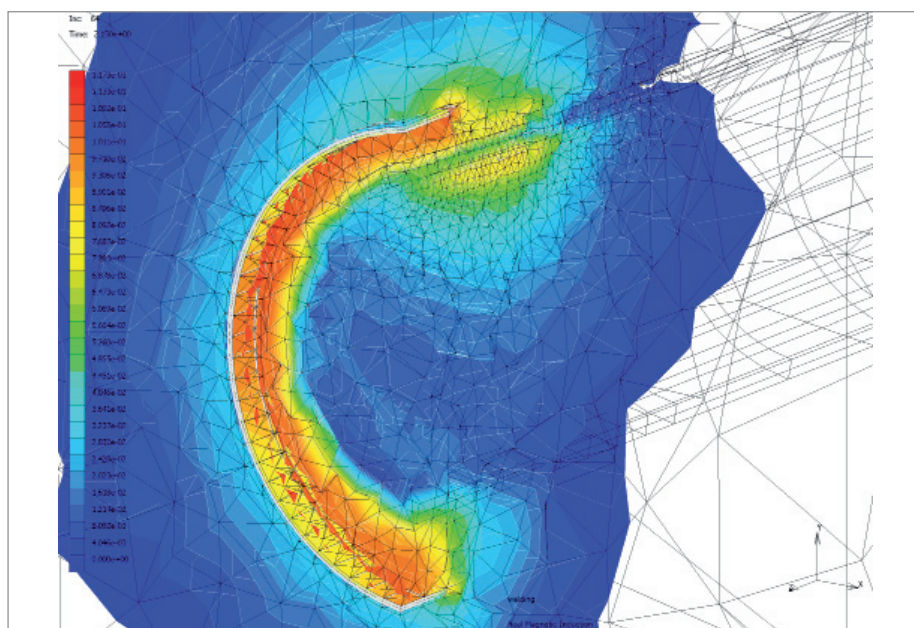
Плоская заготовка изгибается в трубу с помощью приложения вынужденного перемещения, затем на часть заготовки накладываются условия постоянного клеевого контакта, и вынужденные перемещения снимаются. Края заготовки, не связанные контактом, расходятся из-за пружинения и образуют V-образную щель. Затем на заготовку воздействует электромагнитное поле от индуктора, подводятся валки, и заготовке придается поступательное движение со скоростью 5 мм/с в течение 2 с. К торцу трубы со стороны "сваренной" части прикреплено твердое контактное тело, которое прикладывает силу в направлении растяжения трубы. Перемещение трубы, совместно с воздействием роликов и нагревом, вызывает постепенное закрытие V-образного зазора в заготовке и возникновение осевых и радиальных сил в прижимных роликах.

Катушка индуктивности (индуктор) имеет наружный диаметр 25,5 мм, поперечное сечение прямоугольное 10х0,5 мм. Для проволоки и воздушной среды заданы перечисленные ранее свойства материала, требуемые для магнитодинамического анализа. К индуктору прикладывается напряжение величиной 2,4 В с частотой 5000 Гц. При заданных свойствах материала и частоте тока глубина проникновения тока, наведенного в заготовке, составляет около 2,3 мм. Нагрев заготовки рассчитывается автоматически и не требует задания в модели дополнительных источников тепла.

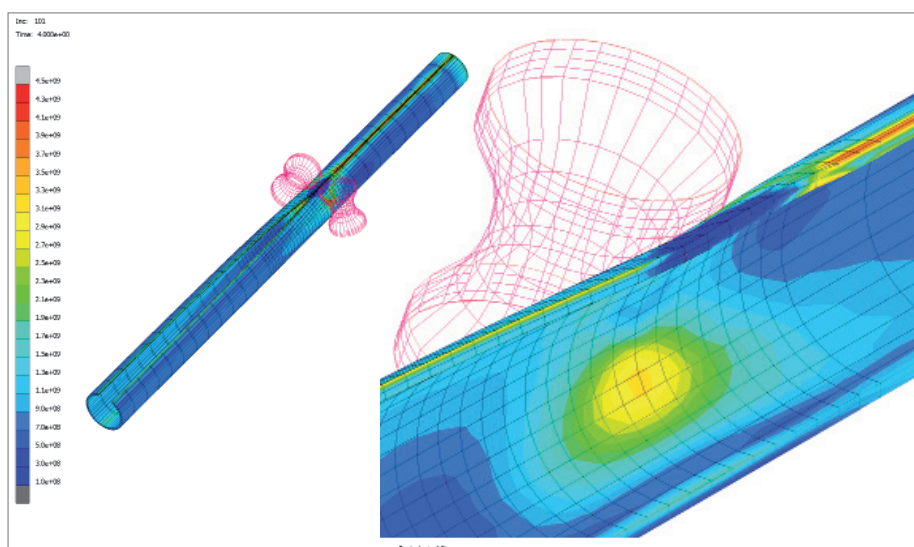
В данном примере моделируется установившийся режим сварки, который реализуется на среднем участке заготовки. Моделирование сварки начального и конечного участка трубы также возможно, но здесь не рассматривается.

После завершения сварки участка трубы воздействие электромагнитного поля прекращается, валки разводятся в сторону. Контактное взаимодействие в сварном шве удерживает боковые грани заготовки от раскрытия. НДС трубы после сварки и остывания вычислено с учетом основных влияющих факторов. Возможно моделирование последующих технологических операций.

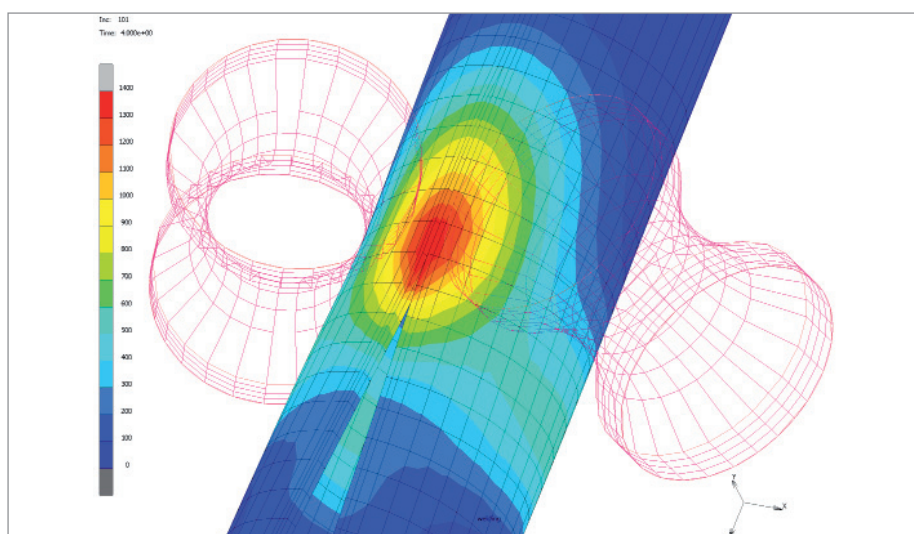
Размерность задачи составляет приблизительно 450 тыс. степеней свободы (150 тыс. узлов). На портативном компьютере с процессором Intel Core i7 с ча-



Магнитная индукция (действительная часть), Тл



Эквивалентные напряжения по Мизесу, Па



Температура заготовки в процессе сварки, °C

стотой 2,9 ГГц и 32 Гб оперативной памяти расчет на четырех ядрах длится около 35 минут.

В результате расчета получены НДС заготовки, поле температур и электромагнитное поле на каждом шаге по времени, а также силы, действующие на контактные тела в механической задаче: на валки и торец заготовки (возможен вывод графиков их изменения по времени). Основные результаты представлены на иллюстрациях.

### Выводы

Таким образом, мы рассмотрели комплексный подход к моделированию высокочастотной сварки труб с использованием системы Magc, привели основные исходные данные, требуемые для расчета, описали расчетную схему и основные допущения при моделировании, а также возможности получения результатов.

Эта методика позволяет производить расчетную оценку параметров электромагнитного поля в индукторе и заготовке, в частности, подбирать величину и частоту подводимого тока и, с учетом других факторов, оценивать влияние входных параметров на величины наводимых токов в заготовке.

Также возможно определение теплового состояния заготовки и, при необходимости, инструмента в стационарных и переходных режимах сварки, величину зоны плавления и термовлияния при сварке.

Кроме того, обеспечена возможность определять напряженно-деформированное состояние заготовки, угол схождения боковых граней, возникновение остаточных напряжений и деформаций в трубе, геометрию инструмента (валков), производить расчет действующих нагрузок на заготовку, инструмент и др. Описание методики расчета высокочастотной сварки позволяет оценить ее применимость к решению производственных задач. Проведение расчетов помогает снизить число физических испытаний и способствует экономии средств на разработку технологических процессов.

Техническую поддержку по системе Magc можно получить в московском офисе MSC Software.

**Александр Жарков**  
ООО "Эм-Эс-Си Софтвэр Рус",  
дочерняя компания  
MSC Software Corporation





## ► ТЕХТРАН – РАСКРОЙ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА: ПРОЕКТИРОВАНИЕ И БАЗА ДАННЫХ

Очередная версия программы *Техтран*® – *Раскрой листового материала* (а именно версия 9) несет на себе следы масштабной реорганизации. Эта версия вобрала в себя достаточно много новых возможностей, но все они меркнут по сравнению с тем, чего мы ждали столько лет и что наконец свершилось. Об этом наша статья.

Из версии в версию *Техтран* обрстал новыми функциями, оставляя без существенных изменений основу основ системы – механизм управления объектами через базу данных. Пользователи сетовали на то, что им не всегда требуется столь мощный аппарат, когда предстоит

выполнить простейшую операцию. Назрела необходимость реформ, направленных на упрощение работы, придание интерфейсу "интуитивной ясности".

В новой версии хотелось оптимальным образом выстроить сценарии работы. В первую очередь это затронуло несколько ключевых операций, а также наиболее "узких" мест, которые могли вызывать затруднения при освоении системы. Работа была сосредоточена на следующих направлениях:

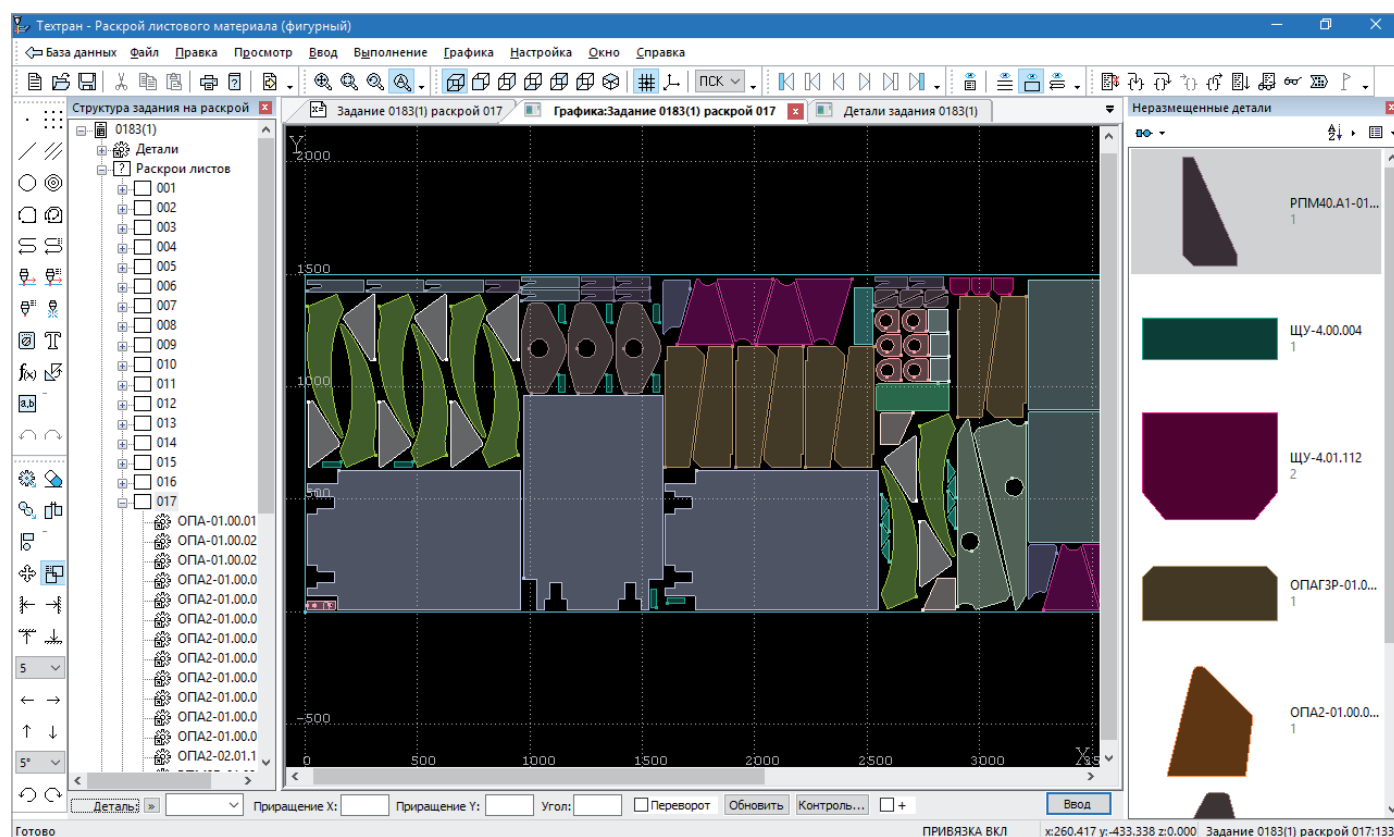
- функционирование программы в двух режимах: проектирование и база данных;
- навигация при проектировании задания на раскрой;

- навигация при работе с базой данных;
- размещение деталей на листе;
- приведение к единому стилю дизайна значков команд.

### Два режима работы программы

В организационном плане программа *Техтран* – *Раскрой листового материала* представляет собой достаточно сложный механизм. Сложность механизма, в числе прочего, обусловлена соединением в одной программе разных компонентов: базы данных с одной стороны и средств проектирования с другой. И проблема заключается в том, что когда компоненты используются не одновременно, а на



Рис. 1. Элементы режима *Проектирование*

разных этапах работы, то большое число неиспользуемых функций утяжеляет управление системой при выполнении отдельной операции.

Чтобы избежать сложности, предлагается использовать два режима работы: *Проектирование* и *База данных*. Фактически таким образом программа делится на две части, сохраняя общую основу. Выбранный режим определяет набор ключевых элементов интерфейса. Во-первых, они фокусируют внимание на определенных задачах и скрывают элементы интерфейса, без которых можно обойтись. А во-вторых, открывают возможность с самого начала работать в усеченной системе (и за счет этого гораздо более управляемой) в тех ситуациях, когда расширенные возможности не требуются.

Назначение режима *Проектирование* — определить список деталей, разместить их на листах и обработать. Основной инструмент — графический редактор в сочетании со средствами навигации для выбора деталей и листов (рис. 1).

Работа ведется в рамках текущего задания на раскрой (подробнее об этом в разделе "Проектирование задания на раскрой"). Не требуется отвлекаться на вопросы организации инфраструктуры, в которой существуют объекты. Вообще, не обяза-

тельно что-либо знать о базе данных, обращаясь к ней только в случае необходимости, например, для выбора деталей.

Большинство пользователей найдет в этом режиме всё необходимое на разных этапах проектирования.

Режим *База данных* ориентирован на более подготовленных пользователей. Он возник под влиянием опыта применения системы на больших предприятиях, где решаются задачи планирования производства и повторного использования результатов проектирования.

Управление объектами в этом режиме ведется через окно *База данных*. База предназначена для хранения объектов, относящихся к деятельности всего предприятия, включая не только текущее задание на раскрой, но и множество предыдущих, а также склад листов, набор деталей и т.д. Можно сказать, что в данном случае режим *Проектирование* действует как составная часть более мощного режима *База данных*, включаясь тогда, когда требуется перейти к работе с каким-то определенным заданием на раскрой.

Предусмотрена настройка, определяющая режим, в котором начинается работа. Мы исходим из того, что обычно используется какой-то определенный ре-

жим. Выбор проистекает из уклада, сложившегося на предприятии: где-то используют базу данных, где-то каждый раз импортируют новые детали по мере поступления заказа.

Приверженцам более усеченного режима *Проектирование* (а таких подавляющее большинство) настройка начального режима позволяет, по сути дела, скрыть всю расширенную часть системы и тем самым весьма упростить себе жизнь. Тогда при запуске программы будет пропущена целая цепочка действий, предваряющих основную работу, повторяющуюся из раза в раз. И это не только экономия усилий, но и отсутствие повода "заблудиться" в "лабиринтах" меню, что особенно важно на этапе освоения системы.

Что же касается сторонников режима *База данных*, то для них дополнительная функциональность не станет обременительна, поскольку она соответствует их обычному режиму работы.

### Проектирование задания на раскрой

Понятие *задание на раскрой* объединяет весь набор данных для проектирования раскроев листов, изготавливаемых из заданного набора деталей. Не случайно

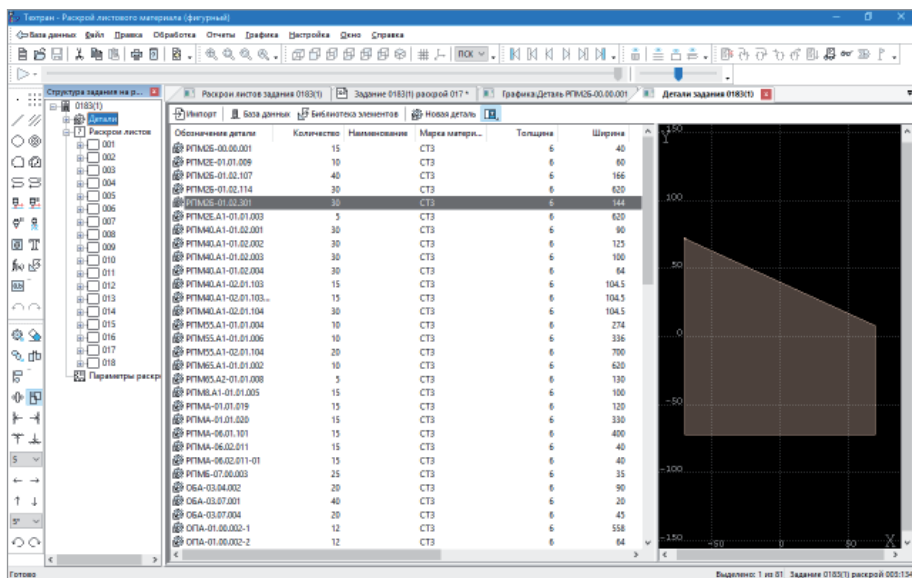


Рис. 2. Панель *Задание на раскрой* и таблица *Детали задания*

управление объектами организовано именно в рамках задания на раскрой. И в качестве главного инструмента в наше распоряжение поступает панель, которая так и называется — *Задание на раскрой* (рис. 2).

**Панель *Задание на раскрой*.** Эта достаточно компактная панель, постоянно присутствуя на экране, дает возможность оперативно переключаться между объектами. Объекты отображаются в виде структуры, состоящей из нескольких разделов: деталей, параметров и раскроев листов. Для просмотра и редактирования объекты открываются в соседнем окне, причем можно открыть как отдельный элемент (например, деталь), так и целый раздел в виде таблицы элементов определенного типа (например, *Детали задания*).

## **Детали задания и раскрои листов задания.**

Эти специализированные таблицы предназначены для работы со списком объектов с традиционным набором команд: *Добавление*, *Удаление*, *Копирование* и т.п. Таблицы отображают подробную информацию об объектах. Здесь удобно сравнивать параметры объектов, производить сортировку, выполнять пакетную обработку и т.д.

Прежде всего таблицы позволяют добавлять объекты в задание, поэтому над ними в виде кнопок представлены варианты, которыми можно воспользоваться. Например, детали можно импортировать из файла или базы данных, загрузить из библиотеки элементов или построить в графическом редакторе.

**Частное задание на раскрой.** Если мы решаем "одноразовую" задачу, не предпола-

гая в дальнейшем воспользоваться ее результатами, нам не обязательно заносить задание на раскрой в базу данных. В такой ситуации совершенно ни к чему производить лишние действия и заполнять место для хранения результатов. Это не означает, что данные вообще не сохраняются или будут потеряны при выходе из программы. Задание сохраняется в неизменном виде вплоть до завершения, пока не будет создано новое задание.

**Частные детали задания.** Это детали, которые определяются внутри некоторого задания, но не попадают в общедоступную базу данных. Их нельзя использовать в других заданиях, как обычные (не частные) детали, которые рассчитаны на многократное использование. Необходимость в частных деталях может быть вызвана тем, что при импорте деталей их обозначения не обязательно согласованы и могут пересекаться. А в базу данных нельзя включить объекты с одинаковыми именами — так же, как в файловой системе невозможно поместить файлы с одинаковыми именами в одну и ту же папку.

**Детали, размещенные на листе.** С помощью структуры задания можно получить список деталей, размещенных на листе, и увидеть в графическом окне, где именно на листе расположена деталь с определенным обозначением.

**Автоматизация проектирования.** С помощью панели *Задание на раскрой* можно выполнять различные сценарии проектирования в автоматическом режиме. Это может быть автоматическое размещение деталей на листах или пакетная обработка раскроев листов. Представление задания в виде структуры и в виде таблиц дает возможность оперативно выделять объекты, над которыми производится та или иная операция, и просматривать результат ее выполнения.

## **Средства навигации для работы с базой данных**

Ставшее уже привычным окно базы данных Текстрана превратилось в панель, дополненную несколькими удобными элементами управления: областью навигации и предварительного просмотра, которые можно легко включать и отключать по мере надобности (рис. 3).

**Область навигации** отображает структуру базы данных: *Детали*, *Комплекты*, *Задания на раскрой* и т.д. Объекты, относящиеся к выбранному разделу, отображаются в основной таблице. Благодаря области навигации переход от одной таблицы к другой сводится к одному клику.

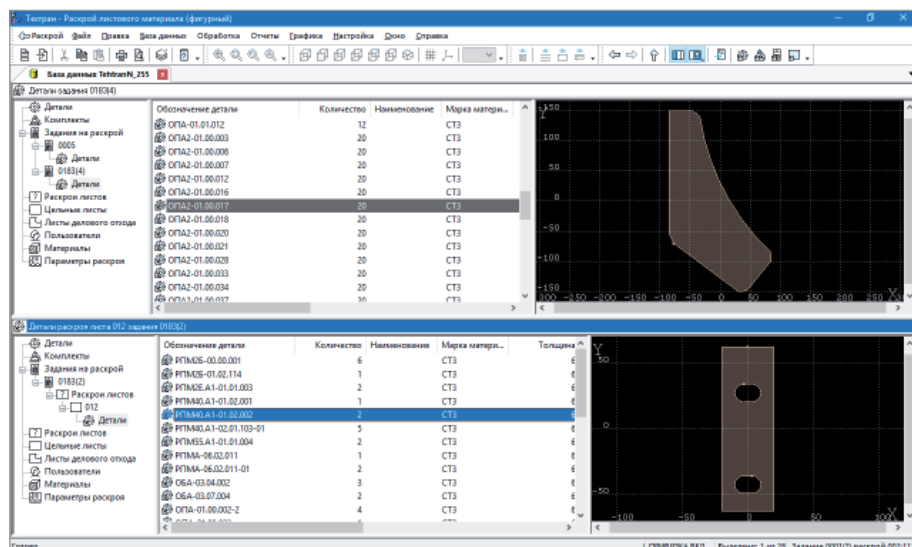
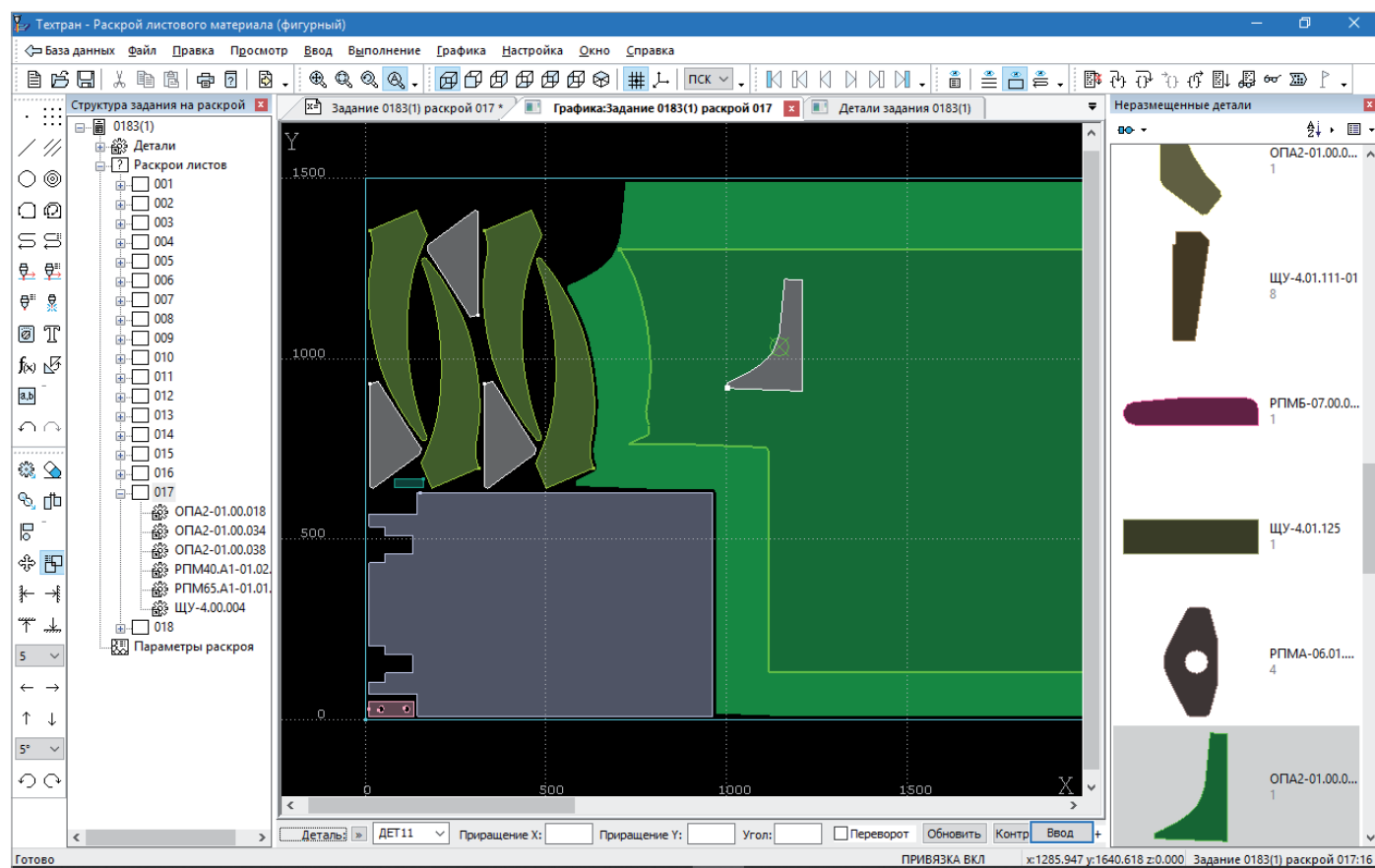


Рис. 3. Панель *База данных*

Рис. 4. Панель *Неразмещенные детали*

**Область просмотра** обеспечивает предварительный просмотр объекта базы данных в виде эскиза или комментария. Существенно то, что просмотр осуществляется в той же самой панели, вторая панель не задействуется и может использоваться для других целей.

Появилась возможность **открывать задание на раскрой** с помощью специально предназначенного для этого элемента — панели *Задание на раскрой*. Собственно, теперь открытие задания на раскрой из панели *База данных* означает переключение в режим проектирования выбранного задания.

**Две панели.** Для работы с базой данных можно использовать как одну панель, так и две (по принципу проводника). Обычно достаточно единственной панели, но две панели удобны, когда одновременно требуется видеть источник данных и результат операции.

### Размещение деталей на листе

Размещение деталей на листе, безусловно, один из основополагающих этапов задачи раскроя. Поиск нужного положения путем перетаскивания изображения детали из панели в графическое окно

представляется очень естественным, поскольку отвечает человеческой моторике, в точности имитируя размещение реальных предметов вручную.

**Панель *Неразмещенные детали*** появляется рядом с графическим окном после открытия раскроя листа и используется на этапе размещения деталей на листе в качестве источника деталей (рис. 4). Панель отображает детали, предназначенные для размещения, то есть те, что включены в задание на раскрой, но еще не размещены ни на одном из листов. По мере того как детали из панели переключаются на лист, панель постепенно пустеет. А при удалении деталей с листа они снова возвращаются в исходный список.

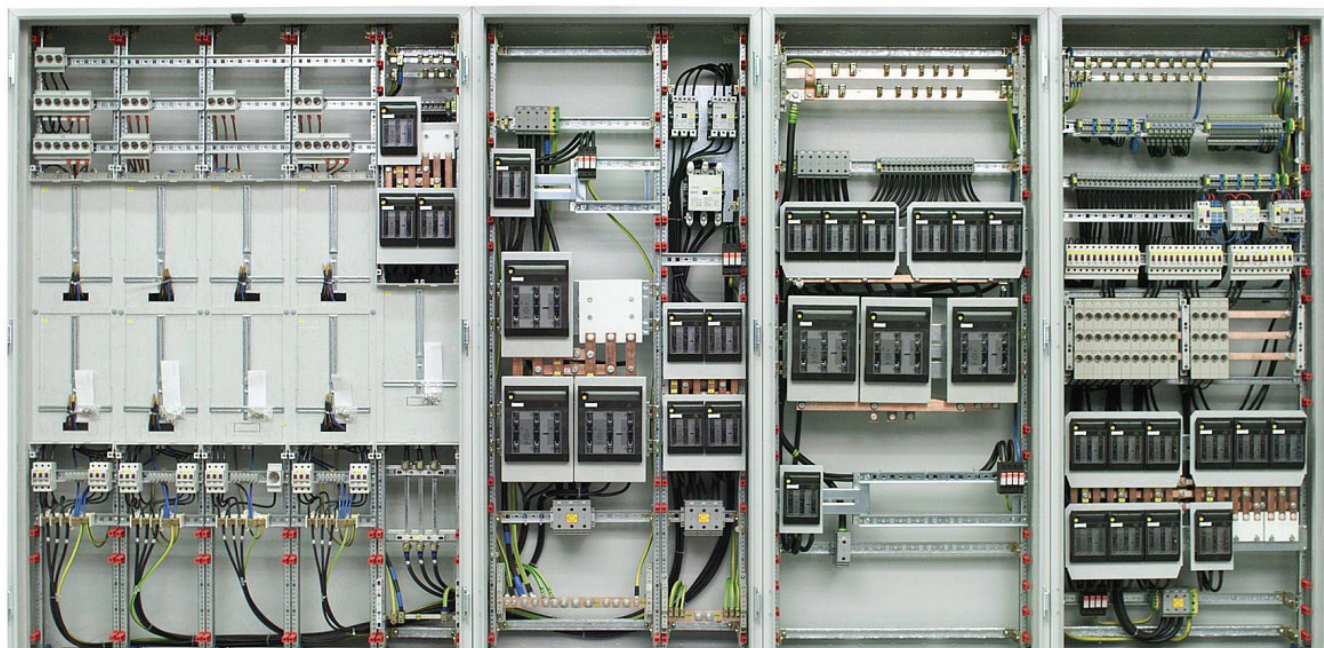
**Способ размещения.** Можно просто перетаскивать деталь из панели на лист. В этом случае в нашем распоряжении весь набор средств **ручного размещения** — выделение доступных областей, контроль положения, ограничение при перемещении. Для **автоматического размещения** в верхней части окна имеется кнопка с выпадающим списком, в котором можно выбрать способ размещения выделенных деталей.

**Миниатюры деталей.** Один из способов представления деталей — в виде плитки — отображает миниатюры с изображением деталей, достаточно крупным, чтобы можно было распознать форму, и в то же время вполне компактным, чтобы пользователь мог одновременно видеть несколько возможных вариантов. Размещение деталей — процесс творческий, при подборе очередной кандидатуры лучше иметь перед глазами всё.

**Просмотр деталей в виде таблицы** позволяет оперативно получать подробные сведения о деталях. А кроме того, таблица позволяет производить сортировку по значению параметра. Это может пригодиться для того, чтобы вести размещение исходя из возрастания или убывания некоторого параметра детали. Например, в первую очередь размещаются наиболее крупные детали.

*Владислав Кириленко,  
НИИ-Информатика (Санкт-Петербург)  
Тел.: (812) 321-0055  
E-mail: [tehtran@nipinfor.ru](mailto:tehtran@nipinfor.ru)  
Internet: [www.tehtran.com](http://www.tehtran.com)*





## ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА РЭС

**Добавление новых элементов конструкции.** Выделите в дереве конструкции элемент, к которому вы хотите добавить новый элемент. Новые элементы всегда добавляются как дочерние к выбранному элементу дерева.

Выберите пункт меню *Правка → Добавить*. В открывшемся подменю укажите элемент конструкции, который вы хотите добавить к текущему. Элементы добавляются в конструкцию в соответствии с иерархией. Это означает, что элементы, стоящие выше в иерархии, не могут входить в состав элементов, стоящих ниже (например, блок не может входить в состав узла, но может входить в состав ЭРИ).

Если вы добавляете в конструкцию узел или блок, то после выбора соответствующего пункта меню откроется диалоговое окно, в котором необходимо указать имя добавляемого элемента и подтвердить добавление нажатием кнопки *ОК* либо отменить добавление нажатием кнопки *Отмена*.

Процесс добавления в конструкцию ИЭТ более сложен, поэтому будет описан пошагово.

**Шаг 1.** Выберите пункт меню *Правка → Добавить → ИЭТ*.

**Шаг 2.** В появившемся диалоговом окне укажите класс добавляемого ЭРИ и нажмите кнопку *ОК* (рис. 14).

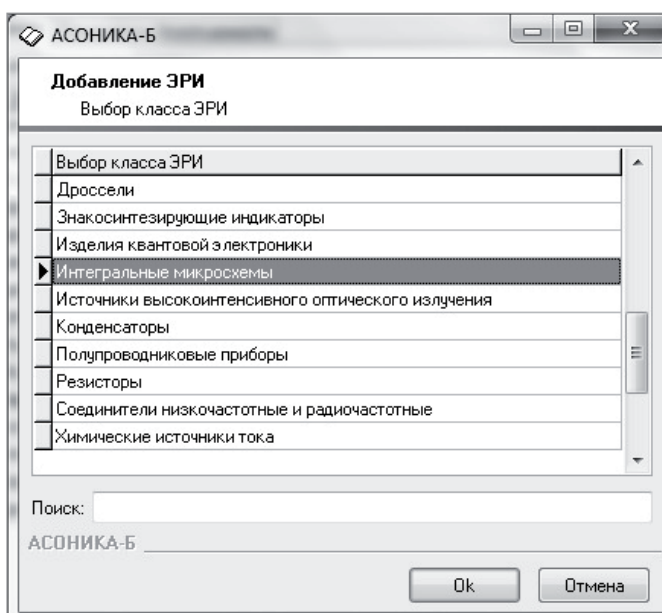


Рис. 14. Диалоговое окно *Выбор класса ЭРИ*

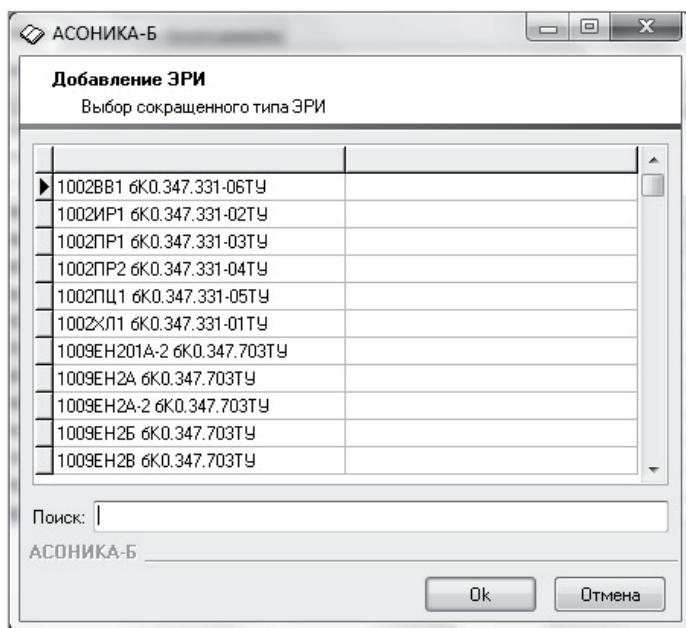


Рис. 15. Диалоговое окно *Выбор сокращенного типа ЭРИ*

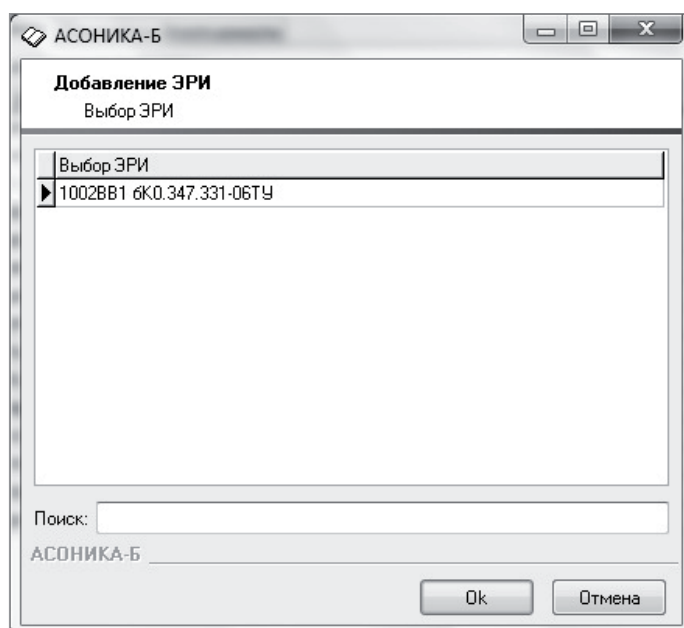


Рис. 16. Диалоговое окно *Выбор ЭРИ*

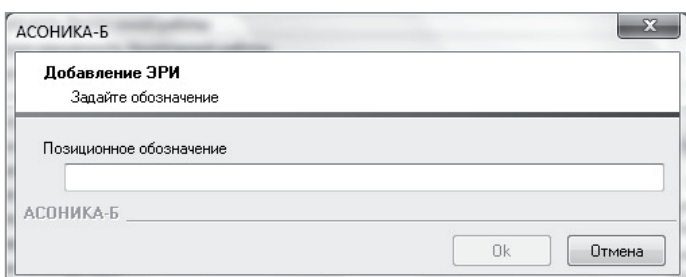


Рис. 17. Диалоговое окно *Выбор позиционного обозначения*

**Шаг 3.** В появившемся диалоговом окне укажите сокращенный тип добавляемого ЭРИ и нажмите кнопку *ОК* (рис. 15).

**Шаг 4.** В появившемся диалоговом окне укажите полный тип добавляемого ЭРИ и нажмите кнопку *ОК* (рис. 16).

**Шаг 5.** В появившемся диалоговом окне введите позиционное обозначение добавляемого ЭРИ (рис. 17) и нажатием кнопки *ОК* завершите процесс добавления ЭРИ.

При добавлении ЭРИ в РЭС можно вернуться на шаг назад нажатием клавиши *Отмена*. Для полного выхода нужно нажать крестик.

**Удаление элементов конструкции.** Укажите в дереве конструкции элемент, который вы хотите удалить, а затем выберите пункт меню *Правка → Удалить*. В появившемся диалоговом окне нажмите кнопку *Да* для подтверждения удаления или кнопку *Нет* для отмены удаления.

При удалении элемента конструкции также будут удалены *все* принадлежащие ему дочерние элементы.

**Копирование, вставка.** Чтобы скопировать блок, узел или ЭРИ, содержащийся в другом или в настоящем проекте, следует выполнить следующие операции:

- установить курсор на элемент, который нужно копировать;
- нажать правую кнопку мыши и выбрать пункт *Копировать конструкцию* или нажать функциональную клавишу *F5*;
- установить курсор на тот элемент конструкции, в котором надо расположить копируемый элемент, нажать правую кнопку мыши и выбрать пункт *Вставить конструкцию* или нажать функциональную клавишу *F7*.

Для ввода нескольких одинаковых ЭРИ можно использовать групповое

копирование, выполнив следующие действия:

- установить курсор на ЭРИ;
- нажать правую кнопку мыши и выбрать пункт *Копировать конструкцию* или нажать функциональную клавишу *F5*;
- если нужно добавить один ЭРИ, следует установить курсор на *Узел* и, нажав правую кнопку мыши, выбрать пункт *Вставить конструкцию* или нажать функциональную клавишу *F7*;
- если нужно добавить несколько ЭРИ, следует установить курсор на пункт *Узел* и, нажав правую кнопку мыши, выбрать пункт *Групповая вставка* или нажать клавиши *Ctrl + F7*.

**Резервирование.** Выделите в дереве конструкции элемент, к которому вы хотите добавить резерв. Выберите пункт меню *Правка → Добавить*

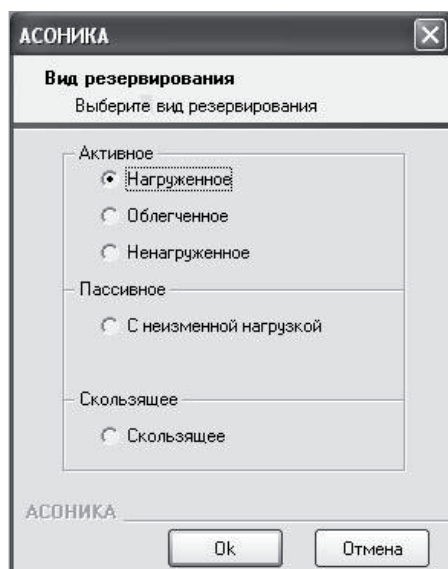


Рис. 18. Диалоговое окно для выбора вида резервирования



Рис. 20. Редактирование параметра вручную



Рис. 21. Параметр, требующий выбора значения из списка

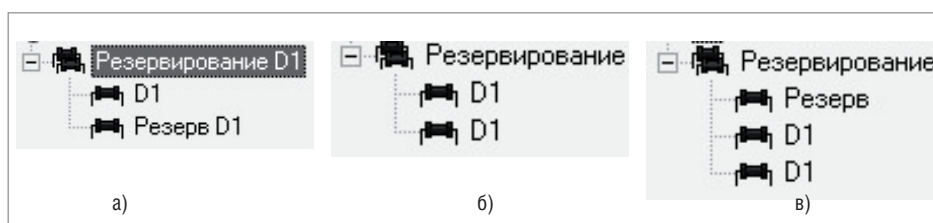


Рис. 19. Резервирование: активное (а); пассивное (б); скользящее (в)

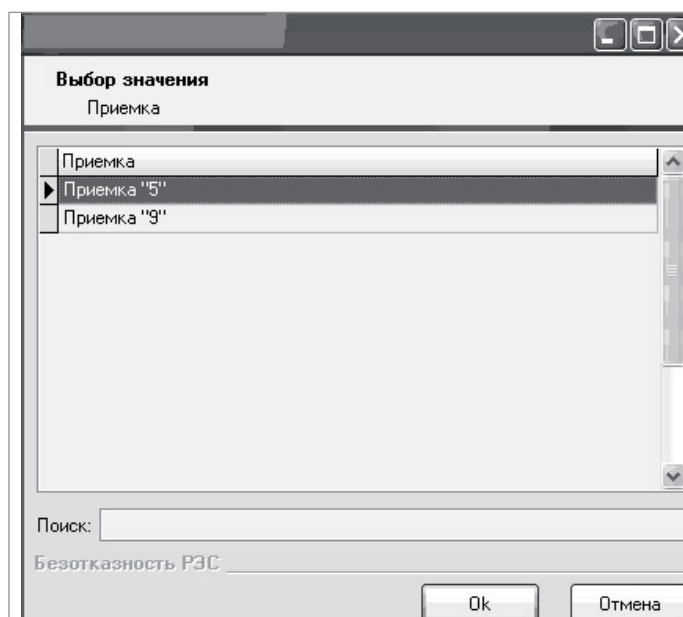


Рис. 22. Диалоговое окно для выбора значения параметра

конструкцию → Резерв. В открывшемся диалоговом окне необходимо указать вид резервирования (рис. 18) и либо подтвердить добавление нажатием кнопки **ОК**, либо отменить его нажатием кнопки **Отмена**.

В дереве конструкции РЭС резервирование будет выглядеть как отдельный узел (рис. 19), в состав которого входят основные и резервные элементы в зависимости от типа резервирования.

Для добавления дополнительных элементов в резервирование необходимо указать в дереве конструкции РЭС, а затем выбрать пункт меню **Правка → Добавить → Резерв**.

**Импорт перечня ЭРИ.** Чтобы ознакомиться со списком ЭРИ, содержащимся в файле с расширением .ilr, нужно:

- установить курсор на узел, в который следует ввести список ЭРИ;
- войти в меню **Проект → Импорт → Список ЭРИ**;
- выбрать файл с расширением .ilr.



При этом сообщается информация об отсутствии в базе ЭРИ.

Чтобы сохранить список ЭРИ в файле с расширением .ilr, нужно:

- установить курсор на узел, в котором следует сохранить список ЭРИ;
- войти в меню **Проект → Экспорт → Список ЭРИ**;
- ввести имя файла с расширением .ilr;
- сохранить произведенные изменения.

**Редактирование параметров элемента.** Для редактирования параметров элемента предназначена таблица, в которой они перечислены. Чтобы отредактировать значение параметра, необходимо выбрать его в столбце **Значение** этой таблицы.

Если после выбора параметра соответствующая ячейка таблицы, содержащая его значение, превращается в поле для текстового ввода (рис. 20), то значение параметра должно быть введено с клавиатуры.

Если в правой части ячейки таблицы появляется кнопка , то значение параметра следует выбрать из списка (рис. 21). Для этого нажмите кнопку  и в появившемся диалоговом окне выберите значение параметра из списка возможных (рис. 22). Выбор подтвердите нажатием кнопки **Выбрать**.

Если при выборе параметра из таблицы с ячейкой, содержащей его значение, ничего не происходит, это означает, что параметр не является редактируемым.

**Импортирование реальных характеристик.**

**Для импорта температур** из дерева конструкций выберите узел, для которого проводился расчет тепла в подсистеме АСОНИКА-ТМ. Выделите в меню пункт **Проект → Импорт → Температур** и в открывшемся стандартном диалоге открытия файлов укажите выходной файл расчета температур подсистемы АСОНИКА-ТМ. При импорте проводится сопоставление позиционных обозначений элементов выбранного узла и элементов в файле.





Рис. 23. Строка состояния



Рис. 24. Элемент, для которого не производился расчет

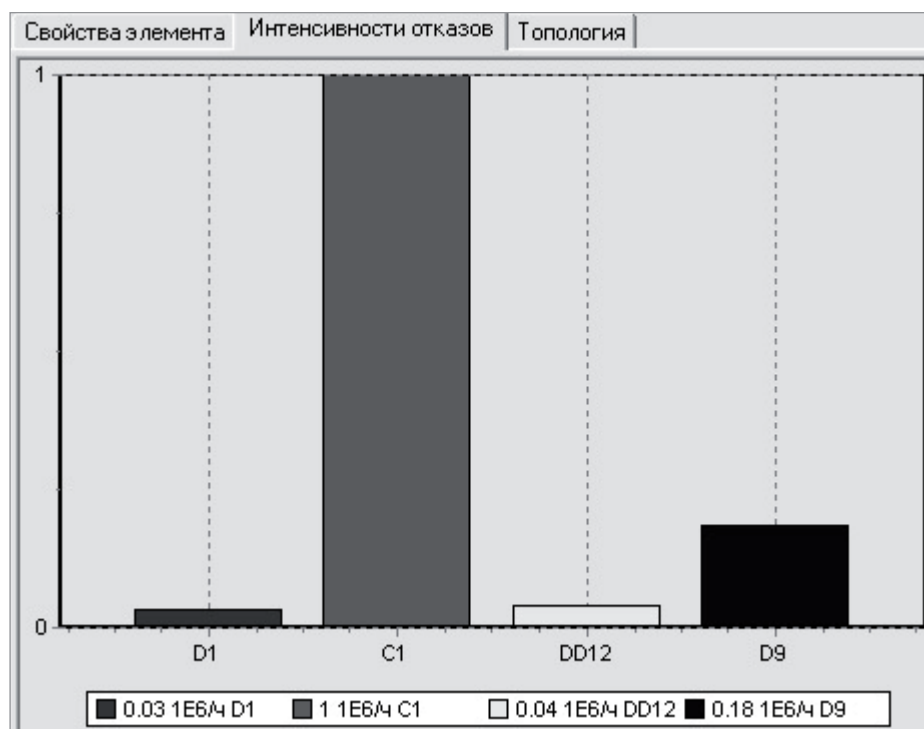



Рис. 25. Диаграмма интенсивностей отказов

Свойства элемента	Интенсивности отказов	Топология
Наименование	Обозначение	Значение
100ИД162 И63.088.068ТУ11	D1	3.34964101278447E-8
K53-18-16В-1.5мкФ+10%-В ОЖ0.464.136ТУ	C1	1E-6
530ИР22 6K0.347.022-33ТУ	DD12	4.03886285061457E-8
1002ПЦ1 6K0.347.331-05ТУ	D9	1.83636922589087E-7

Рис. 26. Табличное представление результатов расчета

Для импорта электрических характеристик выберите из дерева конструкций узел, для элементов которого составлена карта режимов работы в подсистеме АСОНИКА-Р. Выделите в меню пункт *Проект* → *Импорт* → *Электр. характеристики* и в открывшемся стандартном диалоге открытия файлов укажите выходной файл подсистемы АСОНИКА-Р. При импорте проводится сопоставление позиционных обозначений элементов выбранного узла и элементов в файле.

**Расчет показателей безотказности.** Перед запуском процесса расчета показателей безотказности следует ввести все необходимые значения параметров элементов. Расчет запускается нажатием кнопки *Расчет* на кнопочной панели, а его продолжительность зависит от числа элементов в конструкции и может составлять несколько минут. В строке состояния главного окна программы (рис. 23) появляются иконка калькулятора () и полоса прогресса, которая отображает степень завершенности процесса расчета.


Если к моменту начала расчета значения некоторых параметров какого-либо элемента конструкции были заданы неверно или не были заданы вообще, то расчет показателей безотказности будет прерван, а этот элемент конструкции станет активным и будет выделен знаком вопроса (элемент K2 на рис. 24).

В программе предусмотрены два представления результатов расчета: графический и табличный.

Графическое представление включено по умолчанию и представляет собой столбчатую диаграмму, каждый столбец которой соответствует элементу конструкции, причем его высота пропорциональна рассчитанной интенсивности отказов (рис. 25).

На диаграмме отображаются интенсивности отказов элементов, входящих в состав выбранного в дереве элемента конструкции. Если выбранный элемент конструкции не содержит дочерних элементов, то отображается интенсивность отказов только этого элемента.

Пример табличного представления результатов приведен на рис. 26.

Чтобы представить результаты расчета в виде текста, необходимо нажать кнопку , расположенную в правом верхнем углу диаграммы интенсивностей отказов. После этого откроется диалоговое окно, содержащее список элементов, входящих в состав выбранного элемента конструкции, и соответствующих им ин-

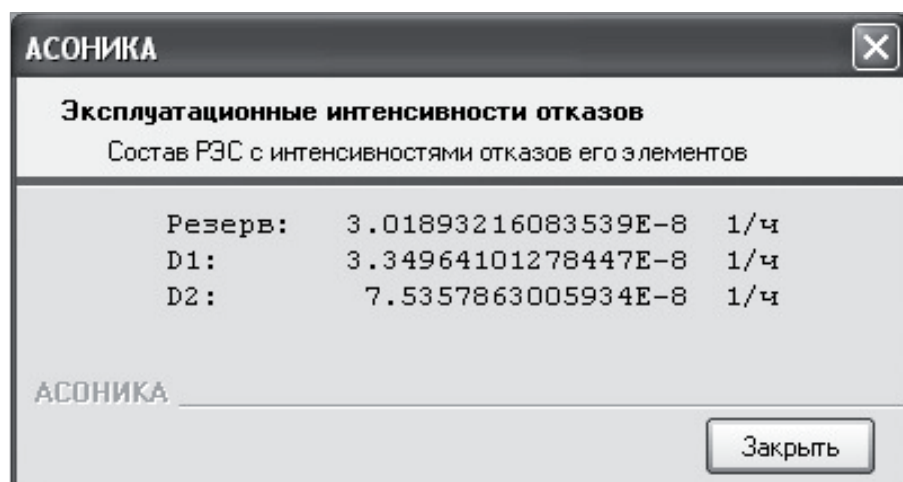


Рис. 27. Текстовое представление результатов расчета

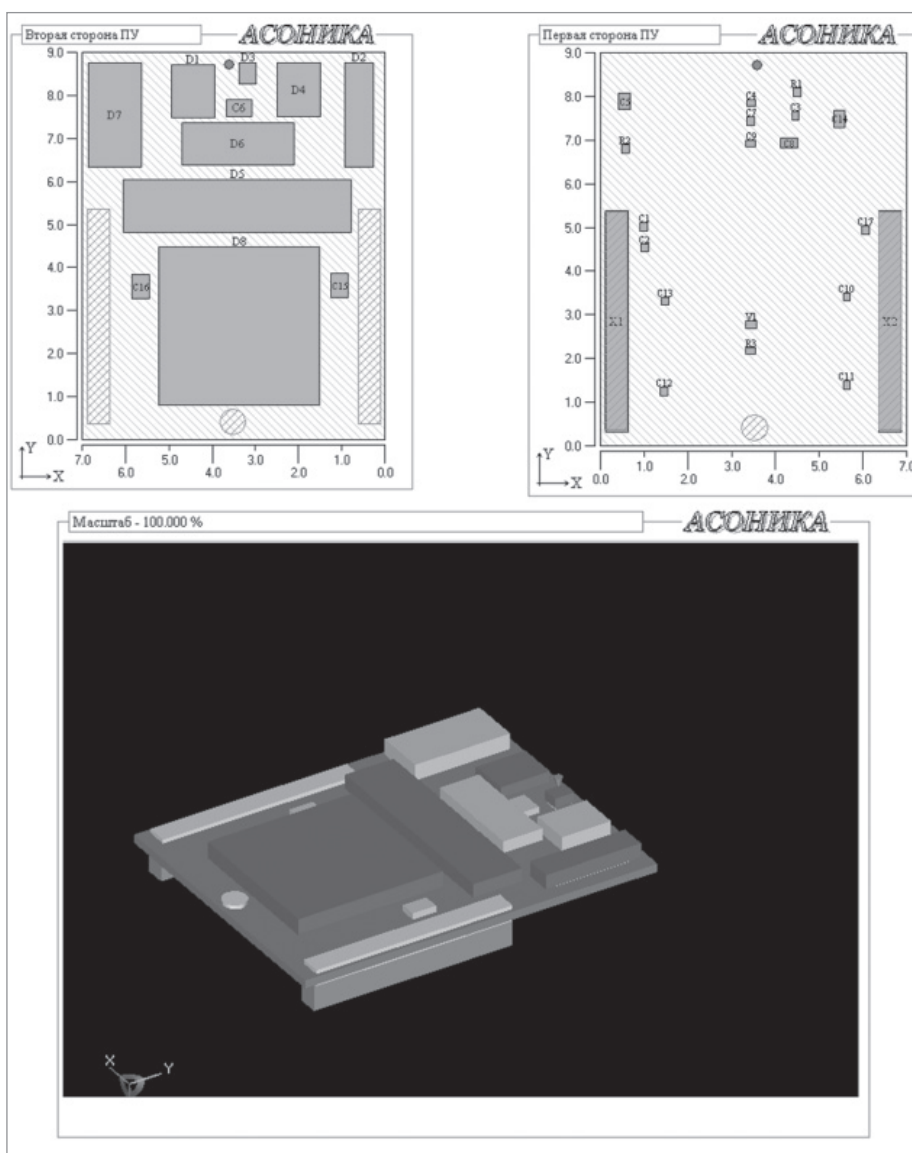


Рис. 28. Конструкция печатного узла, конвертированная из системы P-CAD

тенсивностей отказов в формате таблицы (рис. 27).

**Сохранение результатов расчета.** Программа позволяет сохранять результаты расчетов в различных открытых форматах документов. Процесс сохранения результатов расчета включает в себя генерацию отчета и сохранение его в файле. В текущей версии программы поддерживаются три формата файла: текстовый (\*.txt), HTML (\*.htm) и таблица Excel (\*.xls). Отчет, созданный программой, представляет собой полный список элементов конструкции с указанием имен, позиционных обозначений и интенсивностей отказов элементов. Представление списка элемента в отчете организовано в виде древовидной структуры, соответствующей иерархии элементов конструкции. Чтобы сформировать отчет, выберите пункт меню *Проект → Сохранить отчет*. В появившемся стандартном диалоговом окне укажите папку, в которой вы хотите сохранить отчет, имя файла отчета и его формат, а затем нажмите кнопку *Сохранить*.

### Пример использования подсистем АСОНИКА-Р и АСОНИКА-Б при проектировании печатных узлов РЭС

В качестве примера анализа показателей безотказности печатного узла на основе комплексного моделирования физических процессов рассмотрим процесс разработки печатного узла, в ТЗ на который предусмотрено обеспечение безотказной работы ПУ в течение 10 000 часов с вероятностью не менее 0,95.

Вначале разрабатывается электрическая схема и проводится анализ электрических характеристик в системе Pspice. Затем в системе P-CAD формируется конструкция ПУ.

В подсистеме АСОНИКА-ТМ конструкция печатного узла конвертируется из системы P-CAD (рис. 28) и проводится моделирование тепловых и механических характеристик печатного узла.

Результаты моделирования тепловых режимов показаны на рис. 29. По данным результатам автоматически формируются карты рабочих режимов ЭРИ в подсистеме АСОНИКА-Р (рис. 30-32). При этом температуры и ускорения ЭРИ переносятся в подсистему АСОНИКА-Р из подсистемы АСОНИКА-ТМ, а токи и напряжения — из системы PSpice. Кроме того, конвертор PSpice — АСОНИКА-Р рассчитывает мощности тепловыделения каждого электронного компонента.

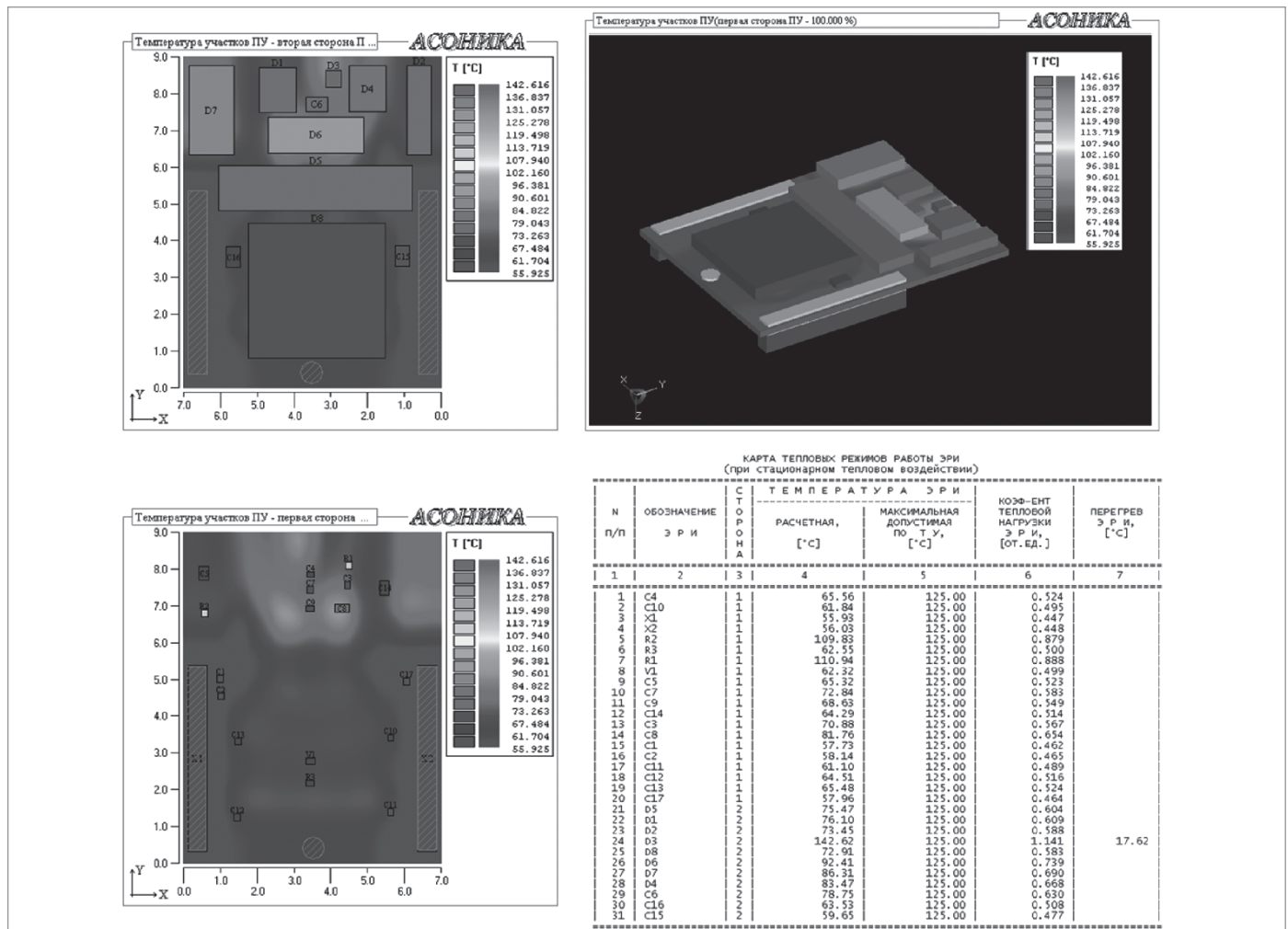


Рис. 29. Результаты моделирования тепловых режимов

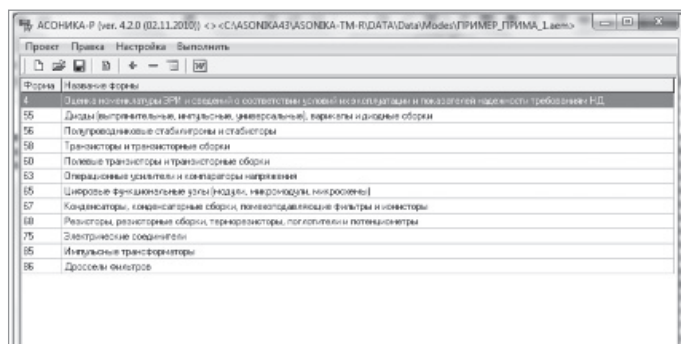


Рис. 30. Диалоговое окно для формирования карт рабочих режимов

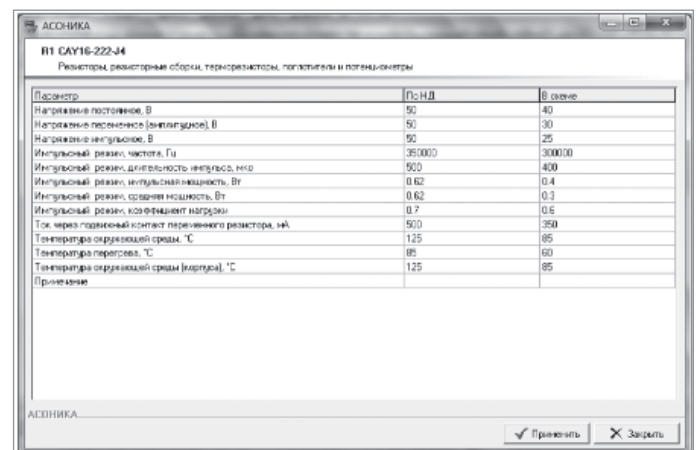
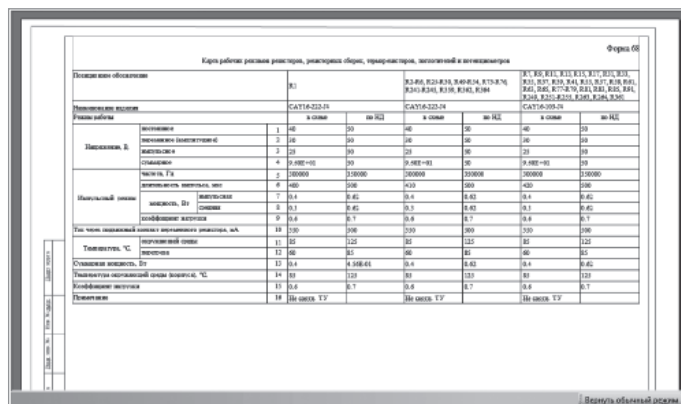


Рис. 31. Диалоговое окно для задания исходных данных в подсистеме АСОНИКА-Р



32. Вывод карты рабочих режимов в подсистеме АСОНИКА-Р



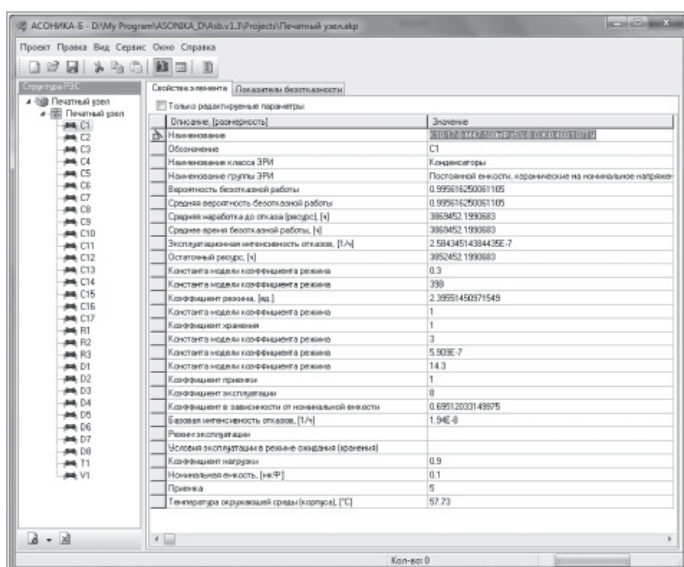


Рис. 33. Анализ показателей надежности в подсистеме АСОНИКА-Б: задание исходных данных

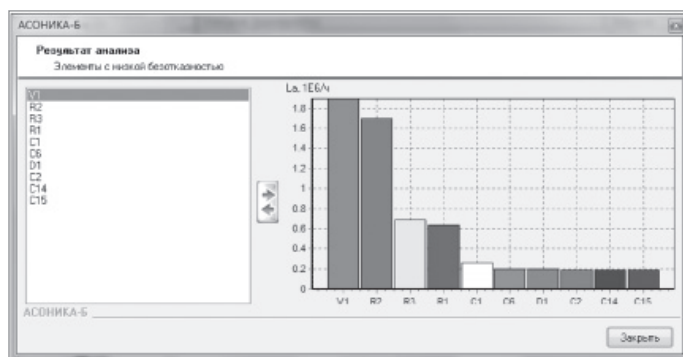


Рис. 34. Анализ показателей надежности в подсистеме АСОНИКА-Б: ЭРИ с низкой безотказностью

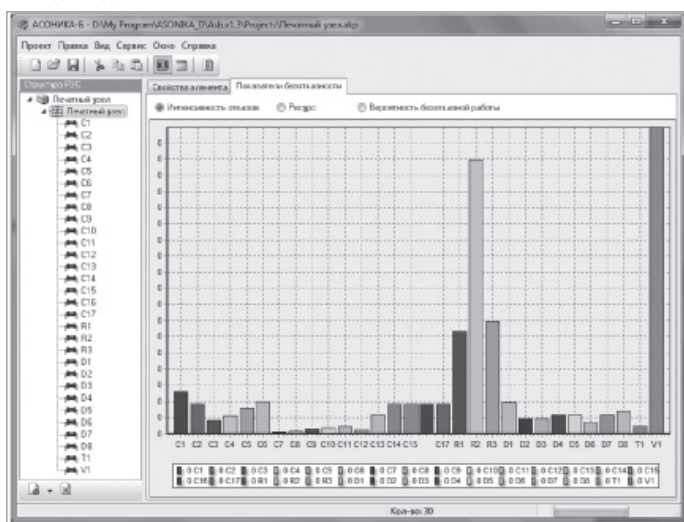


Рис. 35. Анализ показателей надежности в подсистеме АСОНИКА-Б: вклады ЭРИ в общую безотказность РЭС

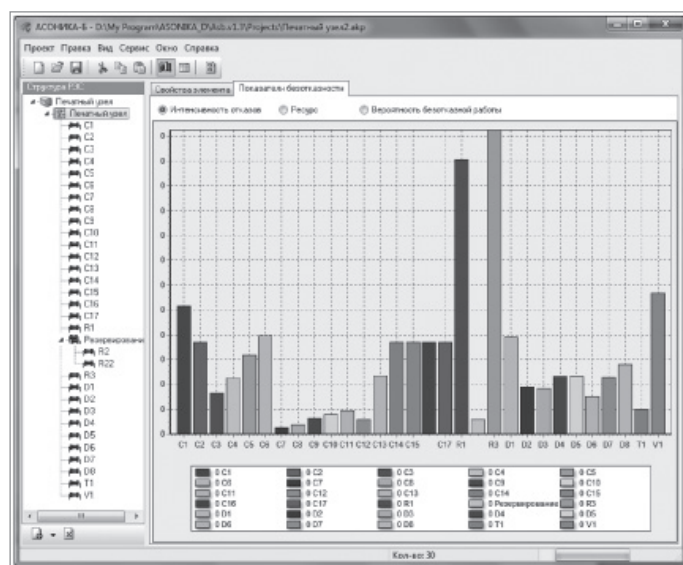


Рис. 36. Вклады ЭРИ в общую безотказность ПУ после оптимизации конструкции

В подсистеме АСОНИКА-Б конструкция печатного узла извлекается из системы P-CAD (перечень ЭРИ), а значения токов, напряжений, температур импортируются из подсистем АСОНИКА-Р и АСОНИКА-ТМ.

С учетом реальных режимов работы рассчитываются показатели безотказности печатного узла (рис. 33). По результатам этого расчета в подсистеме АСОНИКА-Б было определено, что вероятность безотказной работы ПУ в течение 10 000 часов составляет 0,92, что не отвечает требованиям ТЗ.

Из диаграмм вкладов ЭРИ в общую безотказность ПУ (рис. 34 и 35) видно, что наименьшей надежностью обладают диод V1 и резистор R2.

Чтобы повысить отказоустойчивость ПУ, было решено понизить нагрузки на диод V1 и внести соответствующие изменения в схему ПУ. Для повышения отказоустойчивости резистора приняты два решения: понизить температуру путем перекомпоновки ЭКБ, а также ввести резервирование (рис. 36).

### Модуль интеграции системы моделирования электрических процессов в схемах PSpice и подсистем АСОНИКА-Т, АСОНИКА-Р, АСОНИКА-Б

#### Конвертор PSpice – АСОНИКА-Т

При интеграции системы PSpice и подсистемы анализа и обеспечения тепло-

вых характеристик конструкций аппаратуры АСОНИКА-Т выполняются следующие действия:

- проводится расчет мощностей тепловыделения ЭРИ по электрическим характеристикам, полученным в системе PSpice, которые сохраняются в текстовом файле в виде структуры <Позиционное обозначение ЭРИ> <Значение мощности в Вт>;
- данный текстовый файл передается в подсистему АСОНИКА-Т;
- на основе полученных мощностей в подсистеме АСОНИКА-Т рассчитываются температуры в конструкции РЭС, в том числе на каждом ЭРИ.

```

R1: 0,7104 0,7544 5,7E-5 0,000455
R10: 3,582 3,582 0,012831 0,102646
R2: 3,358 3,403 0,000289 0,002316
R3: 1,008 2,269 0,002859 0,022872
R4: 1,434 2,8615 4,1E-5 0,000328
R5: 2,904 3,732 0,00774 0,061921
R6: 0,7102 1,225 0,00015 0,0012
R7: 0,573 0,584 0,000341 0,002728
R8: 0,573 0,5841 0,000341 0,002729
R9: 0,739 1,2539 7,9E-5 0,000629
VT1: 2,846 2,35 0,496 0,00056 1,3E-5 0,000278 0,00066
0,001321
VT2: 2,096 1,434 0,662 0,001606 7E-6 0,001063 0,039507
0,079014
VT3: 1,418 0,739 0,679 0,003545 3,7E-5 0,002407 0,002518
0,005037
VD1: 5 5 0 0
C10: 1,146 1,168 353849,5 11794,983333
C11: 1,9853 1,9857 0,098664 0,003289
C12: 0,4576 0,4576 2,9E-5 1E-6
C13: 0,2214 0,2935 0,008317 0,000277
C2: 0,9316 0,9416 4,8E-5 2E-6
C3: 3,582 3,582 0,012655 0,000422
C4: 5 5 0 0
C5: 3,33 3,3304 0,000875 2,9E-5
C8: 3,358 5,314 1171943 39064,766667
C9: 0,496 0,518 153324,5 5110,816667

```

```

35 3 1 6
55 1 2 6 10
58 1 2 3 4 5 17 18 20
67 1 3 9 14
68 1 3 13 15

```

Рис. 38. Фрагмент файла *ERIModes5.ini*Рис. 37. Пример файла *log.txt*

### Конвертор PSpice – АСОНИКА-Б

При интеграции системы PSpice и подсистемы анализа показателей надежности РЭС с учетом реальных режимов работы ЭРИ АСОНИКА-Б выполняются следующие действия:

- электрические характеристики (токи, напряжения, мощности и др.), полученные в результате расчета электрической схемы в системе PSpice, сохраняются в текстовом файле в виде структуры <Позиционное обозначение ЭРИ> <Сила тока в А> <Напряжение в В> <Мощность в Вт> <другие возможные электрические характеристики>;
- данный текстовый файл передается в подсистему АСОНИКА-Б;
- на основе полученных электрических характеристик в подсистеме АСОНИКА-Б рассчитываются показатели надежности РЭС, в том числе каждого ЭРИ.

### Конвертор PSpice – АСОНИКА-Р

При интеграции системы PSpice и подсистемы автоматизированного заполнения карт рабочих режимов ЭРИ АСОНИКА-Р выполняются следующие действия:

- электрические характеристики (токи, напряжения, мощности и др.), полученные в результате расчета электрической схемы в системе PSpice, сохраняются в текстовом файле в виде структуры <Позицион-

ное обозначение ЭРИ> <Сила тока в А> <Напряжение в В> <Мощность в Вт> <другие возможные электрические характеристики>;

- данный текстовый файл передается в подсистему АСОНИКА-Р;
- на основе полученных электрических характеристик в подсистеме АСОНИКА-Р формируются карты рабочих режимов ЭРИ.

В системе PSpice проводится расчет электрической схемы и с помощью конвертора создается файл *log.txt* (рис. 37). Структура файла *ERIModes5.ini*, согласно которой происходит считывание электрических параметров, имеет вид, показанный на рис. 38.

Опишем структуру файла *ERIModes5.ini*: 1-й столбец – номер формы (например, 68 – резисторы); 2-й столбец – число передаваемых электрических параметров; 3-й столбец и последующие – передаваемые параметры.

Затем для каждой формы приводятся позиционные обозначения параметров элементов, входящих в моделируемую конструкцию. Так, для формы 55 (диоды):

- 1 – выпрямительный режим, постоянный или средний выпрямленный ток, мА;
- 2 – выпрямительный режим, максимальный импульс тока при включении, А;
- 6 – максимальное обратное напряжение, В;
- 10 – коэффициент нагрузки.

Для формы 58 (транзисторы биполярные):

- 1 – статический режим, напряжение коллектор-эмиттер, В;
- 2 – статический режим, напряжение коллектор-база, В;
- 3 – статический режим, напряжение эмиттер-база, В;
- 4 – статический режим, ток коллектора, А;
- 5 – статический режим, ток базы, А;
- 17 – средняя мощность, Вт;
- 18 – импульсная мощность, Вт;
- 20 – коэффициент нагрузки.

Для формы 67 (конденсаторы):

- 1 – постоянное напряжение, В;
- 3 – импульсное напряжение, В;
- 9 – реактивная мощность, ВАр;
- 14 – коэффициент нагрузки.

Для формы 68 (резисторы):

- 1 – постоянное напряжение, В;
- 3 – импульсное напряжение, В;
- 13 – суммарная мощность, Вт;
- 15 – коэффициент нагрузки.

**Александр Шалумов,**  
д.т.н., профессор,  
генеральный директор  
ООО "НИИ "АСОНИКА"

**Максим Тихомиров,**  
к.т.н.,  
старший научный сотрудник  
ООО "НИИ "АСОНИКА"

E-mail: als@asonika-online.ru



## ВРЕ, ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ О ПОИСКЕ ФАЙЛОВ В SOLIDWORKS PDM

**S**OLIDWORKS PDM — это система контроля конструкторской документации. Программное обеспечение устанавливается на SQL-сервер, тип которого зависит от конфигурации PDM. Если вы используете PDM Standard, это будет SQL Express, а если PDM Professional — полноценная база SQL.

Хранилище PDM состоит из двух частей:

- база данных Microsoft® SQL Server®, содержащая метаданные для хранилища;
- сервер архивации, в котором размещены физические версии файлов в хранилище.

Соответственно, мы можем выполнить в хранилище PDM два разных типа поиска.

Первый и наиболее распространенный тип — поиск метаданных. По сути это SQL-запрос к базе данных.

Второй тип — поиск данных, существующих внутри физических файлов, то есть поиск на сервере архивации, для чего потребуется установка Windows® Search или службы индексирования Microsoft.

Именно этот сервис SOLIDWORKS использует для каталогизации физических файлов на сервере архивации.

Все поиски преобразуются в запрос SQL, а затем отправляются для обработки на сервер, который генерирует список результатов и передает их в клиентскую систему для отображения.

SOLIDWORKS PDM предоставляет возможность поиска по содержимому и свойствам физических файлов, хранящихся в файловой структуре сервера архивации. Эта функция доступна только в SOLIDWORKS PDM Professional.

Чтобы запустить встроенный инструмент поиска, необходимо выбрать функцию *Полный поиск* из раскрывающегося списка, расположенного в правом верхнем меню (рис. 1).

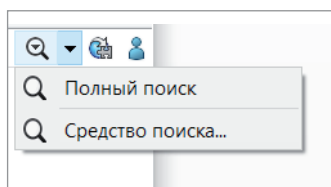


Рис. 1. Запуск инструмента поиска

Прежде чем продолжить, разберемся с понятиями "файл зарегистрирован/разрегистрирован".

Если один из пользователей разрегистровал (взял на редактирование) файл, до повторной регистрации этого файла данным пользователем или администратором никто другой не сможет вносить в него изменения.

Вы можете произвести поиск файлов, указав, кем они должны быть зарегистрированы/разрегистрированы, для отображения в результатах (рис. 2). Это может пригодиться, например, когда пользователь ушел в отпуск или уволился, оставив разрегистрированные файлы, или при необходимости проверить, все ли взятые на редактирование файлы были вновь зарегистрированы в хранилище.

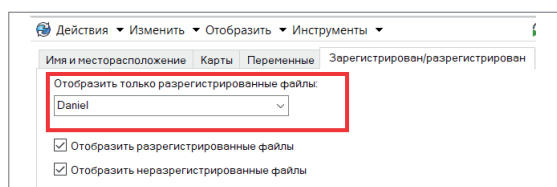


Рис. 2. Зарегистрированные/разрегистрированные файлы



Рис. 3. Карточка данных для папки

Рис. 5. Поиск по значениям переменных *Проверил*, *Разработал*

Рис. 4. Карточка данных для чертежа  
SOLIDWORKS

Рис. 6. Поиск по версиям файла

Рис. 7. Поиск по состоянию в потоке работ/выполненным переходам

Рис. 8. Настройки карточки поиска

SOLIDWORKS PDM поддерживает большое количество файлов, и для каждого из них или для определенной группы можно создать карточку данных со своим набором атрибутов (рис. 3-4). Функция расширенного поиска позволяет сформировать в карте данных выборку по переменным, заранее проверяя файлы определенных расширений, что значительно ускоряет работу. Кроме того, бывают случаи, когда требуется произвести поиск с определенными условиями, — к примеру, отобразить файлы, которые проверил Петров или разработал Сидоров, либо показать все файлы, в которых переменная масса больше 50 килограммов, и т.д. Для этого

следует задать требуемые условия во вкладке *Переменные* (рис. 5). Также существует возможность производить поиск по версиям файла: по определенному комментарию, по времени и т.д. (рис. 6). В процессе работы над проектом, особенно в больших организациях, согласование документов нередко затягивается по самым разным причинам — начиная от неправильно настроенного потока работ и заканчивая банальным "забыл" от пользователя. В SOLIDWORKS PDM реализована система оповещений, которая срабатывает при нахождении документа в одном состоянии дольше определенного време-

ни. Однако если требуется найти этот документ в хранилище, удобнее пользоваться расширенным поиском, перейдя во вкладку *Поток работы*. Здесь вы можете произвести поиск по принадлежности к потоку работ и сделанным переходам (рис. 7). Если вам необходимо разграничить права на использование поиска или дополнить его новыми вкладками, следует произвести соответствующую настройку в инструменте администрирования (рис. 8). Итак, мы рассмотрели основной функционал расширенного поиска, но что делать с его результатами? Результаты поиска регулируются набором столбцов.

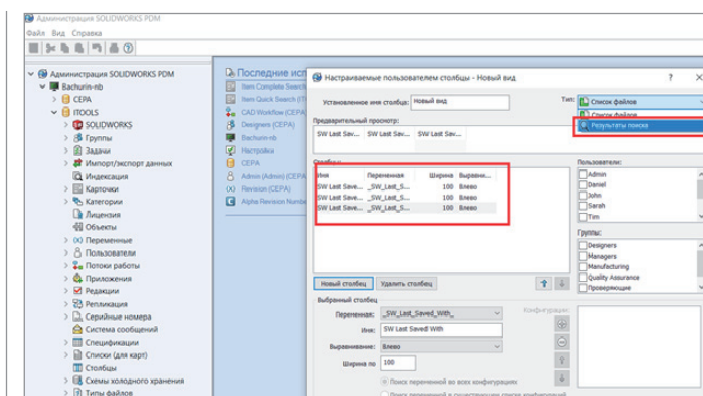


Рис. 9. Создание нового набора столбцов

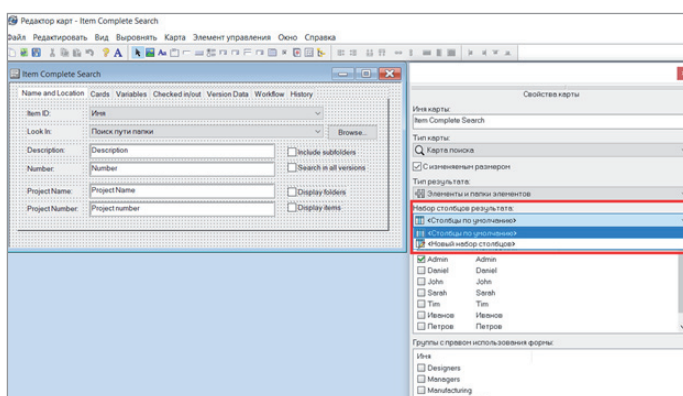


Рис. 10. Выбор, какой набор столбцов будет в качестве результата

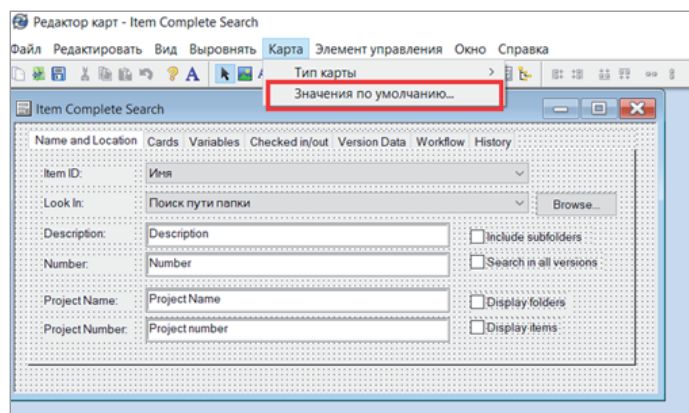


Рис. 11. Инструмент Значения по умолчанию

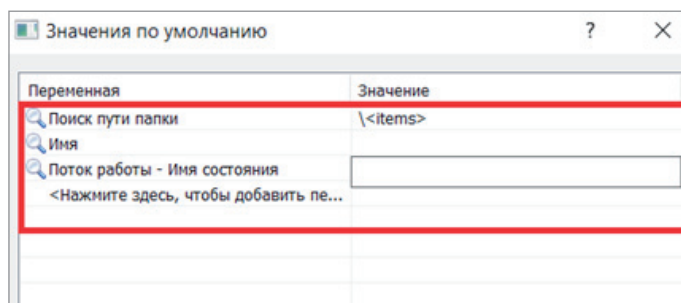


Рис. 12. Инструмент Значения по умолчанию

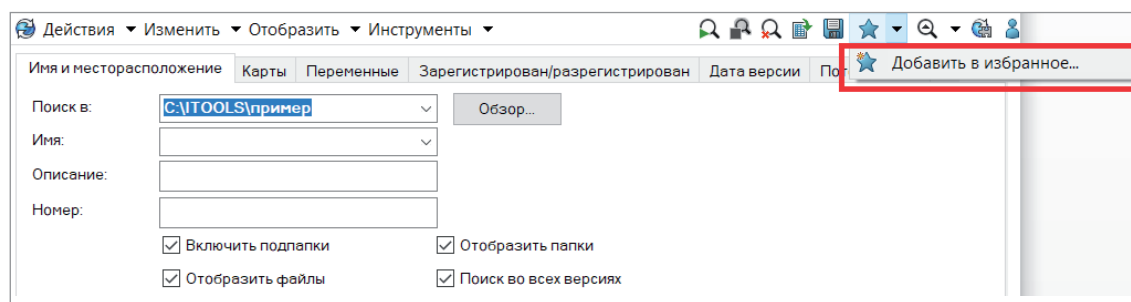


Рис. 13. Избранный поиск

В SOLIDWORKS PDM реализованы стандартные наборы столбцов. Если они вас не устраивают, вы можете создать свои собственные. Для этого необходимо перейти в инструмент администрирования и связать столбцы с переменными (рис. 9). Чтобы в качестве результата поиска был применен настроенный вами набор столбцов, необходимо выбрать его в карточке поиска (рис. 10). Для оптимизации работы рекомендуется использовать столбцы, которые отображают только необходимые вам результа-

ты поиска. Это позволит сделать запрос более эффективным и, соответственно, увеличить производительность. Кроме того, для экономии времени можно использовать инструмент *Значения по умолчанию* (рис. 11-12). Это можно сделать, открыв карточку поиска в редакторе карт и выбрав *Карта* → *Значения по умолчанию*. После полной настройки карточки поиска вы можете добавить ее в *Избранное* и поделиться ею с другими пользователями, у которых есть соответствующие права доступа (рис. 13).

Производительность SOLIDWORKS PDM зависит не только от самой программы, но и от SQL Server, на который она устанавливается. Чтобы оптимизировать поиск, необходимо изменить настройки базы данных хранилища для модели восстановления и размера файла журнала. Выберите в окне *Свойства базы данных* напротив пункта *Модель восстановления* значение *Простая* с помощью инструмента Microsoft SQL Server Management Studio (рис. 14). Повысить производительность также может помочь контроль размера файла

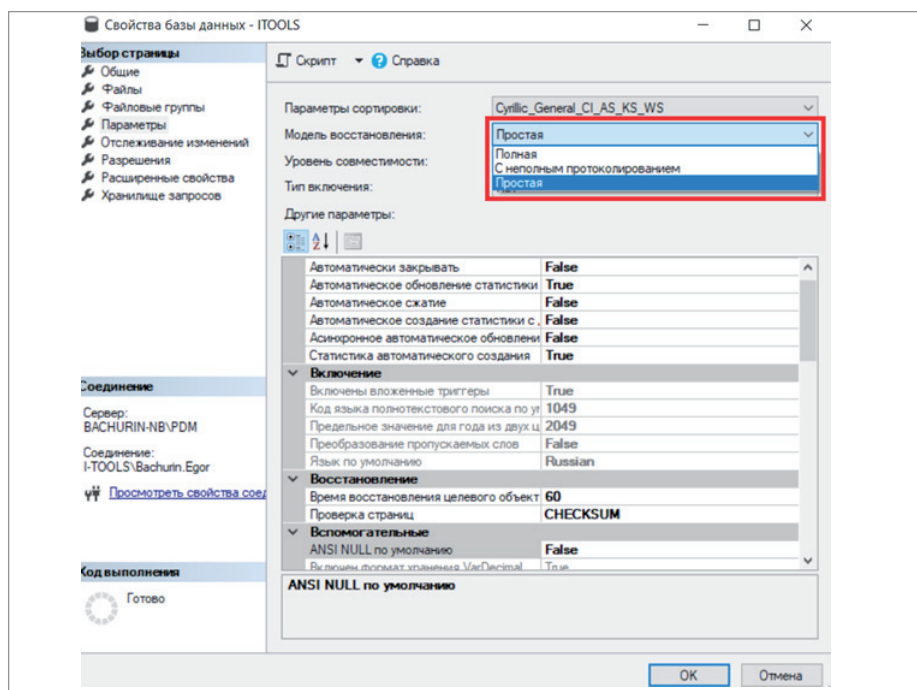


Рис. 14. Изменение модели восстановления SQL Server

журнала транзакций. Для этого необходимо создать задачу сжатия файла журнала (рис. 15-16).

Логика достаточно проста: чем быстрее выполняется запрос на SQL Server, тем быстрее работает поиск в SOLIDWORKS PDM. Поэтому важно оптимизировать набор параметров поиска таким образом, чтобы его выполнение заняло минимум времени. Для этого укажите как можно больше подробностей.

Рассмотрим несколько примеров.

- Если искомые файлы находятся не в корневой папке, а где-то в подпапке, обязательно введите наиболее известный путь.
- SOLIDWORKS PDM всегда выполняет поиск с неявными подстановочными знаками. Эти символы подстановки используются как до, так и после поискового запроса. Например, при поиске по слову "part" SOLIDWORKS

PDM фактически будет искать "\* part \*". Вы можете изменить эту функцию, добавив подстановочный знак в свои условия поиска. Например, если выполнить поиск по слову "part \*", то результаты будут получены быстрее: SOLIDWORKS PDM будет искать "part \*" вместо "\* part \*". Это означает, что поиск проигнорирует любое имя, которое не начинается с букв p, a, r, t.

- Если вы знаете точное имя файла, введите его в поле *Имя*. Чтобы найти точное совпадение, используйте в терминах поиска символ "=". Например, поиск строки "123" вернет "0123984.sldprt" и "G123-9a.sldprt" из-за неявного использования подстановочных знаков. Поиск "=" 123.sldprt" вернет только "123.sldprt".
- Исключите типы файлов, которые не нужны в результатах поиска. Для этого предназначен оператор "!". Чтобы исключить из поиска детали SOLIDWORKS, используйте "!sldprt". Применение оператора "!" перед словом для исключения будет работать для любой строки.
- Используйте несколько терминов в графе *Имя*, разделяя их пробелом или запятой. Несколько введенных терминов будут выполнять операцию "ИЛИ". Благодаря представленным фильтрам и настройкам поиска вы сможете работать в SOLIDWORKS PDM гораздо эффективнее.

*Егор Бачурин,  
ITOOLS,  
инженер CAD/PDM  
E-mail: Bachurin.egor@i-tools.info*

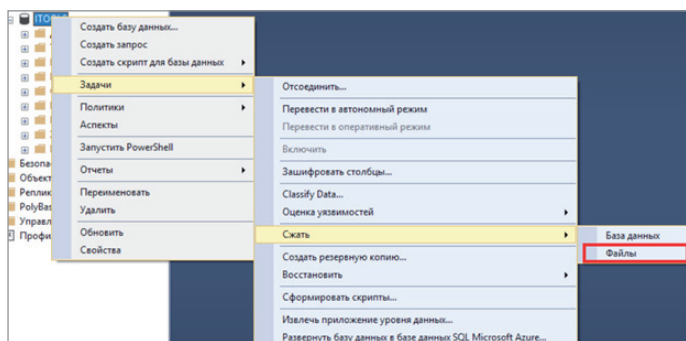


Рис. 15. Сжатие файла журнала

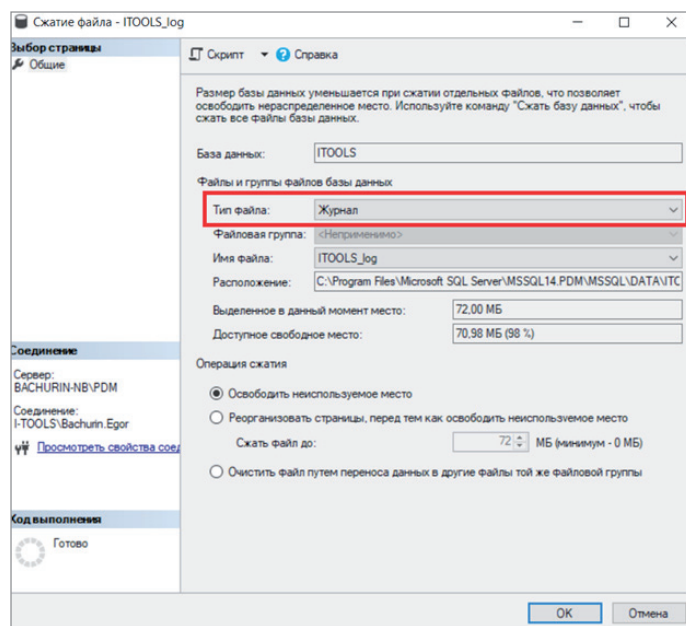


Рис. 16. Сжатие файла журнала





\_\_\_\_\_

На сегодняшний день существует достаточное количество программ для решения названных задач. В этой статье мы рассмотрим пример инженерного геотехнического расчета с применением широко известного российского геотех-

PLAXIS предлагает более 15 моделей грунта, с помощью которых можно рассчитать и спрогнозировать НДС системы "грунтовое основание – сооружение". Дополнительные инстру-

Модульная система программного комплекса PLAXIS обеспечивает выполне-

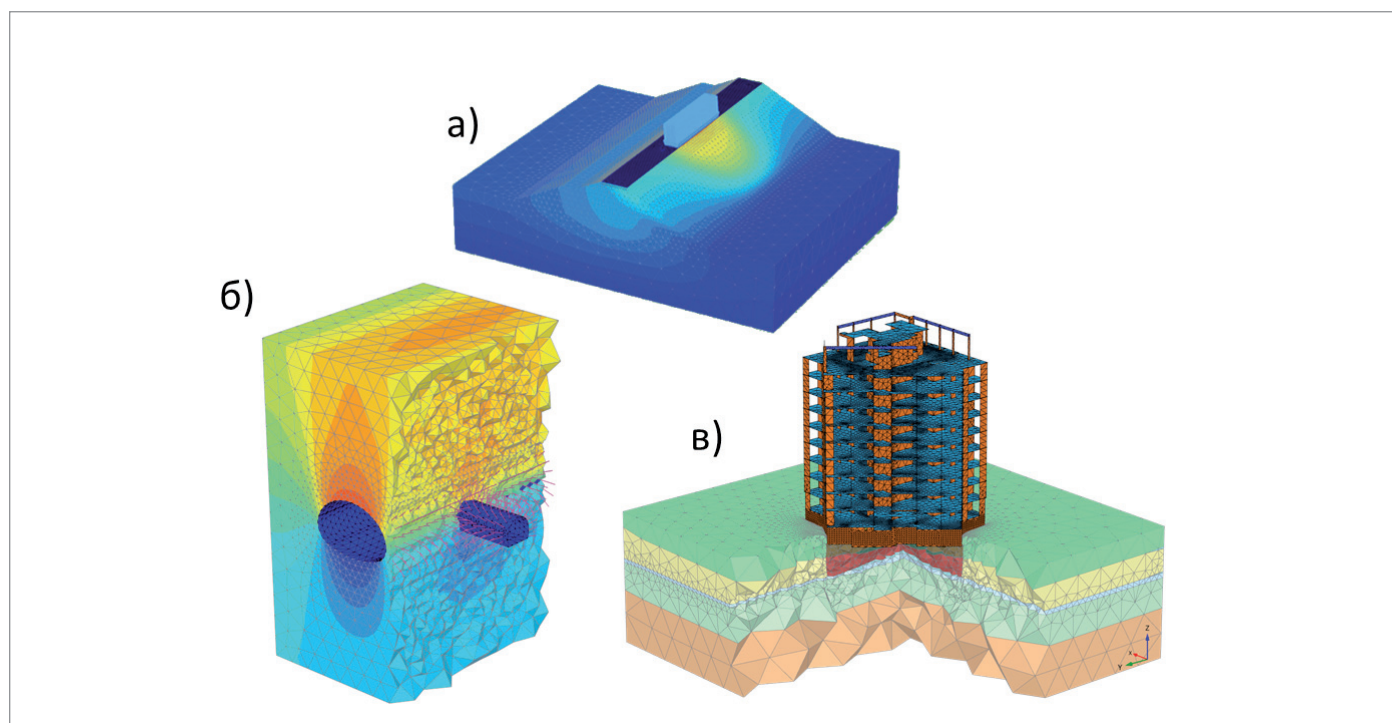


Рис. 1. Области применения PLAXIS: а) транспортное и гидротехническое; б) прокладка тоннелей; в) промышленно-гражданское

ние основных видов расчетов: напряженно-деформируемое состояние (НДС), консолидация, устойчивость, фильтрация, динамические и температурные воздействия (рис. 2).

Работа программы основана на принципах численного моделирования с использованием метода конечных элементов. Это позволяет моделировать многие геотехнические задачи, такие как возведение сооружений, устройство фундаментов, откопка котлованов и их ограждение, решение гидротехнических задач, учет динамического воздействия от

транспорта, оборудования или от сейсмических нагрузок. Численное моделирование обеспечивает возможность прогнозировать развитие событий при негативных природных или техногенных воздействиях. Это позволяет адекватно оценить ситуацию и выбрать оптимальный вариант конструктивного решения или мероприятия по инженерной защите.

Рассмотрим применение программного комплекса PLAXIS на примере дорожного строительства.

На одном из крупнейших объектов транспортной инфраструктуры подряд-

ной организацией стала зарубежная строительная компания. Первоначальное проектное решение предусматривало устройство насыпи на слабых грунтах большой (около 35 м) мощности с необходимостью формирования на некоторых участках вертикального откоса (в условиях городской застройки) со свайным основанием. Для протяженного линейного объекта, имеющего широкую (местами более 50 м) подошву, использование большого количества буронабивных свай диаметром около метра означало существенный рост стоимости. Рассмотренные на первом этапе альтернативные решения предполагали другие варианты свай (щебеночные, DDS), и следует отметить, что крупные петербургские компании, предлагающие эти технологии, предоставляли свои расчеты в программном геотехническом комплексе PLAXIS. Кроме того, обсуждались различные методы обеспечения вертикального откоса: армогрунтовая, габионная и железобетонная конструкции.

Окончательное решение, принятое проектным институтом, предполагало использование буронабивных свай, гибкого геосинтетического ростверка из высокопрочного тканого геотекстиля, а также армогрунтовую конструкцию для обеспечения вертикального откоса. Однако зарубежный подрядчик с целью экономии решил использовать есте-

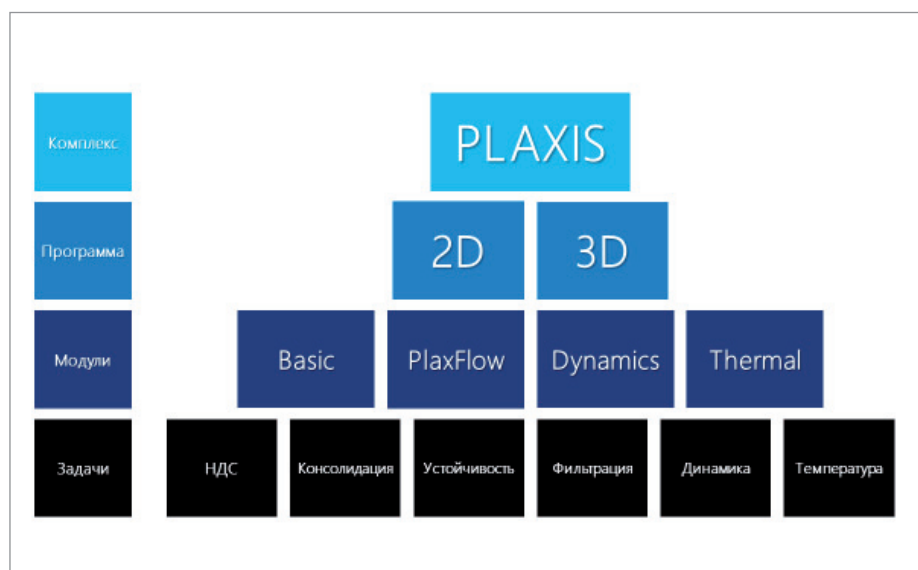


Рис. 2. Структура программного комплекса PLAXIS

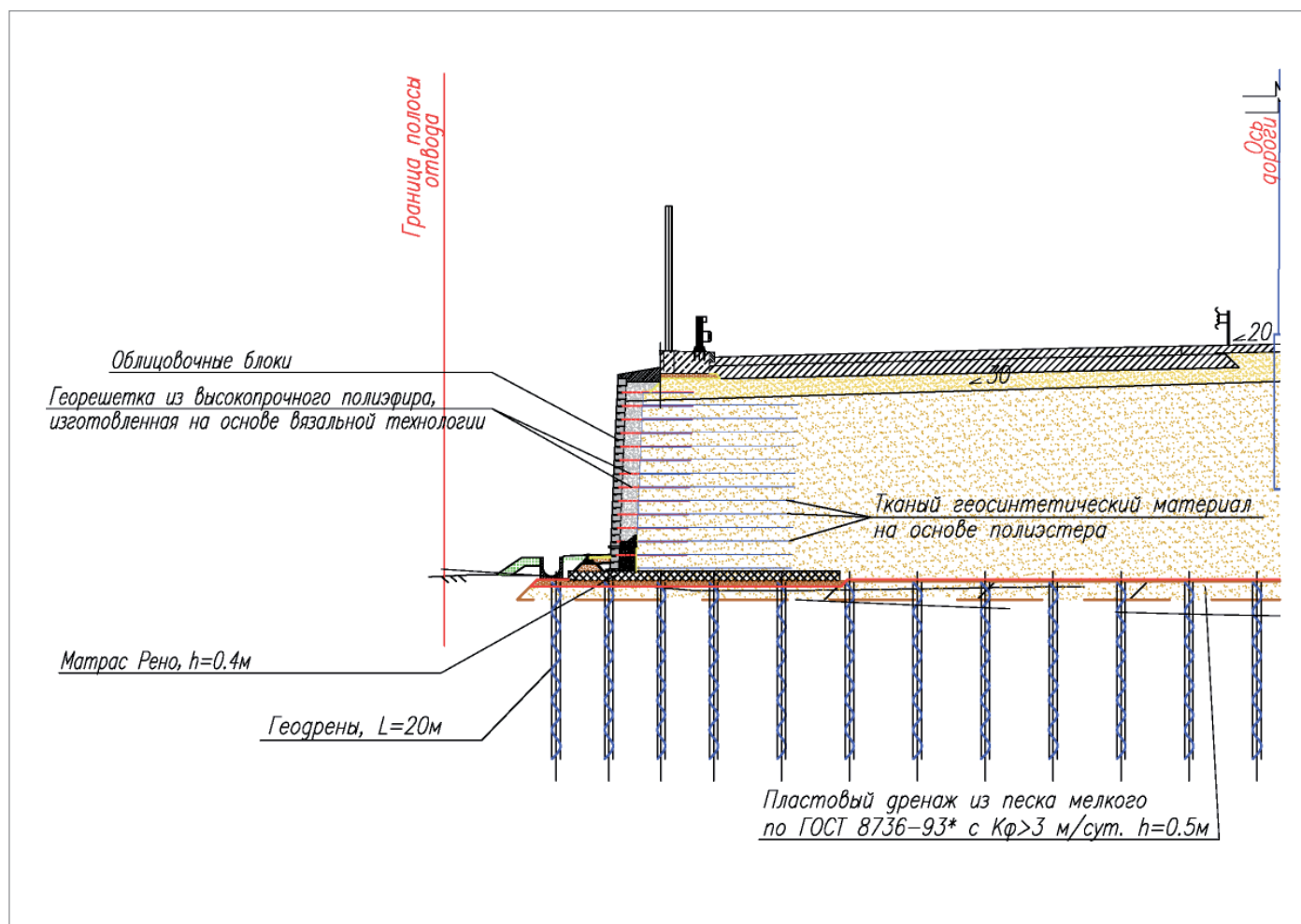


Рис. 3. Конструкция армогрунтовой подпорной стены на слабом основании

ственную прочность грунта, повышающуюся в процессе консолидации, и свести к минимуму затраты на мероприятия по стабилизации грунтового основания. В связи с этим проект подлежал изменению для оптимизации его стоимости. Следует отметить, что первоначальное проектное решение было достаточно консервативным и тиражировалось на всех объектах с аналогичными инженерно-геологическими условиями. При этом расчетное обоснование выполнялось с использованием методов, применявшихся в прошлом столетии для, по возможности, надежных расчетов вручную. Новое же решение требовало более современного подхода, обеспечивающего снижение затрат, неизбежных при консервативной методике, основанной на применении упрощенных приемов. Этого предполагалось достичь путем использования инструмента, потенциал которого был определен еще в 80-х годах прошлого века. Метод конечных элементов (МКЭ) считается

наиболее подходящим для решения геотехнических задач самой разной сложности. Программный комплекс PLAXIS не только имеет в своем арсенале более реалистичные модели грунтов (от достаточно простой SoftSoil, параметры которой могут быть получены по результатам стандартных испытаний, до Hardening SoilSmall — одной из лучших из доступных на сегодняшний день моделей, или модели NGIADP, позволяющей оценивать сложное анизотропное напряженное состояние сооружений на слабых грунтах), но и обеспечивает возможность производить расчет с учетом изменений прочности в процессе консолидации (упрочнение), что и требовалось для рассматриваемого объекта. Благодаря использованию PLAXIS с универсальным типом поведения моделей по условиям дренирования UndrainedA было получено решение, альтернативное дорогостоящей свайной конструкции. Возведение насыпи производится в две стадии: первая — отсып-

ка крутого армированного откоса на вертикальной системе дренирования с применением геосинтетических ленточных дрен, а также мешков с пригрузом на месте последующего возведения облицовочной системы; вторая начинается после полного рассеивания избыточного порового давления и завершения процесса консолидации. Мешки с временным пригрузом убирают, а на их месте устанавливается облицовочная стена из вибропрессованных блоков, которая крепится к армогрунтовому откосу (рис. 3).

После успешного прохождения государственной экспертизы и многочисленных дополнительных проверок со стороны заказчика строительство объекта началось. Основная его часть была построена в соответствии с рабочей документацией, однако на одном из участков возникли осложнения, связанные с согласованием проведения работ вблизи ЛЭП. Ситуация потребовала отступлений от рабочей документации,





Рис. 4. Прогал в насыпи (слева – путепровод, справа – отсыпанная часть насыпи)

что привело к временному отсутствию насыпи в том месте, где она должна была своим весом обеспечивать процесс консолидации (рис. 4).

В ходе совещания проектной и подрядной организаций с привлечением для консультации специалистов-геотехников было выработано решение начать возводить насыпь на месте прогала обычными темпами, а параллельно выполнить расчеты требуемого пригруза

и времени консолидации. Зарубежная геотехническая компания предложила свою помощь в выполнении численного моделирования сложившейся ситуации и прогноза принятого решения в трехмерной постановке в программе PLAXIS 3D. Потребность в трехмерном моделировании связана с необходимостью учесть в продольном направлении, с одной стороны, цементацию грунта по технологии Jet, а с другой – ленточные

дрены и уже возведенную на полную высоту насыпь и отсутствие влияющих воздействий в поперечном направлении. Такая схема не имеет отношения к одномерной консолидации, и поэтому задача решается только в пространственной постановке.

Выполненные расчеты показали, что величина временного пригруза и время его выдержки для стабилизации слабого основания вполне приемлемы для отведенных сроков и возможностей подрядной организации (рис. 5). Кроме того, быстро выполненный расчет позволил убедиться в правильности выбранного решения, которое было намного выгоднее рассматриваемых альтернативных вариантов (свайное основание или облегченная насыпь из пенополистирола).

В строительной практике нередко встречаются ситуации, когда требуется принимать решения, которые не были проработаны и предусмотрены проектной документацией. До появления доступных программ численного моделирования такие проблемы решались прикладными инженерными расчетами, однако необходимость использования коэффициентов запаса, компенсирующих простоту вычислительных формул и методов, приводит к сложностям при выборе альтернативных вариантов, поскольку разница между результатами не всегда существенна.

Моделирование с помощью геотехнических программ обеспечивает более реалистичную оценку как самой сложившейся ситуации, так и моделируемого на ее основе прогноза.

В рассмотренном примере использование программного комплекса PLAXIS позволило снизить стоимость строительства без ущерба для надежности, а также оперативно решить возникшие на строительной площадке задачи.

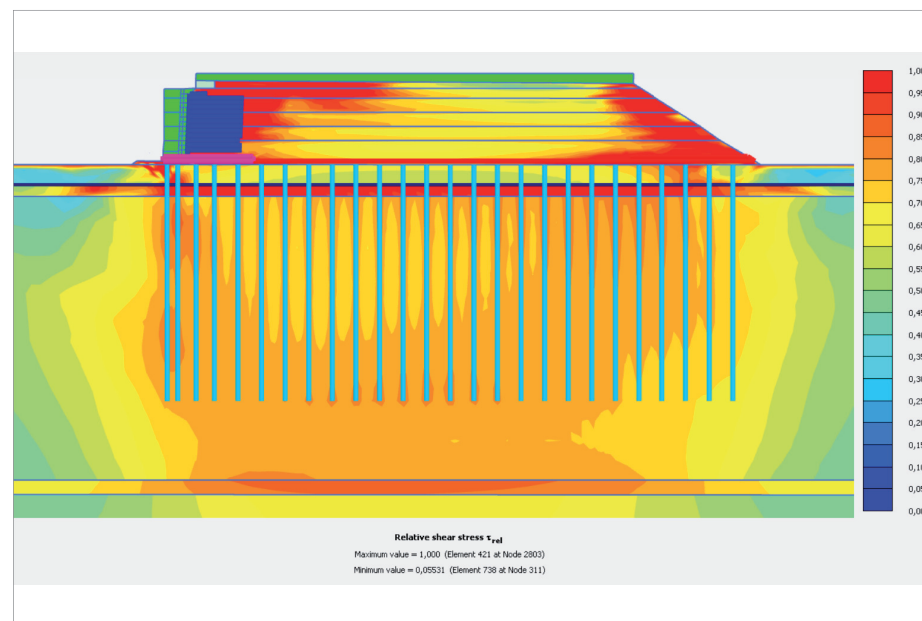


Рис. 5. Изополюса зон стабильности (относительная прочность) на поперечном разрезе насыпи (показаны ленточные геодрены)

**Евгений Федоренко,**  
к.г.-м.н., инженер-геотехник,  
научный консультант

**Рушан Гизатуллин,**  
инженер-геотехник

ООО "НИИ-Информатика"



## ➤ КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ В ЭНЕРГЕТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MODEL STUDIO CS

С о времен, когда в распоряжении проектировщика были лишь карандаш, ластик и кульман, способы проектирования шагнули далеко вперед. Подходит к завершению даже то время, когда компьютер выполнял функцию инструмента черчения, средства ввода и компоновки информации, а вершиной автоматизации являлось копирование аналогичных элементов рабочей документации (РД) из узла в узел, из объекта в объект с внесением соответствующих изменений. Всем проектировщикам знакома картина, когда одни и те же люди годами "рисовали" и корректировали одни и те же инженерные решения, заполняли одни и те же формы. К чему это приводит, опять же все знают: глаз "замыливается", концентрация теряется и допускаются ошибки, которые хорошо еще если только увеличат трудозатраты, а не станут причиной срыва сроков, репутационных и финансовых потерь.

Компания CSoft открывает эпоху умного, сетцентричного проектирования, при котором система автоматизированного проектирования (САПР) освобождает инженера от однообразного каж-

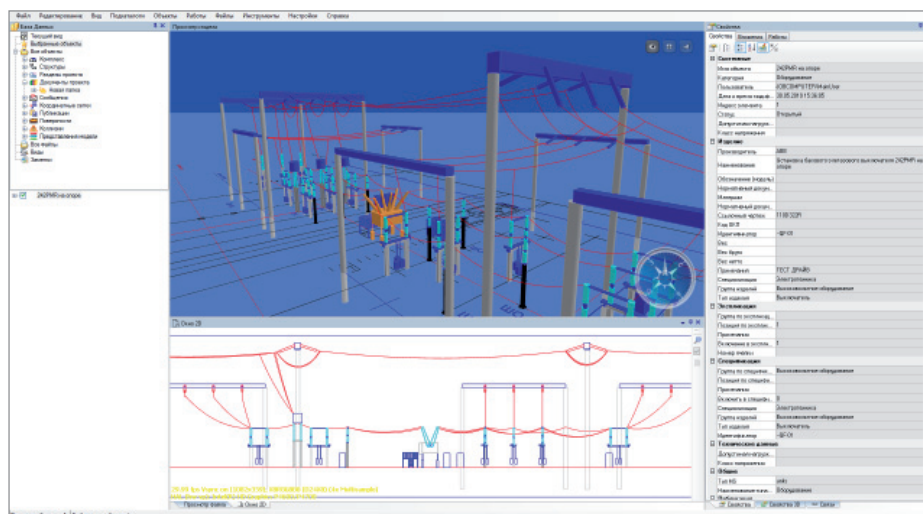
додневного рисования одних и тех же элементов, от знакомой каждому рутины. В качестве идеального решения для современного проектного института предлагается инновационный продукт Model Studio CS.

Model Studio CS стал результатом многолетней работы сотен программистов и инженеров, объединенных одной целью — создать революционно новый продукт для проектирования. При разработке был проанализирован весь доступный опыт лучших проектных институтов России, учтены ошибки конкурирующих программных продуктов, реализованы пожелания самых разных пользователей — от стратегических партнеров до рядовых клиентов CSoft.

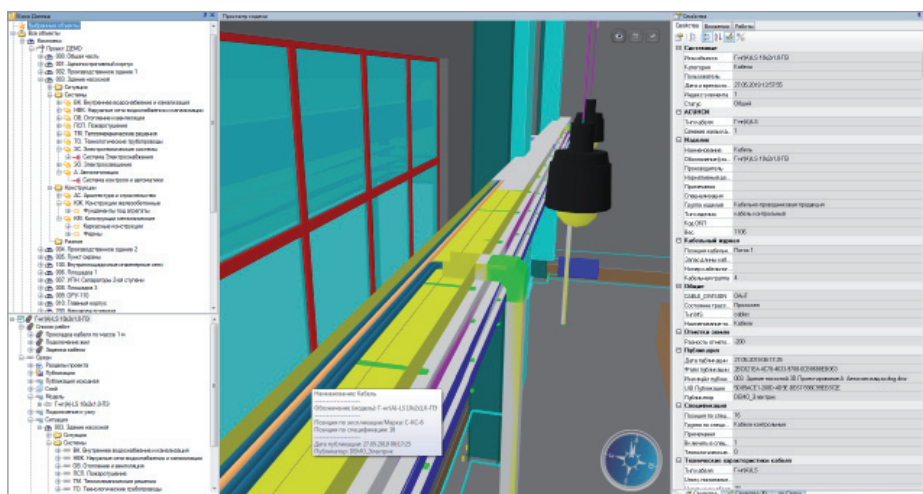
Model Studio CS предоставляет инженеру инструментарий для создания интерактивного продукта, позволяющий не заикливаться на технической стороне процесса и максимально упрощающий однообразные рутинные операции при одновременном сокращении их количества. Помимо помощи при проектировании, САПР от CSoft осуществляет проверку полноты внесенных пользователем исходных данных, что гарантирует

от будущих ошибок. Максимально упрощен процесс выгрузки результатов проектирования, а это краеугольный камень повышения производительности труда. Model Studio CS — комплекс профессиональных программно-инженерных решений (Model Studio CS Открытые распределительные устройства, Model Studio CS Электротехнические схемы, Model Studio CS ЛЭП и др.), профилированных под выполнение задач, стоящих перед проектным институтом. Благодаря разумному разделению функций решения не перегружены избыточным функционалом, что ускоряет процесс проектирования, а на первых этапах способствует быстрому освоению САПР. Программная среда от CSoft, частью которой является Model Studio CS, по праву считается самодостаточным продуктом для выпуска всего спектра РД, ТЗЗ, КЖ и иной документации при проектировании объекта любой сложности. CSoft стремится предельно упростить обращение с ПО и в то же время обеспечить пользователю получение максимально возможных результатов. Вот лишь один из множества примеров, иллюстрирующих удобство работы: реали-





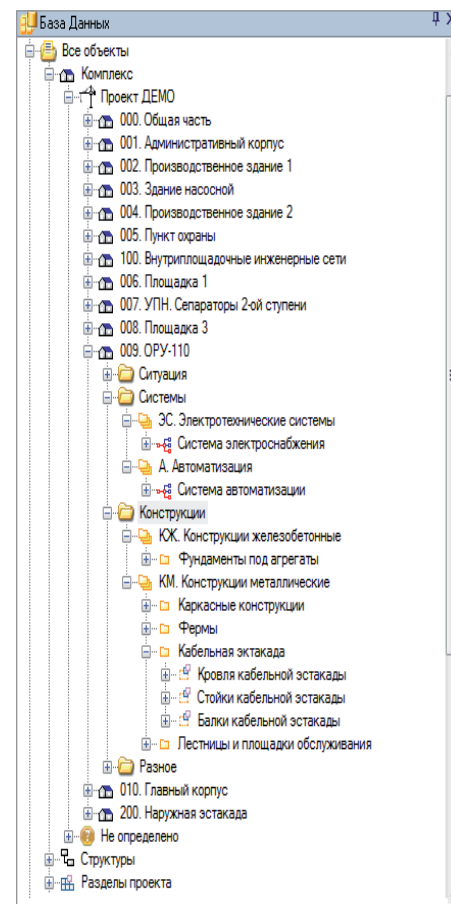
Пример ячейки ОРУ в CADLib Модель и Архив с разрезом 2D



Содержимое кабельного лотка с информацией о выделенном кабеле

зован механизм внутреннего чата, упрощающий процесс ведения неофициальной рабочей переписки между специалистами разных отделов и секторов. Model Studio CS располагает инструментарием для расчета необходимых величин, обеспечивающих правильную работу, тогда как программные аналоги требуют затрат на покупку дополнительного расчетного ПО. Зарубежные же программы не в состоянии служить полноценной альтернативой Model Studio CS – и вследствие их узкой запрофилированности, и по причине несоответствия отечественным нормам и стандартам. Попытка адаптации иностранного продукта к российским нормативам гарантирует немалые расходы и повышение трудозатрат, но не обещает получения нужных результатов. Вообще внедрение зарубежного ПО – задача не только сложная, но и неблагодарная (хотя бы из-за риска одномоментного отключения от поддержки и обновлений).

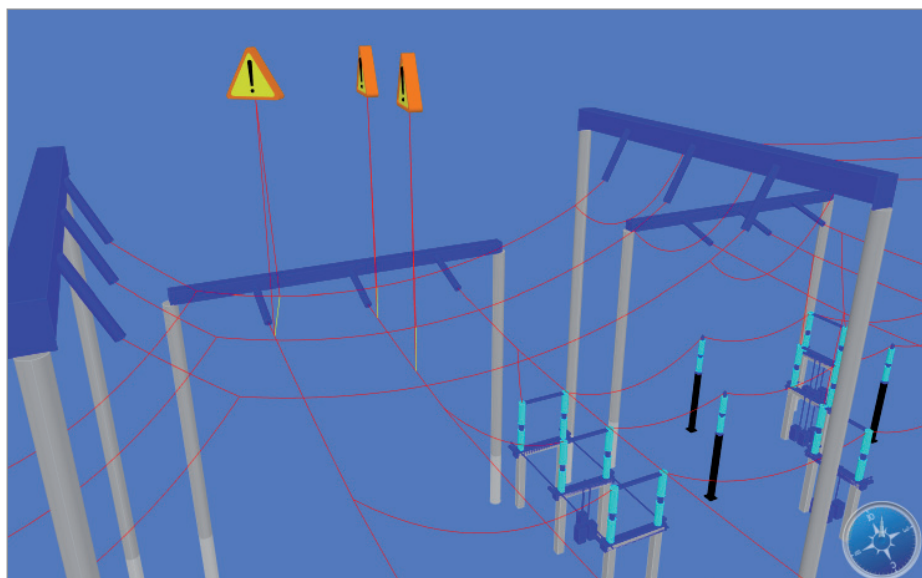
Можно потратить много месяцев, а то и лет на освоение иностранного программного продукта, вложить колоссальные средства в лицензии, потерять лояльность персонала, вынужденного занимать свободное время (именно свободное, сроки никто передвигать не будет) освоением ПО, не приспособленного для работы в российских условиях, – а в конце концов испортить отношения с заказчиками из-за некачественной РД и остаться у разбитого корыта. Добавим к сказанному, что подавляющее большинство зарубежных САПР имеет запутанный нерусифицированный либо плохо русифицированный интерфейс, а для элементарной выгрузки РД в редактируемый формат (\*.dwg) нередко требует "танцев с бубнами", то есть с промежуточными форматами и дополнительным платным ПО, что тоже означает повышение трудозатрат... Впрочем, вернемся к нашей основной теме. Model Studio CS работает в ком-



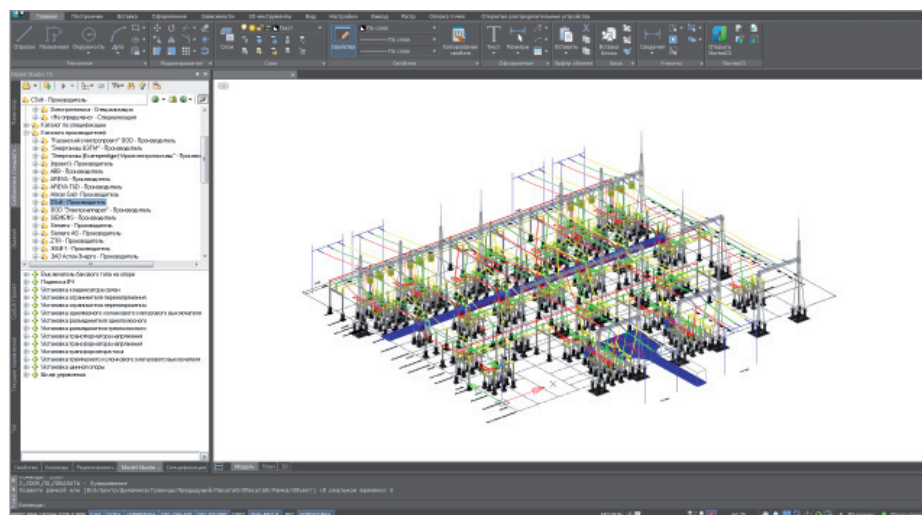
Пример дерева ОРУ в структуре БД, отображаемого в CADLib Модель и Архив

плексе с базой данных CADLib Проект. Это инструмент управления 3D-проектом, позволяющий объединить в едином информационном пространстве комплексную трехмерную модель объекта строительства, документацию, спецификацию, календарный план и любую другую информацию об объекте. Иначе говоря, CADLib Проект представляет собой единую базу, содержащую всю информацию о данном объекте: модели оборудования (технологического, электрического и др.), фундаменты под опоры и оборудование, изоляторы, колонны, ОПН, опоры ВЛЭП, гирлянды и т.д. Работает с базой CADLib Проект и программный комплекс CADLib Модель и Архив. Комплекс располагает инструментарием для анализа на предмет коллизий – недопустимых пересечений элементов трехмерной модели. Пользователь может развернуть базу на собственном ПК или подключиться

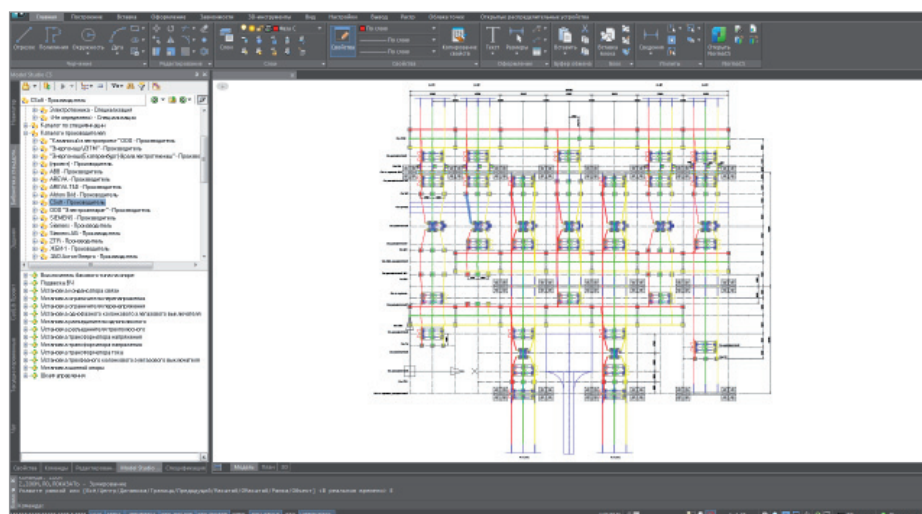




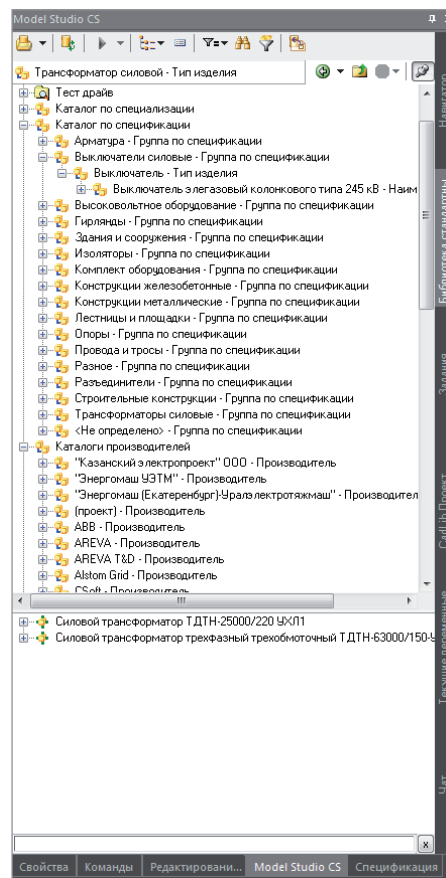
Пример коллизии, отображаемой в CADLib Модель и Архив: несоответствие изоляционного расстояния нормам ПУЭ



Компоновочный чертеж в режиме 3D

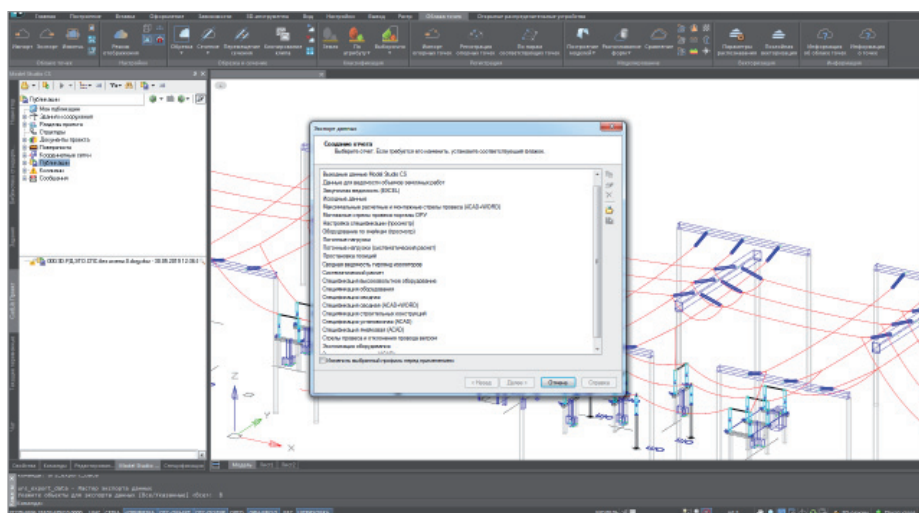


Компоновочный чертеж в режиме 2D



Перечень базовых элементов в библиотеке стандартных компонентов

к уже развернутой базе на сервере. Таким образом, возможность одновременной работы над одним проектом обеспечивается для сотен специалистов, благодаря чему максимально сокращаются сроки выпуска РД. Гибкость настройки прав доступа позволяет максимально защитить базу проекта от намеренного либо случайного повреждения или удаления. CADLib Проект обладает мощнейшим классификатором, позволяющим фильтровать элементы модели по множеству признаков. Систему CADLib Модель и Архив в сочетании с CADLib Проект можно одновременно рассматривать и как электронный архив, и как средство создания виртуальной модели, однако основными функциями этого продукта являются организация и контроль многопользовательской работы группы проектировщиков. Особого внимания заслуживает программный продукт Model Studio CS Открытые распределительные устройства. В комплексе с CADLib Проект он представляет собой мощное решение, позволяющее осуществлять компоновку оборудования в ОРУ, а после загрузки ре-



Перечень отчетов, сформированных в Model Studio CS Открытые распределительные устройства

зультатов проектирования в CADLib Проект объединять эти результаты с проектами зданий и сооружений.

В Model Studio CS Открытые распределительные устройства реализована поддержка всех классов напряжения, что полностью снимает ограничения на возможные объемы работ. База программы содержит стандартное оборудование, уже внесенное и запараметрированное разработчиком, но вместе с тем пользователю предоставлена возможность самостоятельно создавать оборудование, заносить его в базу и использовать при проектировании.

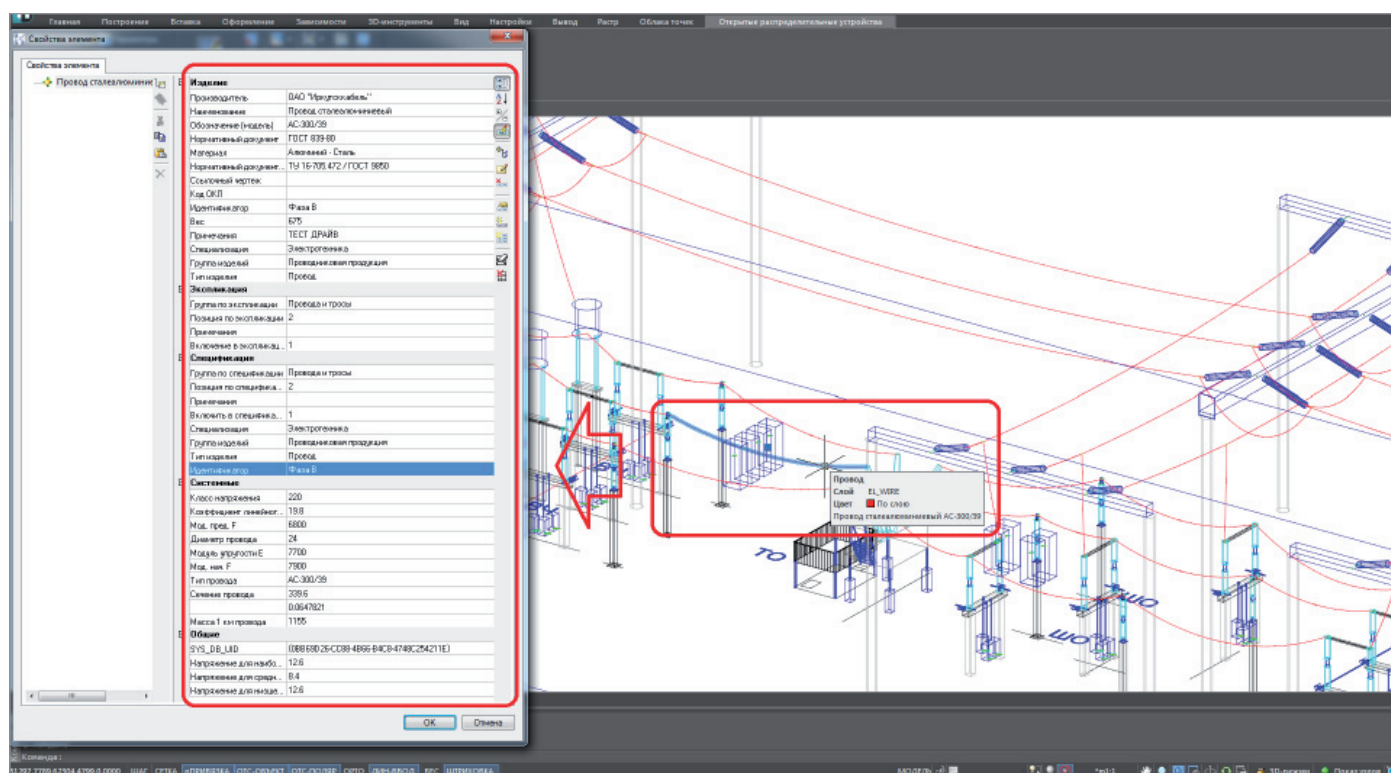
База стандартных компонентов включает обширный набор высоковольтного оборудования, гибкую и жесткую ошиновку, разнообразие шкафы, щиты, пульты типовых исполнений от различных производителей, порталы, опоры ВЛ, строительные металлоконструкции, кабельные конструкции, вспомогательные элементы, мебель, типовые элементы обстановки и озеленения, малые архитектурные формы.

Model Studio CS Открытые распределительные устройства выполняет все расчеты, необходимые для проектирования ОРУ. Интегрированная в САПР система механического расчета проводов, тросов и волоконно-оптических кабелей, встроенных в грозозащитный трос, а также автоматический расчет длин проводов/тросов/кабелей, тяжения, стрелы провеса существенно упростят жизнь проектировщику и заметно сократят сроки выпуска РД, а "правильная" отрисовка кривой провисания проводов/тросов/кабелей улучшит презентационные качества 3D-модели. Все расчеты проводятся в соответствии с существующими нормами. Следует упомянуть, что при расчете учитываются климатические нагрузки, а также нагрузки от арматуры крепления, гирлянд, прочего оборудования и проводов. Кривая провисания моделируется уравнением цепной линии, что позволяет повысить точность результатов расчета. Система расчета работает в режиме реального времени: непосредственно после отрисовки провода расчет выполняется автоматически и в дальнейшем обновляется каждый раз с изменением условий (например, при изменении высоты или перемещении портала осуществляются мгновенный перерасчет и перестроение кривых провисания). То же самое происходит и при смене других параметров, влияющих на провисание проводов. Пользователю доступен про-

ПОРТАЛ РАСЧЕТ СТРЕЛЫ ПРОВЕСА ПРИ ОДНОЙ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ НАГРУЗКЕ	
<p><b>I расчетный режим (гололед+ветер)</b></p> <p>Стрела провеса в низшей точке пролета определяется:</p> $f_1 = \frac{1}{T} * \left[ \frac{P * a_1 * b_1}{2} + \frac{(P_u - P) * l_u^2}{2} + \frac{Q_1 * a_1 * b_1}{L} \right]$	
<p><math>T</math> – максимальное тяжение, кг/м*мм<sup>2</sup></p> <p><math>P</math> – расчетная нагрузка на провода, воспринимаемая порталом, принимается из расчетного модуля программы ЭК СКР, кг/м*мм<sup>2</sup></p> <p><math>P_u</math> – расчетная нагрузка на гирлянду изоляторов, кг/м*мм<sup>2</sup></p> $P_u = \frac{Q_u}{l_u}$ <p><math>L</math> – длина пролета, м</p> <p><math>a_1</math> – расстояние от первого портала до точки подвеса нагрузки, м</p> <p><math>b_1</math> – расстояние от точки подвеса нагрузки до второго портала, м</p> <p><math>l_u</math> – длина гирлянды изоляторов, м</p> <p><math>Q_1</math> – вес нагрузки, кг</p> <p>Стрела провеса в расчетном режиме I в низшей точке пролета определяется:</p> $f_1 = \frac{1}{3000} * \left[ \frac{7,5 * 26 * 35}{2} + \frac{(62,115 - 7,5) * 11,78^2}{2} + \frac{97,5 * 26 * 35}{61} \right] = 2,9 \text{ м}$ <p><math>P_u = \frac{286,01}{5,89} = 48,55 \text{ кг}</math></p> <p>Для учета веса гололеда, покрывающего гирлянду, увеличим вес на 30 %, получим 48,55*1,3=63,155 кг</p> <p><b>II расчетный режим (при монтаже)</b></p> <p>Стрела провеса в расчетном режиме II в низшей точке пролета определяется:</p> $f_1 = \frac{1}{1946} * \left[ \frac{5,16 * 26 * 35}{2} + \frac{(48,55 - 5,16) * 11,78^2}{2} + \frac{75 * 26 * 35}{61} \right] = 3,36 \text{ м}$	

Отчет в формате документа Word





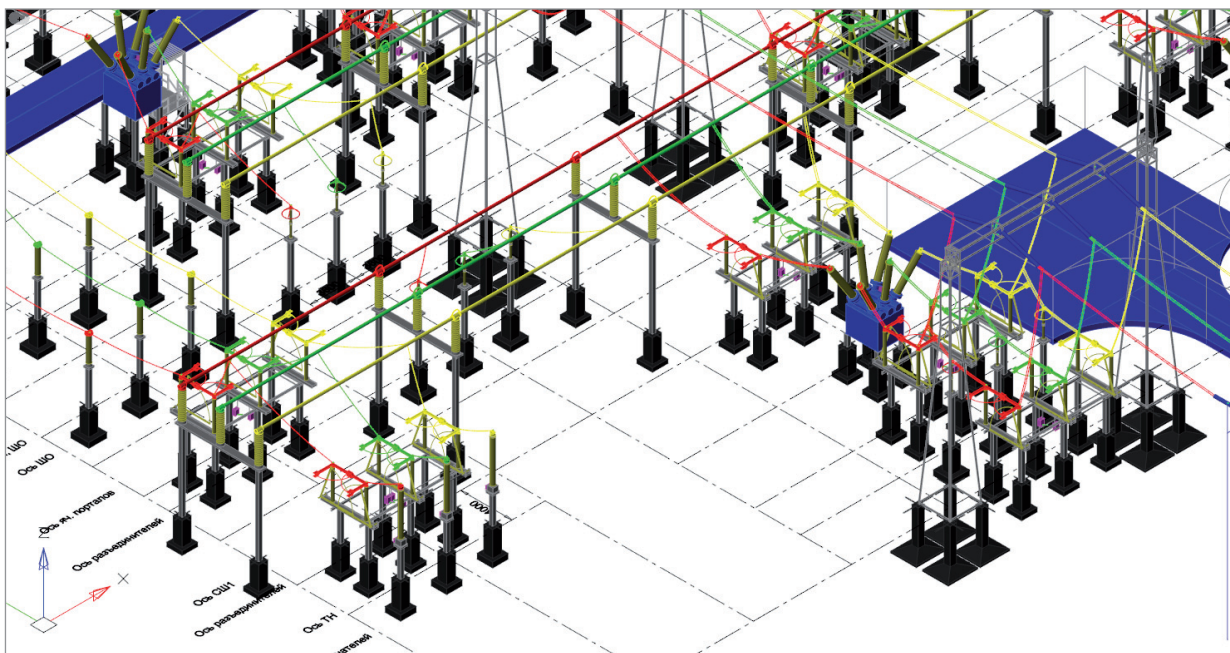
Пример отображения свойств выделенного кабеля в Model Studio CS Открытые распределительные устройства. При наведении курсора на объект после секундной задержки появится всплывающее сообщение с общей информацией. Сообщение не перегружено избыточными сведениями, что самым положительным образом сказывается на восприятии его содержания

смотр всех расчетных режимов. В случае инженерной неточности или ошибки система Model Studio CS Открытые распределительные устройства сможет подстраховать пользователя, автоматически проверив изоляционные расстояния в соответствии с таблицей 4.2.54 ПУЭ-7, и выдаст полный отчет.

Вот неполный список отчетов, которые могут быть получены после установки программного комплекса Model Studio CS Открытые распределительные устройства:

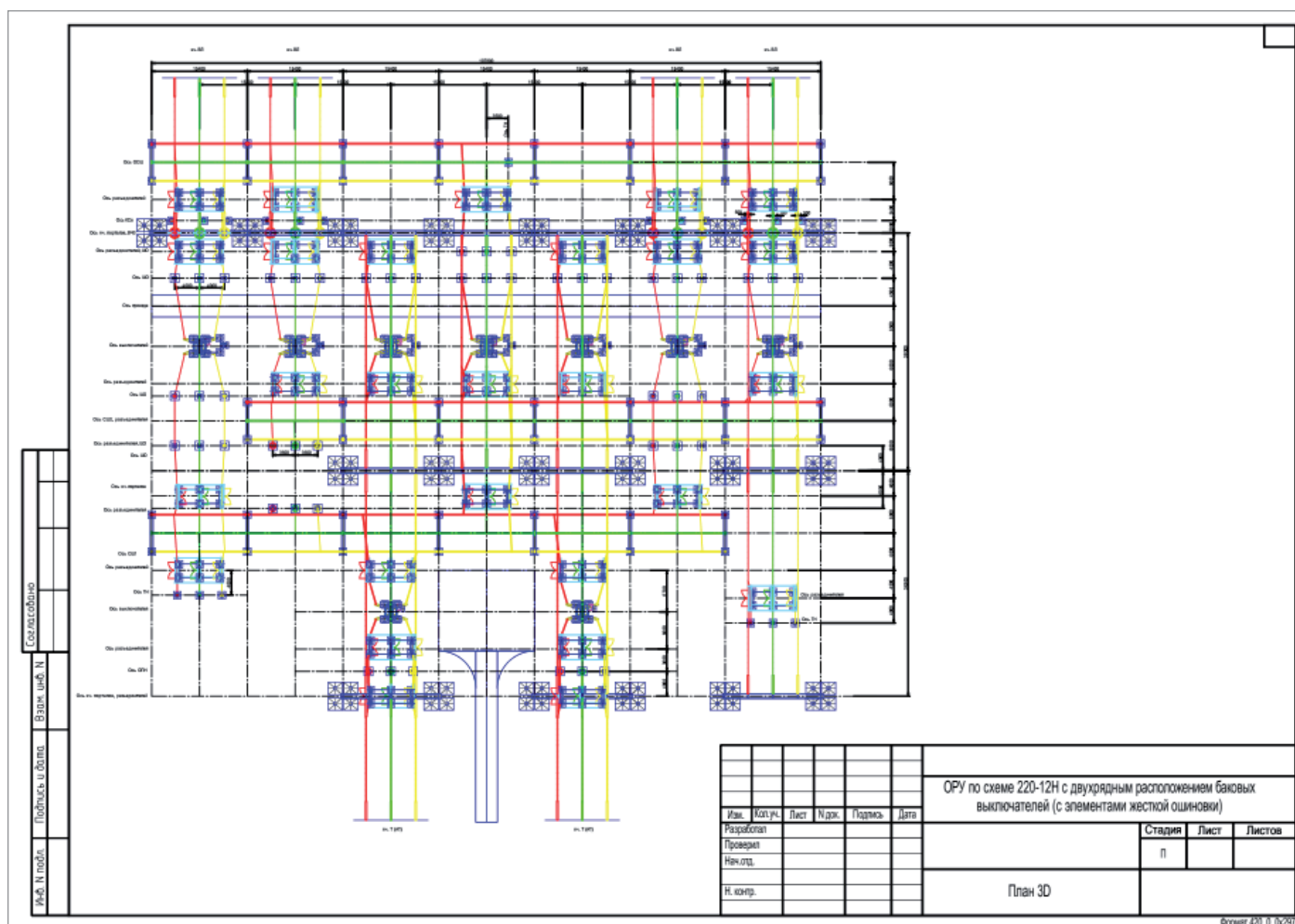
- выходные данные Model Studio CS;
- данные для ведомости объемов земляных работ;

- закупочная ведомость;
- исходные данные;
- максимальные расчетные и монтажные стрелы провеса;
- монтажные стрелы провеса провода на порталах ОРУ;
- настройка спецификации;
- оборудование по ячейкам;



Фрагмент трехмерного отображения запроектированной ОРУ





Компоновка ОПУ, оформленная согласно ГОСТ с использованием встроенных средств Model Studio CS Открытые распределительные устройства

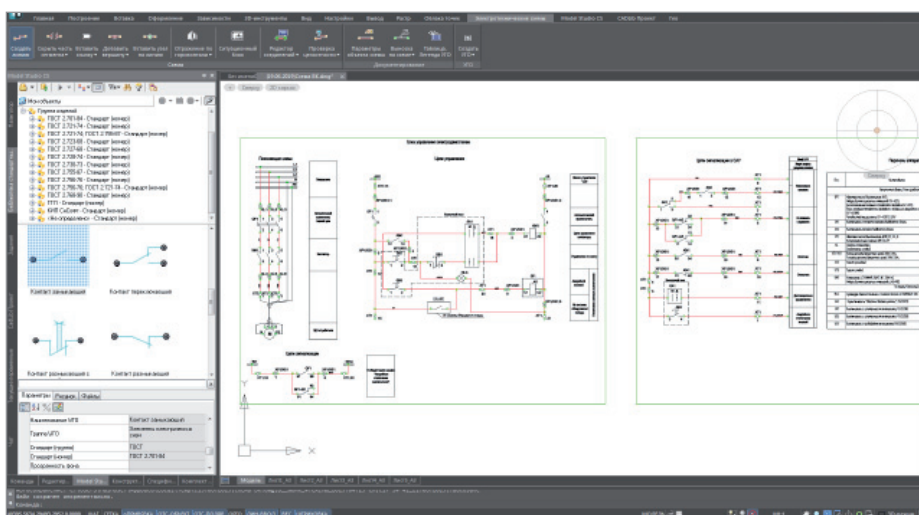
- погонные нагрузки;
- погонные нагрузки (систематический расчет);
- простановка позиций;
- сводная ведомость гирлянд изоляторов;
- систематический расчет;
- спецификация высоковольтного оборудования;
- спецификация оборудования;
- спецификация сводная;
- спецификация строительных конструкций;
- спецификация установочная;
- спецификация ячейковая;
- стрелы провеса и отклонения провода ветром;
- экспликация оборудования;
- экспликация сводная.

Отчеты можно выгрузить в форматах Word, Excel или в формате \*.dwg.

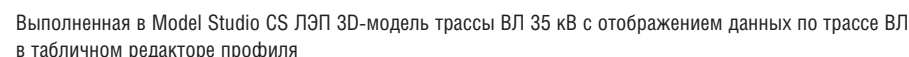
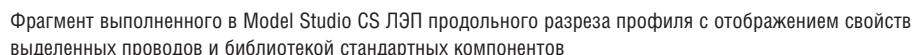
Помимо проверки проекта на коллизии поддерживается возможность контроля фаз: в случае "закорачивания" одной фазы на другую программа выдаст сообщение об ошибке проектирования. Этот

инструментарий в сочетании с уже упомянутым функционалом для поиска и отображения коллизий практически полностью защищает пользователя от появления досадных проектных ошибок.

На любом этапе работы у пользователя Model Studio CS Открытые распределительные устройства есть возможность оценить результаты своего труда — как в 2D, так и в 3D, без "трансляции" моде-

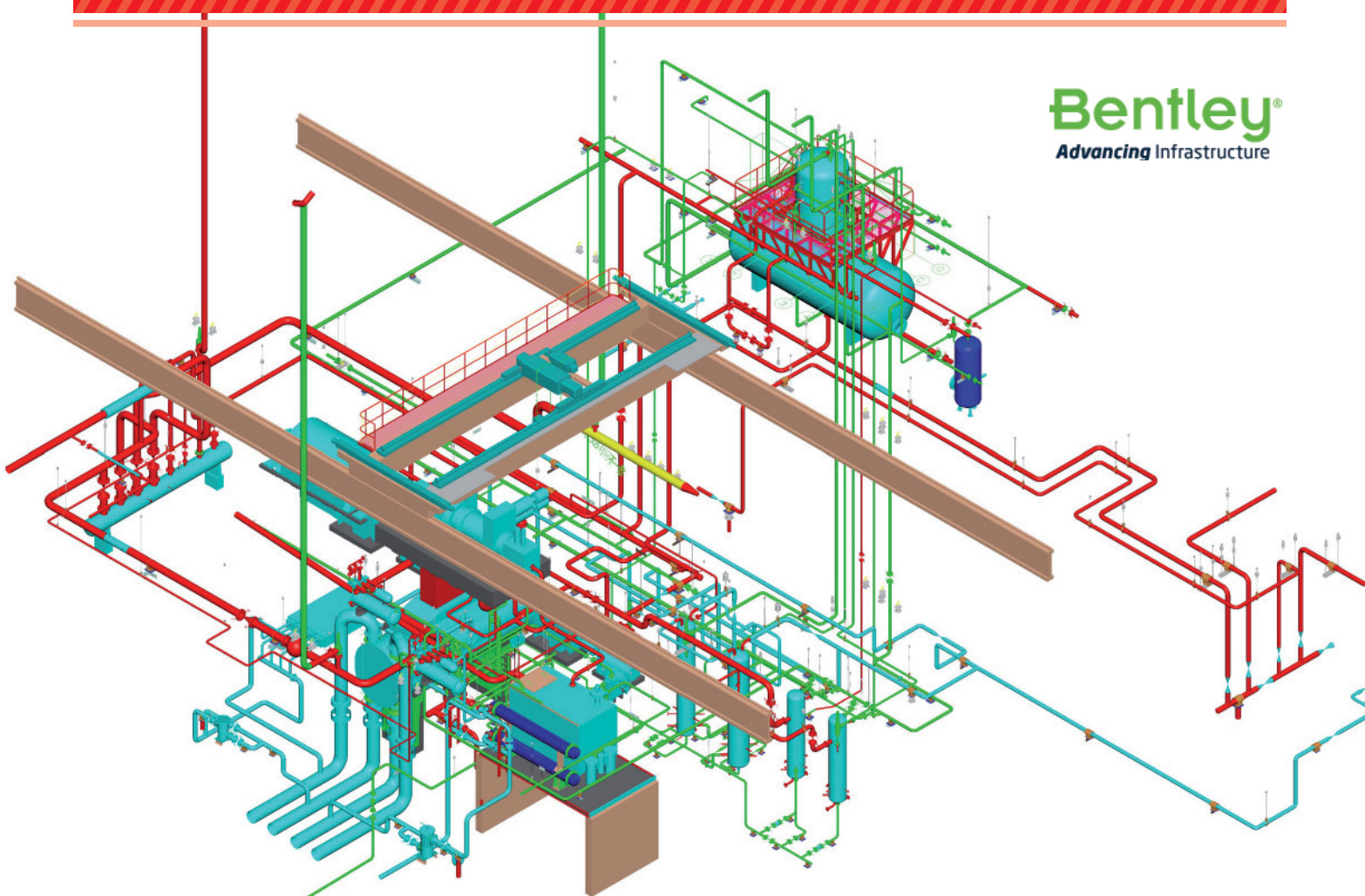


Пример схемы управления двигателем, созданной в Model Studio CS Электротехнические схемы



Именно так выглядит новая эпоха в проектировании, а ключами, открывающими двери в эту эпоху, являются программные продукты Model Studio CS и CAPLib Проект.

№2 | 2019 | CADMASTER

## ➤ КОМПАНИЯ Hangzhou Vole Computer Technology ПРОЕКТИРУЕТ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЮ, РАБОТАЮЩУЮ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЫРЬЕ ИЗ БИОМАССЫ

**OpenPlant сокращает временные затраты при проектировании и моделировании на 20%**

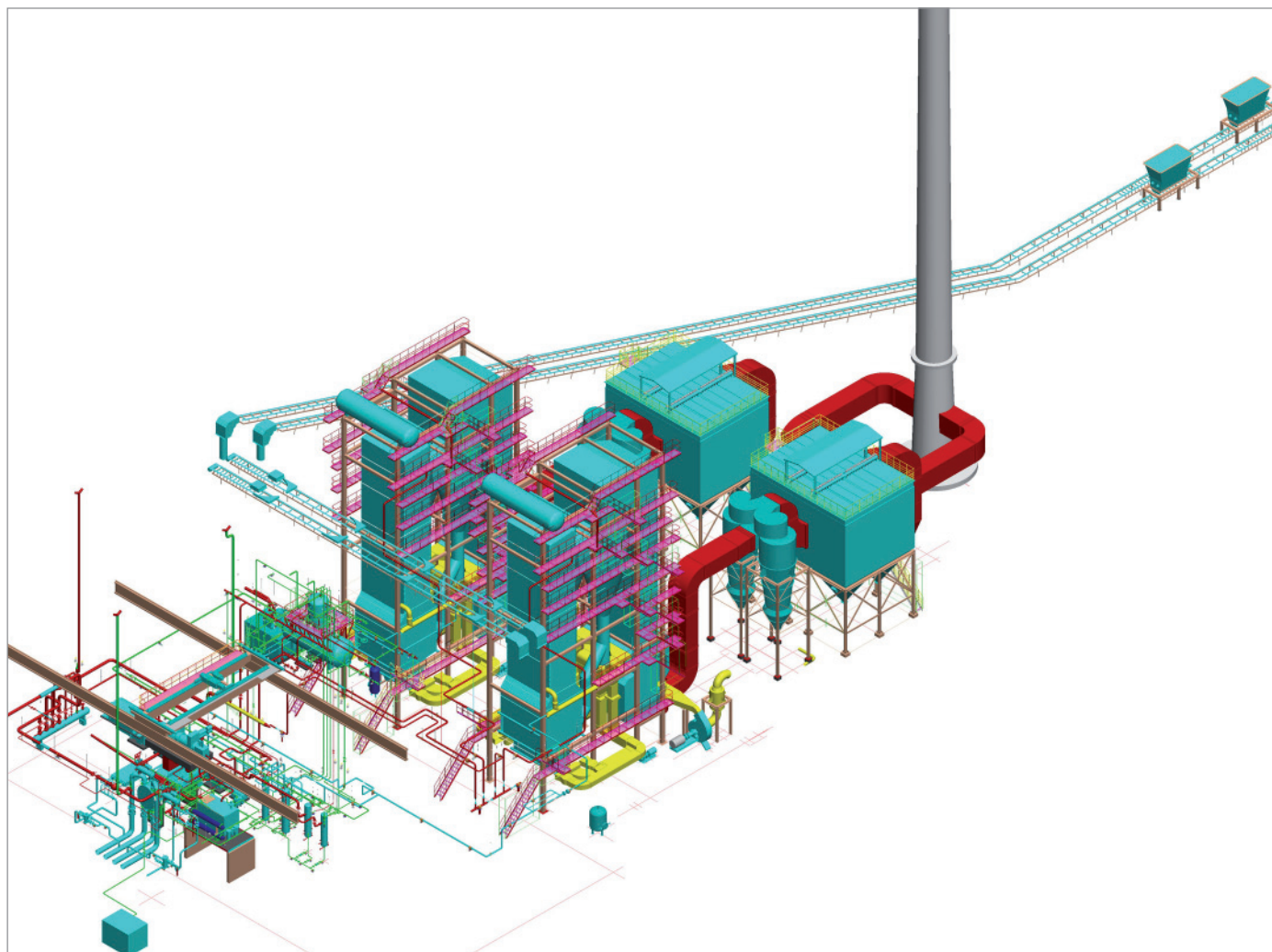
### **Стремление к сокращению количества отходов и созданию экологичной электростанции**

Округ Цинъюань в Китае является центром обработки бамбука и древесины, что сопровождается образованием большого количества отходов древесного производства. В ходе выполнения 12-го

по счету пятилетнего плана в регионе ежегодно вырабатывалось 132 650 тонн лесосечных отходов и 164 890 тонн отходов от распилочных работ — всего 297 540 тонн. Решить проблему сокращения объема отходов могла теплоэлектростанция, работающая на энергетическом сырье из биомассы.

Компания Hangzhou Electrical Engineering Co., поставляющая экологичные инженерные решения и являющаяся ведущим производителем в биогазовой и биометановой отрасли Китая, заключила с компанией Hangzhou Vole Computer Technology Co., Ltd. договор на разработку электростанции с использо-





Компания Hangzhou Bole использовала OpenPlant, ПО от Bentley Systems, для 3D-проектирования и моделирования предприятий, выполнения 3D-анализа коллизий, разработки моделей предприятия и управления проектными данными предприятия

ванием новейших цифровых технологий. Техническое оснащение электростанции включает два блока котлов высокой температуры и давления с циркулирующим псевдоожиженным слоем для сжигания биомассы и пропускной способностью 50 т/ч, а также один турбинный генератор высокой температуры и давления для отбора и конденсации пара и связанное с ним оборудование. Использование KKS-кодирования — системы идентификации электростанций с объединенным циклом — позволяет Hangzhou Bole определять характеристики необходимого оборудования, компонентов и структур конкретных объектов на этапах проектирования, строительства и эксплуатации. Это обеспечивает возможность сформировать базовый на-

бор данных о состоянии электростанции и условиях ее работы, который в дальнейшем применяется для внедрения системы управления активами. Компания Hangzhou Bole обеспечивала BIM-проектирование, KKS-кодирование и комплексный документооборот на всех этапах выполнения проекта. Кроме того, она отвечала за внедрение системы управления активами на платформе eV после ввода станции в эксплуатацию. Целью проекта было создание электростанции, работающей на энергетическом сырье из биомассы, что позволило бы снизить уровень выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и обеспечить подачу тепла и электроэнергии в недавно построенный район в Пинду, крупнейшем городе округа Цинъюань.

## Проектирование и управление с помощью совместимого ПО

Проект предусматривал разработку и строительство котла, вспомогательного оборудования, а также множества трубопроводов и клапанов. OpenPlant, ПО для 3D-проектирования и моделирования от компании Bentley Systems, позволяет выполнять 3D-анализ коллизий, создавать модель предприятия и управлять проектными данными, а также формировать отчетную документацию и каталоги. Компания использовала OpenPlant для внедрения BIM-моделирования и KKS-кодирования, ProjectWise для управления документооборотом и платформу eV для управления информацией об активах на этапе эксплуатации. Приложения Bentley обеспечили создание множества

вариантов проекта, которые помогли команде инженеров визуализировать предприятие и определить, какие изменения необходимо внести перед началом строительства. Перечисленные программные продукты позволили оптимизировать процессы проектирования, а также предоставить владельцу предприятия всю актуальную информацию о состоянии работ по проекту.

Это первый из выполненных в Китае проектов теплоэлектростанции малой/средней мощности с объединенным циклом, работающей на энергетическом сырье из биомассы и использующей систему управления на основе цифровых технологий. Цифровые процессы управления на предприятии — весь документооборот, управление доступом, распределение ресурсов, совместная работа — осуществляются в рамках приложения ProjectWise. Управление информацией об активах на электростанции поддерживается платформой eB от Bentley. Благодаря возможностям программного обеспечения Bentley в области совместной работы и управления жизненным циклом предприятия все заинтересованные лица получают актуальную информацию о состоянии активов на протяжении всего жизненного цикла, а владелец-оператор может принимать обоснованные решения на основе последних данных.

### Ускорение процессов и контроль качества

BIM-моделирование и KKS-кодирование с помощью интерфейса OpenPlant

позволили на 20% сократить затраты времени при моделировании и проектировании. Кроме того, благодаря системе документооборота и совместному использованию ресурсов приложение ProjectWise на 10% сократило потерю файлов. Предполагается, что платформа управления eB позволит повысить эффективность и точность управления активами, сократить число руководящих сотрудников, улучшить процессы обучения новых специалистов и свести к минимуму убытки, вызванные текучестью кадров. Благодаря этому организация рассчитывает сэкономить до 1 млн юаней.

Ожидается, что использование теплоэлектростанции с объединенным циклом, использующей энергетическое топливо на основе биомассы и оснащенной котлами с циркулирующим псевдоожиженным слоем, позволит значительно сократить объемы отходов в лесном хозяйстве округа Цинъюань. Сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу снизит уровень загрязнения воздуха. Кроме того, улучшится ситуация со сжиганием биомассы. Наконец, появление теплоэлектростанции создало в регионе множество рабочих мест и обеспечило центральным отоплением и электроэнергией новый район в городе Пинду.

По материалам компании  
Bentley Systems

**Возможности платформы eB от Bentley помогут нам управлять всей электростанцией с помощью цифровых технологий. Мы сможем легко осуществлять все процессы строительства, эксплуатации и обслуживания предприятия.**  
**Цзиньхуа Ванг (Xinhua Wang),  
генеральный директор  
Hangzhou Bole Computer  
Technology Co., Ltd.**

## Краткое описание проекта

### Компания

Hangzhou Bole Computer Technology Co., Ltd.

### Решение

Производство электроэнергии

### Местоположение

Город Лишуй, провинция Чжэцзян, Китай

### Цели проекта

- Сократить с помощью ПО OpenPlant время, необходимое для проектирования и моделирования.
- Внедрить управление документацией, распределение ресурсов, управление доступом и совместную работу на этапе проектирования, используя платформу ProjectWise.
- Внедрить с использованием платформы eB от Bentley процессы управления информацией об активах на этапе эксплуатации.

### Продукты, примененные в ходе реализации проекта

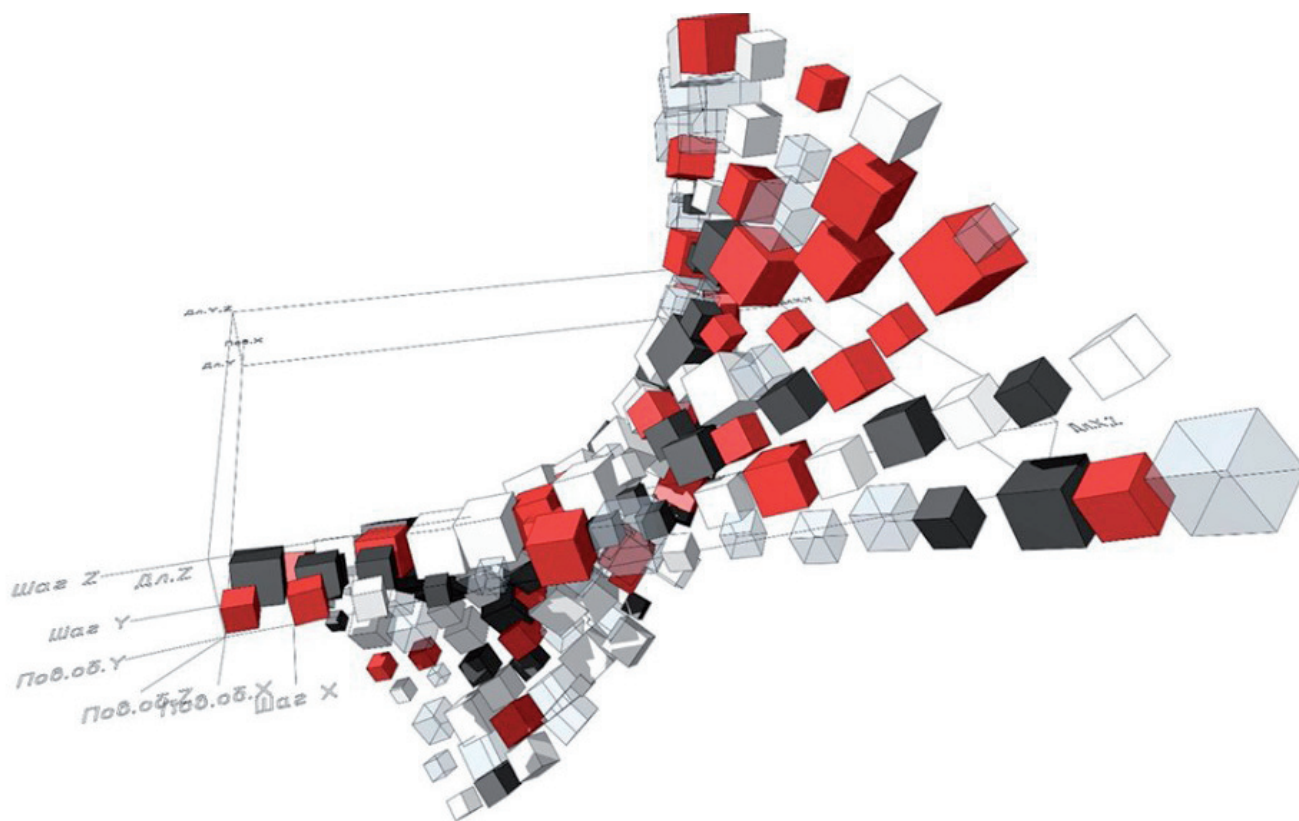
AEC0sim Building Designer, eB, Navigator, OpenPlant, ProjectWise, ProSteel

## Основные факты

- Это первый в Китае проект интеллектуальной электростанции малой/средней мощности с процессами на основе цифровых технологий.
- Компания Hangzhou предложила экономически эффективный путь утилизации отходов деревообработки. Сократились объемы выбросов вредных веществ в атмосферу.

## Рентабельность инвестиций

- Внедрение методик BIM и KKS-кодирования с помощью ПО OpenPlant позволило на 20% сократить сроки проектирования и моделирования.
- Благодаря системе документооборота и совместному использованию ресурсов на 10% сократились потери файлов.
- Использование платформы управления eB позволит повысить эффективность и точность управления информацией об активах электростанции, а также сократить убытки, связанные с текучестью кадров, что сэкономит около 1 млн юаней в год.



## ➤ ФОРМУЛЫ В ARCHICAD 22

### Вступление

Меня зовут Егор Захаров, я главный архитектор ЗАО "Институт ПИРС" (Пермь). ARCHICAD является моим помощником на протяжении всей моей профессиональной деятельности.

Я уже делал общий обзор<sup>1</sup> новых возможностей ARCHICAD 22-й версии и теперь хочу подробнее остановиться на одном из главных нововведений — формулах, область применения которых оказалась намного шире, чем могло показаться на первый взгляд.

Многие ждали формулы в интерактивных каталогах и функционал, схожий с Excel. Поначалу я был удивлен появлению формул в свойствах отдельных элементов и расстроен ограничениями, которые в связи с этим бросаются в глаза. Но, рассмотрев новинку повнимательнее, я понял, что формулы по примеру Excel в интерактивных каталогах имели бы ряд существенных ограничений. Результат рас-

чета был бы привязан к конкретному каталогу, а формулы как новый тип пользовательского свойства могут не только включаться в каталоги, но и использоваться для выносных надписей, графической замены и IFC-свойств. И ограничение в виде использования в формулах только свойств одного объекта и общих параметров проекта кажется мне приемлемой ценой за универсальность использования, тем более что функция новая и будет развиваться. Далее я подробнее остановлюсь на особенностях в работе формул с ARCHICAD.

Для многих BIM-модель ассоциируется прежде всего с объемной моделью здания, но без наполнения информацией это по сути просто 3D-макет. И тут начинаются проблемы, потому что наполнение модели информацией вручную — довольно трудоемкий процесс; может показаться, что оно того не стоит и при оформлении документации проще всё

подписывать и прописывать простым текстом. Но, во-первых, прошли времена, когда проект был прежде всего стопкой бумажной документации. Во-вторых, важно не единожды сформировать проект и сдать его заказчику, а получить его как базу взаимосвязанных данных, изменения любого фрагмента которой распространяются на весь объем проекта. В ARCHICAD давно существует возможность автоматизации наполнения модели информацией через параметры элементов. Формулы выводят этот инструментарий на новый уровень, позволяя комбинировать параметры и свойства элементов, задавая внутренние взаимосвязи между ними.

### Общие особенности использования

Формулы появились как новое значение пользовательских Свойств, создаваемых в Менеджере Свойств. Свойства с формулами, как и обычные Свойства, при-



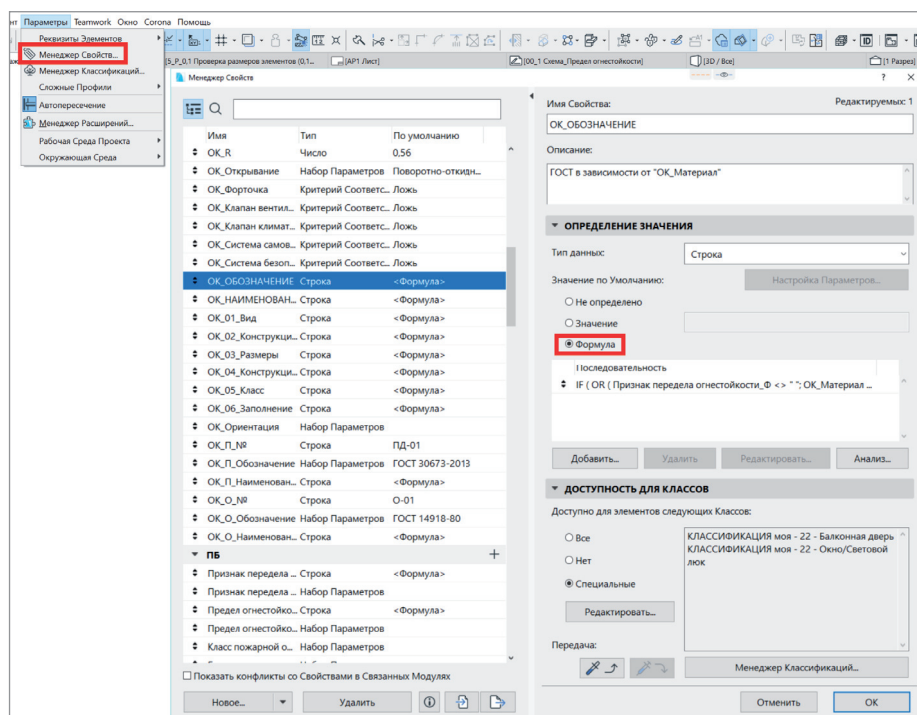


Рис. 1

вызываются к Классам элементов, о чем говорит нижняя панель в правой половине окна диалога (рис. 1). При нажатии кнопки **Добавить** появляется окно Редактора Формул. Кнопка **Параметры** и **Свойства** позволяет добавить свойства, находящиеся в панели **Классификация** и **Свойства** параметров каждого элемента. Функции и единицы

измерения вы можете вводить с клавиатуры (если уже запомнили обозначения единиц измерения, функций и их синтаксис), но предусмотрены и специальные кнопки для выбора функций из списка. Функции удобно сгруппированы по типам, при наведении на функцию появляется всплывающая подсказка, а щелчком правой кнопки мыши можно вызвать

более подробную справку о каждой функции. После выбора нужной функции в окне Редактора появляется правильный синтаксис данной функции, и от пользователя требуется только подставить свои значения (строковые значения вписываются в кавычках, числовые — без кавычек). В нижней части окна Редактора в режиме реального времени выводятся подсказки по ходу ввода формулы. В целом интерфейс довольно дружелюбен, а синтаксис очевиден и подробно описан в руководстве пользователя.

Пользовательские Свойства как с формулами, так и без них расположены внизу списка параметров для вставки в окно Редактора Формул, автотекста и Интерактивных Каталогов (рис. 2).

Более подробное описание формул вы можете найти на сайте<sup>2</sup>, а на официальном канале "GRAPHISOFT Россия" есть отдельный плейлист<sup>3</sup>, посвященный формулам в значениях Свойств.

Для начала надо договориться об условных обозначениях, которые я буду использовать в дальнейшей части статьи.

1. Примеры формул будут выделяться курсивом.
2. **Параметры** и **Свойства** элементов, вставленные в формулы, будут иметь серый цвет — в соответствии с их отображением в окне Редактора Формул. Если, например, параметр **Крыши** скопировать из Редактора Формул и вставить в любой сторон-

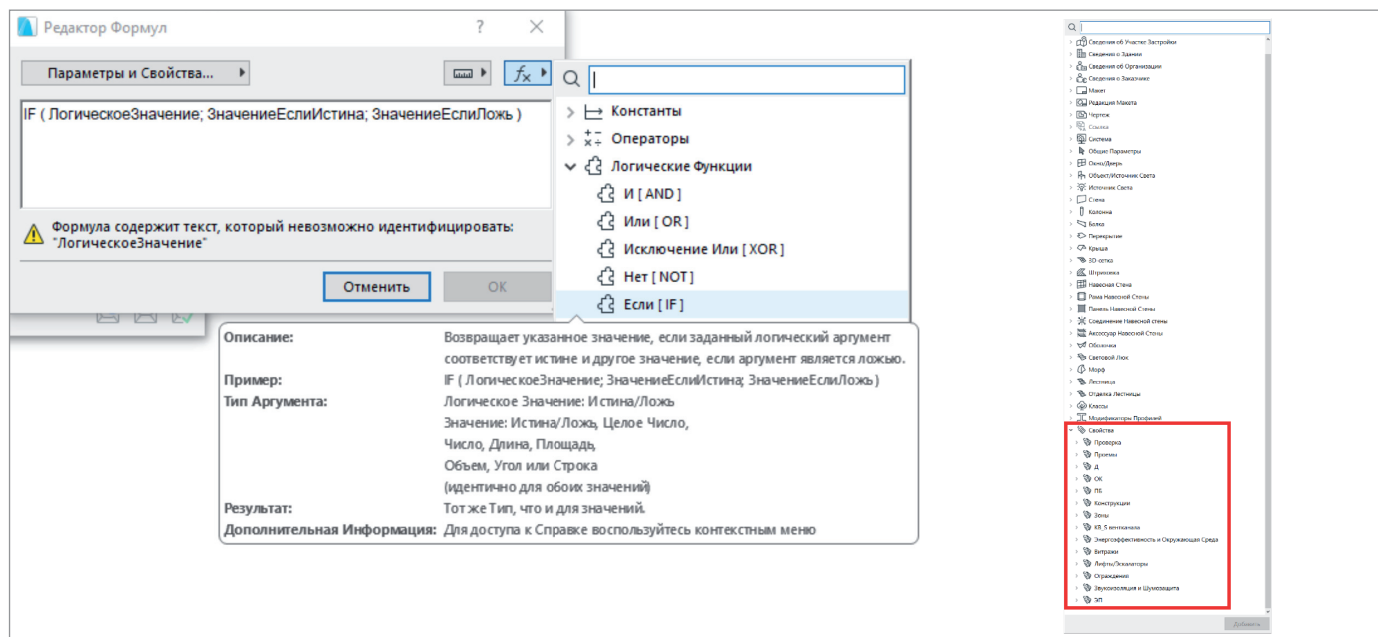


Рис. 2



<sup>2</sup> <https://helpcenter.graphisoft.ru>.

<sup>3</sup> <https://www.youtube.com/playlist?list=PLz8CohgvRv7QP-Vp43SczzE9gO9EW7hMI>.

СЛОИ					КОМБИНАЦИИ СЛОЕВ				
№ п.п.	Группа Пересечения	Имя Слоя	Расширения	Описание	Примечание	Имя комбинации слоев	Описание	Примечание	
1	1	Вспомогательный	М-Фасад	Вспомогательные элементы видимые при работе, но невидимые при печати	На этом слое размещаются маркеры Фас.	Всё открыто	Открыты все слои кроме разделителей	Разделители "AP_X_YYY_ZC"	
2	30	Модели				МОДЕЛЬНЫЕ ВИДЫ			
3	1	Оси	Размеры	Внешние модули проекта		Имя модельного вида	Двери	Окна	Линии открыв-я
4	1	О Подписи		Векторные подписи специалистов		AP   План   Перегородки	Двери-Маркер	Окна-Маркер	Зоны
5	1	О Скрыт				AP   План   Полы	Промы	Промы	Описание
6	1	О Форматы				AP   Рабочий   Разрез/Фасад	Двери	Окна	Примечание
7	10	1   ЗП				AP   ЗП   ПОФ	Двери	Окна	Для моделирования
8	1	1   Границы				ПТ   ЗП	Промы	Нет	Для чертежей ЗП и ПОФ
9	1	1   Окружение				ПТ   ЗП	Промы	Нет	Для задания отступу ПТ
10	1	1   Подоснова				ПТ   ЗП	Промы	Нет	Для задания отступу ЗП
11	1	1   Проезды/Площадки				ПТ   ЗП	Промы	Нет	Для задания отступу КР
12	1	1   Смет				01-АР_ЗП	Двери	Окна	Слой "Балки/Фундаменты" закрыт. Аннотирование на слое "Подоснова"
13	30	2   Балки/Фундаменты				02-АР_ЗП	Двери	Окна	Для задания отступу ПТ
14	30	2   Вязки				02-АР_ЗП	Двери	Окна	Для задания отступу ПТ
15	30	2   Зоны				02-АР_ЗП	Двери	Окна	Для задания отступу ПТ

Рис. 3

- ний текстовый редактор, он будет иметь вид {Property:Крыша/Уклон}, то есть в названии закодирована также группа, в которой этот параметр расположен. Таким образом, вы не сможете просто скопировать примеры формул, которые я разместил в статье: придется вручную подобрать либо создать нужные свойства для вставки в формулы. Процесс подбора нужного элемента позволит вам изучить набор стандартных параметров и Свойств элементов ARCHICAD, если вы не сделали этого ранее.
3. Пользовательские Свойства, которые создал я, будут иметь голубой фон.
  4. **ФОРМУЛА** — так мы обозначим некую абстрактную формулу, суть которой не важна для рассматриваемого примера.

Одним из основных принципов BIM-проектирования в целом (и средствами ARCHICAD в частности) является создание унифицированного шаблона. Формулы позволяют устанавливать гораздо более сложные связи между параметрами элементов ARCHICAD и должны стать важной частью реквизитов шаблона вашей работы. Поскольку, начиная с 21-й версии, пользовательские Свойства привязаны не к инструментам, а к Классам элементов, вы должны четко понимать, как вы классифицируете различные элементы проекта:

1. Просмотреть и отредактировать стандартную классификацию или создать свою с нуля.
2. Назначить соответствующую классификацию элементам Избранного.
3. Необходимо не только понимать, но и иметь описание всех ваших реквизитов, их наименования и структуру хранения.
4. Создавая новые Свойства, вы также должны продуманно подходить к их наименованию и разделению по группам.

Без всего вышеперечисленного формулы внесут в вашу работу хаос, и быстро ориентироваться в растущем объеме информации будет затруднительно (рис. 3).

Когда шаблон сформирован и описан, классификация элементов вам понятна, вы должны сформулировать для себя задачу, которую хотите решить с помощью формулы. Первое, что мне пришло в голову, это назначить, наконец, такое свойство Крыши, как уклон в процентах. Создаю новое Свойство в группе "Основные конструкции", выбираю Классы, для которых это Свойство будет применяться (в моем случае Кровля и Марш пандуса), выбираю значение по умолчанию — Формула, набираю формулу:

$$100 * \tan(\text{Уклон})$$

и, наконец, меняю Тип данных (в моем случае "Число"). Все Свойства можно создавать в одной группе, но тогда со временем вы просто запутаетесь. Можно указывать для Свойств доступность всем Классам, но тогда список Свойств у каждого элемента (отображаемый в диалогах Параметров элементов) будет расширяться до бесконечности, причем для большей части Свойств даже не будет доступен расчет по формуле, так как параметр **Уклон** есть только у крыш. Можно сразу задать формулу:

$$\text{CONCAT}("i="; \text{STR}(100 * \tan(\text{Уклон}); "%"),$$

чтобы получить строку "i=1,50%" (только тип данных надо сменить на "Строка"), но тогда результат нельзя будет использовать для дальнейших расчетов, к тому же нужный текст можно дублировать в выноске типа Текст/Автотекст и сохранить в Избранное, правда, направление уклона в любом случае придется задавать вручную.

Формулы должны быть доступны только для тех Классов, для которых расчет по ним возможен и необходим. При этом пользовательское Свойство может быть создано и использоваться в формулах и при этом вообще оставаться недоступным ни для одного Класса. Например, можно создать Свойство **Степень огнестойкости** с типом данных Набор Параметров и задать значения I, II, III, IV, V. Таким образом, это Свойство становится как бы аналогом поля из Информации о Проекте, но с выбором из заранее установленных вариантов, без ручного ввода. Это может быть полезно, поскольку формулы чувствительны к точности значений, и случайно поставленный пробел в конце значения параметра способен сбивать расчет.

В одно Свойство может быть добавлено несколько формул, расчет ведется последовательно сверху вниз. Если первая формула не может быть рассчитана для элемента, то расчет переходит к следующей и так далее до тех пор, пока расчет не будет выполнен либо не кончатся формулы, при этом Тип данных у результата всех формул в одном Свойстве должен совпадать.

Если формулы закончились, но ни одна из них не подошла элементу, то результатом будет **<анализ формулы недоступен>**, а в интерактивном каталоге отобразится "---". Поэтому я рекомендую последней формулой для Свойства с несколькими формулами и типом данных "Строка" делать формулу типа **"ОШИБКА!"** (или какой-то аналог заметной надписи для визуального контроля). Эта заметная надпись будет выводиться в Выносках, Каталогах и Свойствах элемента, и вы будете понимать, что нужно откорректировать либо сами формулы, либо Классы, доступные для этого свойства. Также, сдвигая другие формулы ниже формулы с предупреждением, вы отделяете их от расчета, не удаляя их (рис. 4).

Формула	Последовательность
IF ( "Стена" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Длина Стены по Внут...	
IF ( "Зона" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Чистый Периметр Зон...	
IF ( "Колонна" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( AND ( MROUND ( Толщина / Д...	
IF ( "Перекрытие" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Отметка Верха; ...	
IF ( "Крыша" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Уклон кровли %; 0,1 ...	
IF ( "Окно/Дверь" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Номинальная В...	
IF ( "Объект" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Угол Поворота; 1 D )...	
IF ( "Навесная Стена" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Длина; 1 m...	
"!ОШИБКА!"	
IF ( "Балка" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Угол Наклона Балки; 1...	
IF ( "Лестница" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Длина Линии Вско...	
IF ( "Ограждение" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Длина Линии П...	
IF ( "3D-сетка" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Уровень Боковой ...	
IF ( "Морф" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( AND ( Отбрасывание Тени <> TR...	
IF ( "Световой Люк" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Высота Борд...	

Формулы рассчитываются

Формулы исключены из расчета

Рис. 4

В одно Свойство может быть добавлено несколько формул для разных типов элементов (стены/колонны/перекрытия и т.д.). Ограничить использование формулы каким-то одним типом элемента можно присутствием в ней хотя бы одного параметра, характерного только для одного типа элемента, даже если этот параметр не нужен для работы самой формулы. Например, в формуле

IF (Уклон <> Уклон; "!ОШИБКА!";  
{ФОРМУЛА})

первое условие неравенства уклона кровли самому себе в принципе невыполнимо и установлено только для ограничения расчета формулы Крыш, а остальные типы элементов переходят к расчету по следующей формуле.

На сегодня комментирование в теле формул не предусмотрено, и когда в одно Свойство добавлено много формул, становится сложно ориентироваться в том, для какого типа элементов какая формула создана. Для идентификации придумал в начале также добавлять условие, ненужное для самого расчета. Например:

IF ( "Стена" = "-"; "!ОШИБКА!";  
{ФОРМУЛА}) (рис. 5).

Очевидно, что строка "Стена" никогда не будет равна строке "-" и, соответственно, значение Свойства никогда не станет "!ОШИБКА!", но при этом в начале формулы появилась надпись, говорящая об элементе, для которого она создавалась. Сложные формулы бывает удобно разбить на несколько Свойств с формулами предварительного расчета. Например, результат расчета формулы уклона крыши в процентах можно использовать самостоятельно для указания уклона кровли, а можно применять в других формулах — например для определения типа кровли (плоская/скатная):

IF (Уклон в % <= 5; "Плоская";  
"Скатная")

То есть если уклон меньше или равен 5%, то кровля считается плоской, а если больше — скатной.

Нужно очень внимательно относиться к Типам данных Свойств с формулами и понимать логику определения Типа данных программой ARCHICAD. Так, в моем примере параметр Крыши Уклон — это Угловая величина, но после применения функции тангенса превращается в число. Данную особенность можно использовать для своих целей. Например, если вам требуется посчитать длину каких-то элементов в метрах, а в качестве единиц измерения линейных величин приняты миллиметры и вам неудобно менять их ради одного параметра, вы можете создать Свойство для длины нужного типа элементов и вставить в него формулу:

3D-длина \* 1 m

Таким образом, изначальный Тип данных у параметра был Линейная величина, а после умножения на один метр само значение не изменилось, но тип данных сменился на Площадь, и его отображение меняется в соответствии с отображением площадей (в большин-

Формула	Формула
Последовательность	Последовательность
IF ( MROUND ( Длина Стен	IF ( "Стена" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Длина Стены по Внут...
IF ( MROUND ( Чистый Пер	IF ( "Зона" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Чистый Периметр Зон...
IF ( AND ( MROUND ( Толщ	IF ( "Колонна" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( AND ( MROUND ( Толщина / Д...
IF ( MROUND ( Отметка Ве	IF ( "Перекрытие" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Отметка Верха; ...
IF ( MROUND ( Уклон кров	IF ( "Крыша" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Уклон кровли %; 0,1 ...
IF ( MROUND ( Номинальн	IF ( "Окно/Дверь" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Номинальная В...
IF ( MROUND ( Угол По	IF ( "Объект" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Угол Поворота; 1 D )...
IF ( MROUND ( Длина; 1	IF ( "Навесная Стена" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Длина; 1 m...
IF ( MROUND ( Угол Накло	IF ( "Балка" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Угол Наклона Балки; 1...
IF ( MROUND ( Длина Лини	IF ( "Лестница" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Длина Линии Вско...
IF ( MROUND ( Длина Лини	IF ( "Ограждение" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Длина Линии П...
IF ( MROUND ( Уровень Бо	IF ( "3D-сетка" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Уровень Боковой ...
IF ( AND ( Отбрасывание Т	IF ( "Морф" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( AND ( Отбрасывание Тени <> TR...
IF ( MROUND ( Высота Бор	IF ( "Световой Люк" = ""; "!ОШИБКА!"; IF ( MROUND ( Высота Борд...
"!ОШИБКА!"	"!ОШИБКА!"

Рис. 5



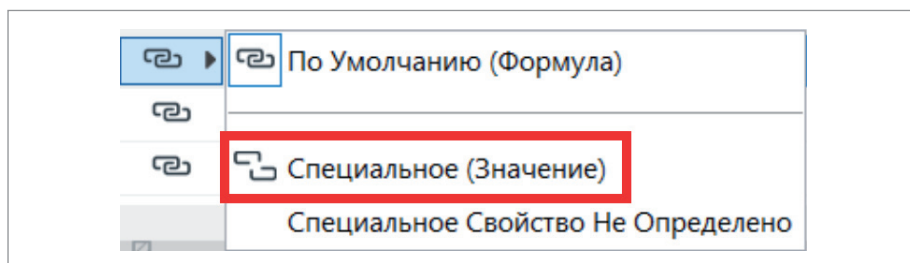


Рис. 6

стве случаев это м<sup>2</sup> с двумя знаками после запятой).

В ARCHICAD пока не предусмотрено форматирование формул: если вы перенесете часть формулы на новую строку, ошибки не будет, но после закрытия и повторного открытия окна формулы она вновь выстроится в одну строку. Для сложных формул можно либо составлять схемы, о которых я скажу ниже, либо использовать сторонний проприетарный текстовый редактор (например Sublime Text) для проверки соответствия открывающих и закрывающих скобок.

Стоит отметить, что формулы в ARCHICAD чувствительны к локализации программы, то есть тип элемента в RUS-версии будет иметь название "Стена", а в INT-версии — "Wall". Значения таких встроенных параметров, как Расположение и Конструктивная Функция, тоже различаются в зависимости от языка программы. При этом функции формул и значения критерия соответствия TRUE/FALSE (ПРАВДА/ЛОЖЬ) в обеих версиях на английском языке. Названия параметров и Свойств, вставленных в формулы, жестко привязываются к ним: при переименовании пользовательского Свойства оно автоматиче-

ски изменится во всех формулах, где было применено. При этом значения всех Свойств вписываются в формулы вручную, даже значения свойств типа Набор Параметров и стандартные параметры элементов (Расположение, Конструктивная Функция и т.п.). Для большего удобства я рекомендую открыть вторую копию ARCHICAD для копирования значений Свойств.

Иногда бывает необходимо, чтобы значение Свойства могло вычисляться по формуле либо задаваться вручную. В Свойствах элемента можно "разорвать" цепь для ввода специального значения (рис. 6), но в таком случае, чтобы вернуть расчет Свойства по формуле, надо будет вручную вернуть значение По умолчанию, что неудобно. В таких случаях я делаю два свойства: свойство **A** с простым строковым значением (либо Набором Параметров) и значением по умолчанию "-", чтобы задавать значение вручную; и свойство **B** с формулой:

$IF(A <> "-"; A; \{ФОРМУЛА\})$

То есть если для свойства **A** задано какое-то значение, то  $B=A$ , иначе выполняется  $\{ФОРМУЛА\}$ .

### Пример 1: назначение предела огнестойкости стены в соответствии с Ф3-123

Если нужно сделать по-настоящему сложную многоуровневую формулу, то не обойтись без рисования схемы разветвленных условий, необходимой для понимания логики построения, подсчета количества и месторасположения закрывающих скобок. Сведение вычисления значения по некой таблице можно отнести именно к таким задачам и вообще выделить в отдельный класс задач при работе с формулами. Для примера хотел бы показать часть работы с таблицей (рис. 7) назначения предела огнестойкости строительных конструкций здания (таблица 21 из Ф3-123<sup>4</sup>).

Изначально для меня было очевидно, что признак предела огнестойкости (R, RE, E и т.д.) и непосредственно предел огнестойкости необходимо разделить на два Свойства, поскольку это позволит значительно упростить формулы. Следует определиться с исходными данными: какие параметры уже есть в ARCHICAD, какие необходимо создать в качестве поля в Информации о Проекте или пользовательского Свойства, какие параметры задаются автоматически, а какие вручную.

Естественно, в такой формуле будут использоваться стандартные параметры Расположение и Конструктивная Функция, и правильное их назначение приобретает большую важность. Я создал свойство Степень огнестойкости, которое может быть использовано и в формулах, и в общих данных проекта. Пришлось создать пользовательское Свойство принадлежности стены к лестнич-

Таблица 21

#### Соответствие степени огнестойкости и предела огнестойкости строительных конструкций зданий, сооружений и пожарных отсеков

Степень огнестойкости зданий, сооружений и пожарных отсеков	Предел огнестойкости строительных конструкций						
	Несущие стены, колонны и другие несущие элементы	Наружные несущие стены	Перекрытия междуэтажные (в том числе чердачные и над подвалами)	Строительные конструкции бесчердачных покрытий		Строительные конструкции лестничных клеток	
				настилы (в том числе с утеплителем)	фермы, балки, прогоны	внутренние стены	марши и площадки лестниц
I	R 120	E 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется	не нормируется

Рис. 7

<sup>4</sup> [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699).



ячейку. Например, видно, что при V степени огнестойкости здания ни одна конструкция не нормируется, – и эту строку можно отсечь глобально, а далее для наружных стен имеет значение только ответ на вопрос, I степень огнестойкости или нет. Я составил схему формулы – как она выглядит в черновом варианте, показано на рис. 8.

Как видите, после черного варианта схема немного изменилась — поначалу я забыл учесть, что иную огнестойкость имеют только внутренние стены лестничных клеток. Поэтому для выявления ошибок необходимо проверять работу формул во всех возможных вариантах. Желательно, чтобы это делал человек, не занимавшийся непосредственно составлением формулы.

Также обратите внимание, что после перебора всех возможных степеней огнестойкости стоит не просто ошибка, а указание на то, что степень огнестойкости задана неверно, то есть она не приведена совсем или имеет место ошибка (лишний пробел либо ненормативное значение). Подобным образом вы можете закладывать внутренние проверки в тело формулы, но, к сожалению, это возможно только для типа данных "Строка".

В результате получается формула, которую практически невозможно создать без серьезной предварительной подготовки и продумывания структуры:



```

IF ( "Стена" = "" ; "ЮШИБКА!" ;
IF ( Предел огнестойкости <> " " ;
Предел огнестойкости ;
IF ( Длина Линии Привязки <> Длина
Линии Привязки ; "ЮШИБКА!" ;
IF ( Степень огнестойкости = "V" ;
"Не нормируется" ;
IF ( Конструктивная Функция =
"Несущий Элемент" ;
IF ( Степень огнестойкости =
"I" ; "120" ;
IF ( Степень огнестойкости =
"II" ; "90" ;
IF ( Степень огнестойкости
= "III" ;
IF ( AND (ЛК Конструкции = TRUE ;
Расположение = "Снаружи" ) ; "60" ; "45"
) ;
IF ( Степень огнестойкости =
"IV" ;
IF ( AND (ЛК Конструкции = TRUE ;
Расположение = "Внутри" ) ; "45" ; "15"
) ; "Степень огнестойкости задана не-
верно." ) ) ) ;
IF ( Расположение = "Внутри" ;
IF ( Степень огнестойкости = "I" ;
"30" ; "15" ) ; "Не нормируется" ) ) ) ) )

```

Я подписал формулу, так как данное свойство планируется расширить для всех необходимых типов элементов. Создано дублирующее свойство *Предел огнестойкости* на случай необходимости задать значение степеней огнестойкости вручную. Задано свойство, ограничива-

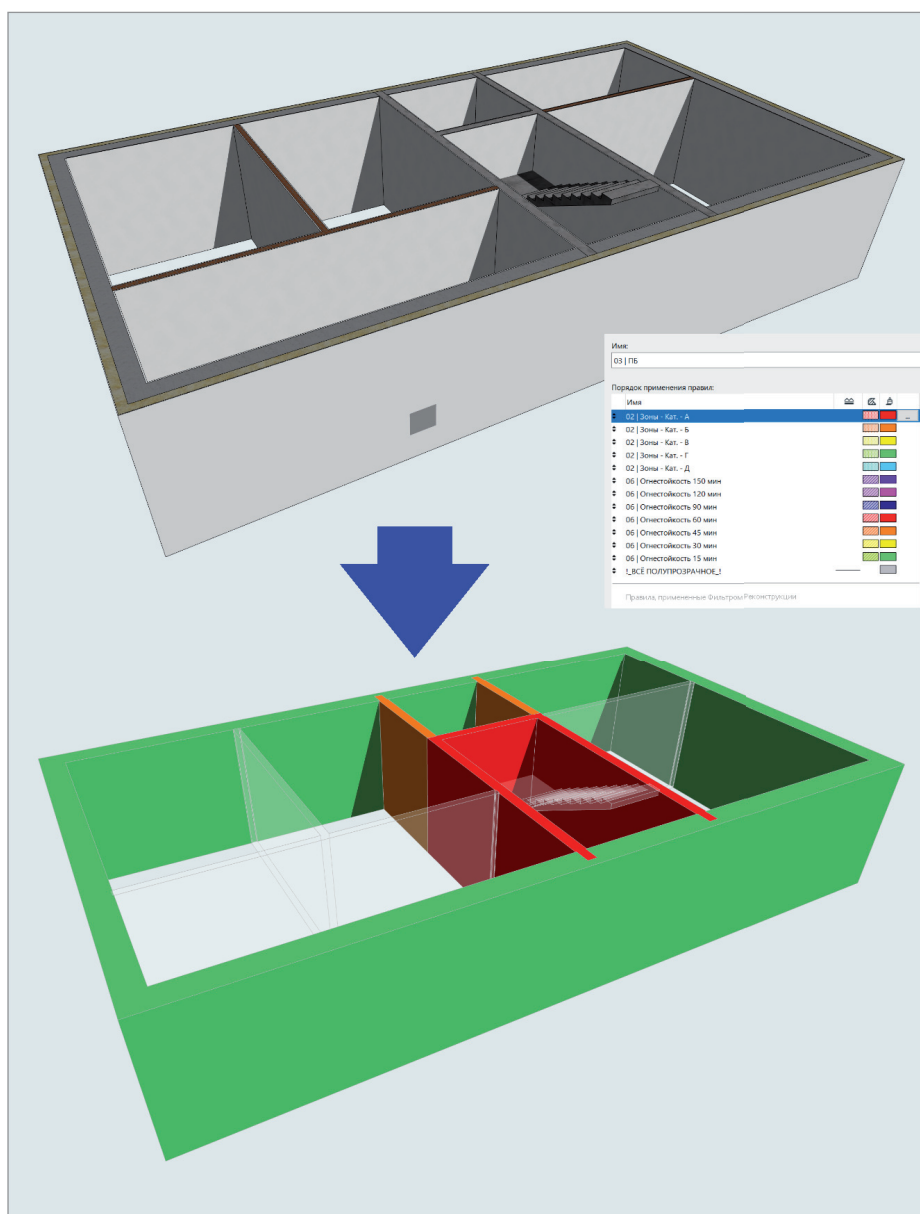


Рис. 10

ющее применение формулы только для стен. Конечно, хотелось бы, чтобы формирование формул происходило в графическом интерфейсе создания схемы, что соответствует веяниям времени и росту популярности программ параметризации с графическим интерфейсом — например Grasshopper. При этом создается ощущение, что подобные формулы выходят за пределы тех возможностей, которые предполагались разработчиками для данного инструмента, и в результате дальнейшего развития формулы будут становиться только удобнее.

После составления формулы появляется желание подключить графическую замену для визуального контроля результатов, но тут мы встречаем программное ограничение. Свойства со сложными формулами не могут участвовать в критериях графической замены, однако тут можно воспользоваться способом, который был продемонстрирован в выступлении Игоря Юрасова на конференции в Киеве. Создается Интерактивный Каталог с уникальными ID элементов, у которых Свойство предела огнестойкости, например, равно 90; далее данный каталог сохраняется в TXT-формат, и из

этого текстового файла список GUID копируется в специально подготовленное поле в Информации о Проекте, которое выполняет роль буфера данных. Далее создается новое Свойство с простой формулой:

**CONTAINS (Уникальный ID; ПБ 90; FALSE),**

где **ПБ 90** — это созданное поле в Информации о Проекте, и формула проверяет, находится ли GUID элемента в этом списке. Поле в Информации о Проекте и Свойство с проверкой GUID необходимо будет создать для каждого возможного результата значения исходного Свойства предела огнестойкости. С помощью Юрия Цепова из Labpp я смог автоматизировать операцию записи GUID элементов в Информацию о Проекте. Посредством скрипта на C++ (*GUID предел огнестойкости.cpp* в прилагаемом архиве<sup>5</sup>) при нажатии одной кнопки в бесплатном расширении Goodwin GDL<sup>6</sup> от Labpp (либо в любом платном решении от этой компании) я записываю списки GUID элементов по заданным характеристикам в предварительно созданные поля Информации о Проекте. В итоге можно получить результат, показанный на рис. 10. Возможно, предложенная структура формулы будет мной дорабатываться либо вы найдете более изящное решение. Может показаться, что описанные мной действия невероятно сложны и сильно тормозят процесс создания модели, но на самом деле всё, о чем я пишу, в основном требует лишь однократной настройки в шаблоне и некоторого навыка в процессе создания модели, а в результате у вас будет появляться действительно интерактивная BIM-модель, а не 3D-макет.

## Пример 2: наименование окон по ГОСТ 23166-99

Хочу сразу оговориться, что есть правило наименования в общем ГОСТе на окна и несколько отличающихся типов наименований в ГОСТах на оконные блоки из различных материалов. Я сформулировал для себя усредненный вариант. В связи с тем что в формулах пока нельзя использовать параметры библиотечных элементов, пришлось создать несколько Свойств типа Набор Параметров для выбора материала окна и типа открывания. Также создан параметр сопротивления

<sup>5</sup> [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=20304#art1](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20304#art1).

<sup>6</sup> [www.labpp.ru/labpp-goodwingdl](http://www.labpp.ru/labpp-goodwingdl).



OK		
OK_Материал	Набор Парам...	ПВХ
OK_R	Число	0,56
OK_Открытие	Набор Парам...	Поворотно-откидное
OK_Форточка	Критерий Соо...	Ложь
OK_Клапан вентиляционный	Критерий Соо...	Ложь
OK_Клапан климатический	Критерий Соо...	Ложь
OK_Система самовентиляции	Критерий Соо...	Ложь
OK_Система безопасности	Критерий Соо...	Ложь
OK_ОБОЗНАЧЕНИЕ	Строка	<Формула>
OK_НАИМЕНОВАНИЕ	Строка	<Формула>
OK_01_Вид	Строка	<Формула>
OK_02_Конструкция общая	Строка	<Формула>
OK_03_Размеры	Строка	<Формула>
OK_04_Конструкция_Детали	Строка	<Формула>
OK_05_Класс	Строка	<Формула>
OK_06_Заполнение	Строка	<Формула>

Рис. 11

теплопередаче окна и набор Свойств типа Критерий Соответствия для дополнительных опций (фрамуга, клапаны и т.п.). Может показаться, что здесь присутствует слишком много исходных параметров, задаваемых вручную, но, во-первых, в ходе развития формул количество таких параметров будет сокращаться, а база, созданная сейчас, будет использоваться. Во-вторых, наиболее часто используемые типы окон можно сохранить в Избранном. К тому же раньше приходилось регулярно сверяться с нормами для определения ГОСТа на конкретный материал окна или кода той или иной опции окна (Фр – фрамуга, КК – климатический клапан и т.д.), а теперь можно просто выставить галочки напротив элементов, необходимых в окне (рис. 11).

Свойство сопротивления теплопередаче установлено по умолчанию (и применяется для всех окон проекта) на минимально допустимом значении для проектируемого региона. В дальнейшем, если заказчик решит улучшить параметры дома и повысить эффективность окон, можно изменить значение по умолчанию в Менеджере Свойств, и это изменение распространится на весь проект. При этом какие-то отдельные окна (например, технических помещений), для которых вы задали специальное значение, останутся неизменными.

Для свойств данной группы необходимо задать доступность Классов – в моем случае "Окно" и "Балконная дверь".

В процессе присвоения наименований нам, по сути, надо заполнить два поля

спецификации: "Обозначение" и "Наименование". Для первого значения используется несложная, но многоуровневая формула подбора номера ГОСТа в зависимости от материала окна:

```
IF ( OR ( Признак предела
огнестойкости_Ф <> " "; OK_Материал
= "Индивидуальный" ); "Индивидуальный";
IF ( OK_Материал = "ПВХ"; "ГОСТ
30674-99";
IF ( OK_Материал = "Алюминий";
"ГОСТ 21519-2003";
IF ( OK_Материал = "Дерево + сте-
клопакет"; "ГОСТ 24700-99";
IF ( OK_Материал = "Дерево +
стекло"; "ГОСТ 11214-2003";
IF ( OK_Материал = "Дерево
мансарда"; "ГОСТ 30734-2000";
IF ( OK_Материал = "Защит-
ное"; "ГОСТ 31462-2011";
"!Материал задан неверно!" ) ) ) ) ) ) )
```

В своей работе я не задаю конкретного производителя противопожарных дверей, поэтому первым делом идет проверка на выполнение одного из условий: либо задано свойство **Признак предела огнестойкости\_Ф**, либо параметр **OK\_Материал** имеет значение "Индивидуальный" и при выполнении одного из условий Обозначение тоже становится "Индивидуальный". В противном случае начинается подбор ГОСТа в зависимости от тех значений, которые я задал для свойства **OK\_Материал**. После перебора всех возможных значений **OK\_Материал** вставлено проверочное значение – на случай

ошибочно заданного пользовательского свойства, о чем я говорил выше.

"Наименование" – более сложный параметр, и я решил разбить его на несколько составляющих свойств, которые также определяются по формулам.

Вначале определяется вид изделия (**OK\_I\_Вид**):

```
IF ( OR ( Признак предела
огнестойкости_Ф <> " "; OK_Материал
= "Индивидуальный" ); "Оконный блок";
CONCAT ( IF ( КЛАССИФИКАЦИЯ моя
- 22 = "Балконная дверь"; "Б";
IF ( КЛАССИФИКАЦИЯ моя
- 22 = "Окно"; "О"; "Ошибка
Классификации!" );
IF ( OK_Материал = "ПВХ"; "П ";
IF ( OK_Материал = "Алюминий";
"АК ";
IF ( OK_Материал = "Дерево +
стеклопакет"; "Д";
IF ( OK_Материал = "Дерево +
стекло"; "Д";
IF ( OK_Материал = "Дерево
мансарда"; "Д МАНСАРДНОЕ";
IF ( OK_Материал = "Защит-
ное"; "П защитный";
"!Материал задан неверно!" ) ) ) ) ) ) )
```

Прежде всего я снова проверяю, задан ли предел огнестойкости окна либо материал – "Индивидуальный". Если первое условие не выполнено, то в зависимости от одной из двух возможных классификаций задается код вида изделия (опять с проверкой в конце). Функцией **CONCAT** код вида изделия объединяется с кодом материала изделия, подбираемым в зависимости от значения **OK\_Материал**.

Далее описываем конструкцию окна (**OK\_02\_Конструкция общая**):

```
IF ( OR ( Признак предела
огнестойкости_Ф <> " ";
OK_Материал = "Индивидуаль-
ный" ); "";
IF ( OK_06_Заполнение = ""; "О";
IF ( OK_Материал = "Дерево мансар-
да"; "-1"; "ОСП" ) ) )
```

Снова начинаем с проверки окна на индивидуальность. В ином случае, если последнее свойство заполнения окна не задано, вписываем код одинарного остекления. Далее выбираем между конструкцией со среднеповоротным открыванием мансардного окна (по ГОСТ 30734-2000) или одинарной конструкцией со стеклопакетом.

Рис. 12

Первая для собственно окна:

В ARCHICAD настройка отображения чисел (деление на группы по три цифры) задается через настройки Windows *Панель управления* → *Региональные стандарты* → *Дополнительные параметры* → *Группировка цифр по разрядам*. В формулах ARCHICAD 22 изменение данной настройки не меняет группировку цифр по разрядам, поэтому пришлось исключить пробелы между разрядами цифр, причем функция *TRIM* не удаляет эти пробелы и их пришлось копировать и вставлять в формулу для замены сим-

Для начала идет уже привычная проверка на индивидуальное окно. В принципе можно было вынести эту проверку в отдельное подсобство и вставлять его в каждую формулу, но я решил, что тут и так достаточно свойств. Далее коды опций

В результате Интерактивный Каталог заполнения оконных проемов выглядит так, как показано на рис. 12.

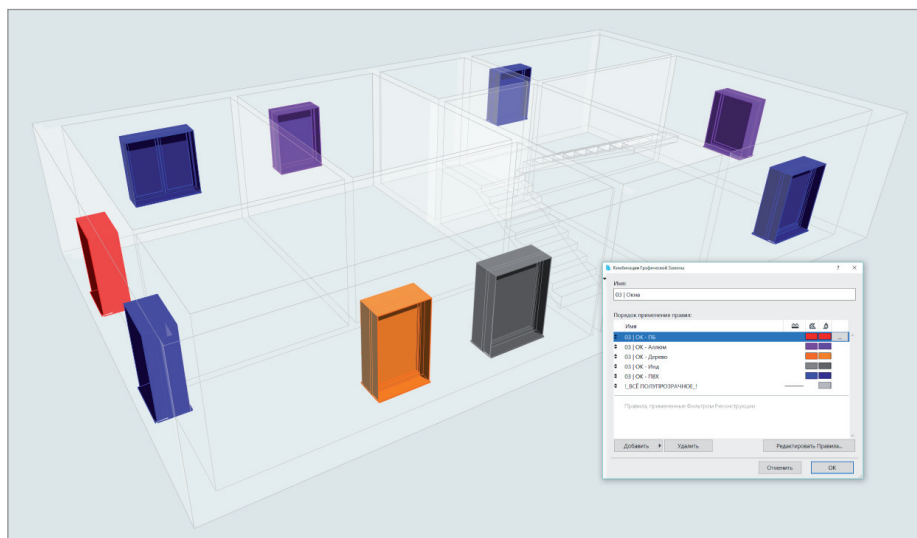


Рис. 13

В левой части находится непосредственно спецификация, предназначенная для размещения на листе, а столбцы правой части с зачеркнутыми заголовками размещены для управления наименованием прямо из Интерактивного Каталога и обрезаются при размещении в Макете. Результат рассмотренной автоматизации можно включить в графическую замену без дополнительных ухищрений, посредством свойства **OK Материал** (рис. 13).

В заключение еще раз повторяюсь, что представленный материал дан для понимания принципов работы нового инструмента и не претендует на точное соответствие нормативным требованиям, хотя и вполне удовлетворяет моим потребностям при работе.

### Пример 3: подбор площади сечения вентканала в квартире

В этом примере я хотел бы продемонстрировать автоматизацию выполнения задания отдела ОВ по подбору площади канала естественной вентиляции в квартирах — с использованием формул, расширения Labpp\_Квартирография<sup>7</sup> и новой функции ARCHICAD: пользовательская Выносная Надпись.

При выполнении многих объектов я подолгу ждал выдачи задания от раздела ОВ по требуемым площадям каналов естественной вентиляции в квартирах (наши заказчики не хотят использовать какие-то стандартные сборные вентканалы). И вот, наконец, смог получить некое универсальное задание (рис. 14). Увидев эти таблицы, я загрустил и сел думать, что мне с этим делать. Не хочу обсуждать правильность этих расчетов и саму суть задания, поскольку так и не сумел добиться ссылок на конкретные нормы, четко регламентирующие этот расчет.

По сути же, мне нужно определить тип квартиры, исходя из расположения и количества санузлов; это я могу сделать только вручную. Количество жилых этажей в проектируемой секции и количество этажей с коммерческими площадями я тоже не придумал, как автоматизировать, — тем более что в одном проекте может быть несколько секций с разными показателями. Также вручную пришлось вводить количество зон (или групп) градаций площади вентканала по вертикали, так как иногда делаются две градации, иногда четыре, а иногда единая

Жилая* площадь, м <sup>2</sup>	Тип канала и его расположение							
	**1 вариант		**2 вариант (бытовые помещения НЕ смежные)			**3 вариант(бытовые помещения смежные, вентканал расположен в санузле либо между 2 помещениями)		
	Кухня	Санузел	Кухня	Санузел либо ванная	Санузел либо ванная	Кухня	Ванная	Санузел
<30	I	II	I	II	II	I	-	I
от 30 до 40	I	I	I	II	II	I	-	I
от 40 до 50	I	III	I	I	II	I	-	III
от 50 до 63	III	III	I	I	I	III	-	III
от 63 до 70	x	x	III	I	I	См. 2 вариант		
от 70 до 80	x	x	III	III	I			
от 80 до 90	x	x	III	III	III			
Количество ЖИЛЫХ этажей от 22 до 25					Количество ЖИЛЫХ этажей от 21 и менее			
ЖИЛОЙ этаж	Тип и площадь** сборного >=, м <sup>2</sup>			ЖИЛОЙ этаж	Тип и площадь** сборного >=, м <sup>2</sup>			
	I	II	III		I	II	III	
25	0,267	0,133	0,400					
24	0,267	0,133	0,400					
23	0,267	0,133	0,400					
22	0,267	0,133	0,400					
21	0,267	0,133	0,400	21	0,222	0,111	0,333	
20	0,267	0,133	0,400	20	0,222	0,111	0,333	
19	0,222	0,111	0,333	19	0,222	0,111	0,333	
18	0,222	0,111	0,333	18	0,222	0,111	0,333	
17	0,222	0,111	0,333	17	0,222	0,111	0,333	
16	0,222	0,111	0,333	16	0,222	0,111	0,333	
15	0,222	0,111	0,333	15	0,222	0,111	0,333	
14	0,222	0,111	0,333	14	0,222	0,111	0,333	
13	0,133	0,067	0,200	13	0,133	0,067	0,200	
12	0,133	0,067	0,200	12	0,133	0,067	0,200	
11	0,133	0,067	0,200	11	0,133	0,067	0,200	
10	0,133	0,067	0,200	10	0,133	0,067	0,200	
9	0,133	0,067	0,200	9	0,133	0,067	0,200	
8	0,133	0,067	0,200	8	0,133	0,067	0,200	
7	0,067	0,033	0,100	7	0,067	0,033	0,100	
6	0,067	0,033	0,100	6	0,067	0,033	0,100	
5	0,067	0,033	0,100	5	0,067	0,033	0,100	
4	0,067	0,033	0,100	4	0,067	0,033	0,100	
3	0,067	0,033	0,100	3	0,067	0,033	0,100	
2	0,067	0,033	0,100	2	0,067	0,033	0,100	
1	-	-	-	1	-	-	-	

Рис. 14

<sup>7</sup> <https://www.labpp.net/labpp-solarisru>.



▼ KB_S вентканала		
↕ S канала Кухни	Строка	<Формула>
↕ S канала C/у-L	Строка	<Формула>
↕ S канала C/у-S	Строка	<Формула>
↕ Тип KB для вентканала	Набор Парам...	
↕ Кол-во жилых этажей	Целое число	0
↕ № первого жилого этажа	Целое число	1
↕ № этажа расположения	Целое число	<Формула>
↕ Кол-во зон	Набор Парам...	1
↕ S жилая	Число	0,00
↕ S канала I	Строка	<Формула>
↕ S канала II	Строка	<Формула>
↕ S канала III	Строка	<Формула>
↕ S КАНАЛА	Строка	<Формула>
↕ S канала_черновая	Строка	<Формула>

Рис. 15

площадь на всю высоту. В результате у меня получился набор свойств, представленный на рис. 15.

Все эти Свойства доступны для Класа "Аннотирование" — его я создал сам для маркеров квартир, которые поставляются в составе расширения Labrr\_Квартирография. В целом это приложение рас-

ширяет возможности формул в ARCHICAD, поскольку формулы рассчитываются на уровне отдельного элемента, а приложение сводит площади множества зон в один объект, разбивает их по группам и позволяет производить расчеты с этими данными. Только необходимо перенести значение Свойств би-

блиотечного объекта в пользовательские Свойства в Менеджере Свойств. Для таких целей в составе аддона поставляется специальный скрипт, который я, решая данную задачу, подкорректировал для переноса жилой площади квартиры в Пользовательское свойство.

Рассмотрим последовательность подбора вентканала. Для начала моделируем квартиру, размещаем Зоны и привязываем их к Маркеру квартиры. Подробно работу аддона квартирографии я показывал в специализированном вебинаре<sup>8</sup>. Запускаем скрипт (*S жилая OP-UP.cpp* в прилагаемом архиве<sup>9</sup>) и переносим жилую площадь квартиры в Пользовательское свойство *S жилая* (рис. 16).

Далее нужно вручную выбрать *Тип KB для вентканала*, задать *Кол-во жилых этажей* и *№ первого жилого этажа*. И тут появляется проблема: я должен либо помнить наизусть типы квартиры, либо открывать какую-то справку. Помочь может новая функция создания пользовательской выноски. Вы можете начертить с помощью линий, полилиний и штриховок то, что вам нужно вставить в требуемых местах в текст либо автотекст, а затем при помощи команды *Документ → Аннотация → Выносная Надпись* сохранить нарисованное и использовать его как Выносную Надпись. У меня получилась такая Выносная Над-

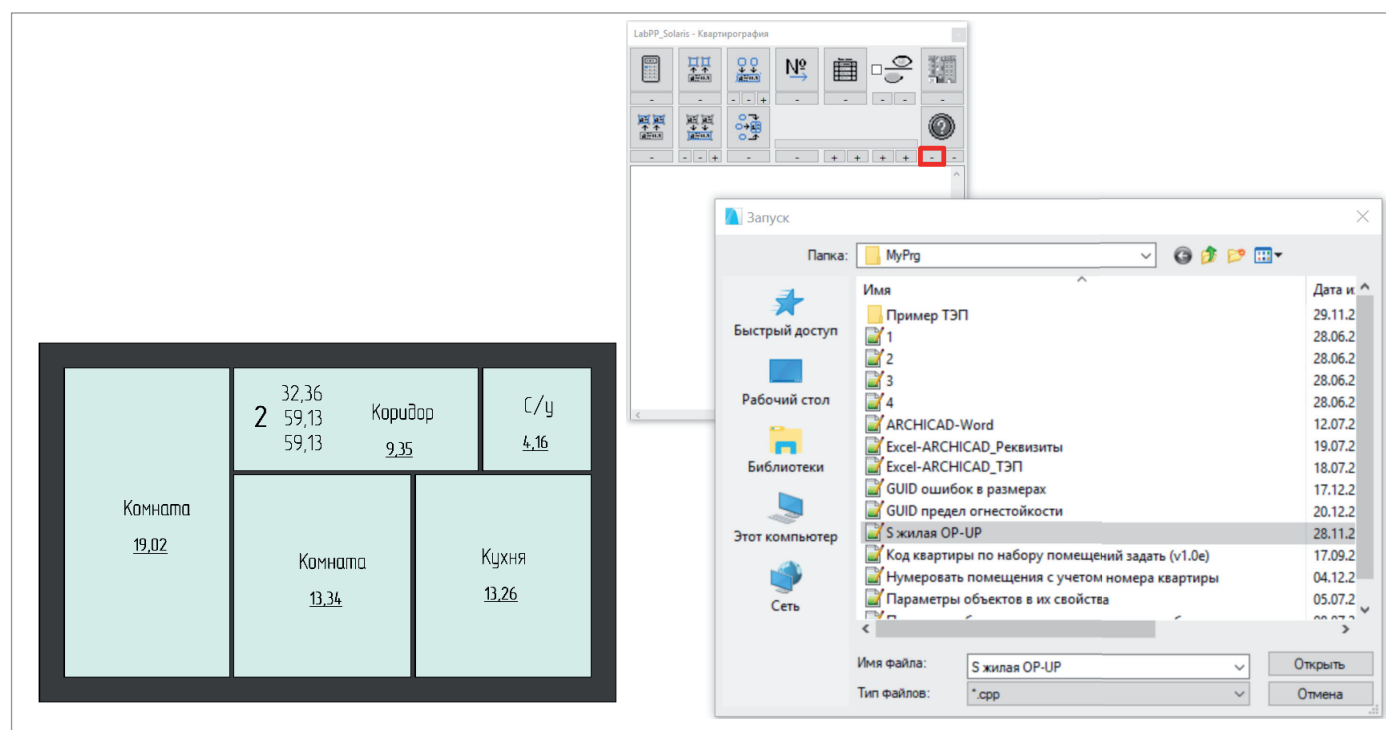


Рис. 16

<sup>8</sup> [https://youtu.be/wLk\\_ZPU\\_9Z4](https://youtu.be/wLk_ZPU_9Z4).

<sup>9</sup> [http://isicad.ru/ru/articles.php?article\\_num=20304#art1](http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20304#art1).

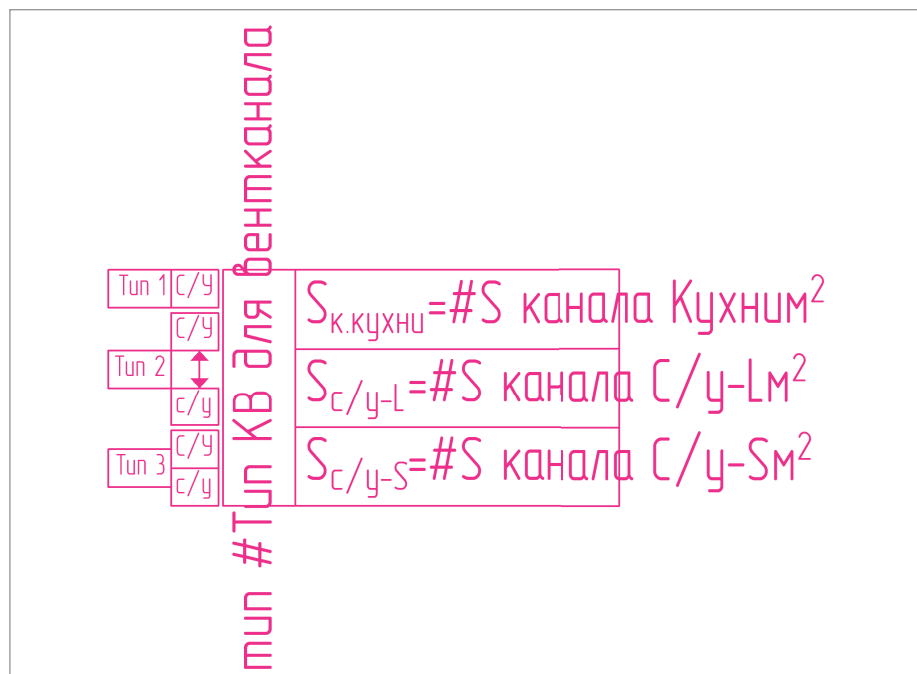


Рис. 17

пись для помощи в подборе вентканала (рис. 17).

В левой части показана подсказка по выбору типа квартиры. Далее идет вертикальный текст выбранного типа и, наконец, три значения площадей вентканалов для разных помещений.

Если посмотреть на таблицы исходного задания, становится видно, что в зависимости от жилой площади подбирается не площадь канала, а его тип. Поэтому для каждой квартиры рассчитываются все типы каналов, а уже в зависимости от типа квартиры и жилой площади подбирается конкретный тип канала в свойстве **S канала Кухни**, **S канала C/y-L**, **S канала C/y-S**.

Рассмотрим расчет площади канала на примере свойства для типа I (**S канала I**):

```
IF ( № этажа расположения > Кол-во
жилых этажей; "!!!Этажность меньше
текущего этажа!!!!";
IF ( Кол-во жилых этажей <= 7;
"0,067";
IF ( Кол-во жилых этажей <= 13;
IF ( Кол-во зон = "1"; "0,133";
IF (OR( Кол-во зон = "2";Кол-во
зон = "3/4";
IF ( № этажа расположения <=
7; "0,067"; "0,133"; "!!!Ошибка
количества зон!"););
IF ( Кол-во жилых этажей <= 21;
IF ( Кол-во зон = "1"; "0,222";
IF ( Кол-во зон = "2"; IF ( № этажа
расположения <= 13; "0,133";
"0,222";
```

```
IF ( Кол-во зон <> "3/4"; "!!!Ошибка
количества зон!";
IF ( № этажа расположения <=
7; "0,067";
IF ( № этажа расположения <=
13; "0,133"; "0,222")))););
IF ( Кол-во жилых этажей > 25; "Коли-
чество этажей больше расчетных 25!";
IF ( Кол-во зон = "1"; "0,267";
IF ( Кол-во зон = "2"; IF ( № этажа
расположения <= 13; "0,133";
"0,267";
IF ( Кол-во зон <> "3/4"; "!!!Ошибка
количества зон!";
IF ( № этажа расположения <=
7; "0,067";
IF ( № этажа расположения <=
13; "0,133";
IF ( № этажа расположения
<= 19; "0,222"; "0,267"
)))))))))
```

Вначале идет проверка правильности ввода исходных данных, то есть чтобы количество этажей было больше, чем этаж расположения, который рассчитывается по формуле (**№ этажа расположения**):

**Номер Собственного Этажа** – (**№ первого жилого этажа** – 1)

Я уменьшаю **№ первого жилого этажа** на единицу: если квартиры начинаются с первого этажа, то и вычитать из собственного этажа ничего не надо. Параметр Количество нежилых этажей решил

не использовать, поскольку при сложном рельефе и в случае дома, состоящего из нескольких секций, первый этаж отдельных секций может сместиться и на второй, и на минус первый.

Далее в формуле расчета площади вентканала идет перебор значений из таблицы в зависимости от количества жилых этажей в доме и этажа расположения квартиры. Если количество этажей в доме не превышает семи, то площадь канала минимальна и одинакова на всех этажах. Если этажей от 8 до 13, то уже возможны варианты единой зоны вентканалов и, соответственно, их одинаковой площади, либо градация площадей каналов по двум группам этажей (до 7 и выше). Для этажности от 14 до 21 этажа возможны уже три варианта градации площадей вентканалов (одна, две и три зоны). Для общего количества этажей 22-25 возможны градации площадей каналов на одну, две, четыре зоны. Поэтому последнее возможное значение **Кол-во зон** соответствует "3/4".

Если общее количество этажей превышает 25, то либо это значение задано ошибочно, либо дом выходит за пределы расчетных параметров исходного задания и требует дополнительного расчета, о чем в формулу также помещено предупреждение. Так как у свойства **Кол-во зон** только три значения (1, 2 и 3/4), то на всякий случай добавлена проверка на правильность значения данного свойства, хотя оно и имеет тип Набор Параметров. Я стараюсь формировать формулы таким образом, чтобы в конце было как можно меньше чередующихся данных и закрывающих скобок – так мне удобнее ориентироваться в формуле. Аналогичным образом подбираются площади каналов типа II и III.

Подбор типа вентканала рассмотрю на примере канала кухни (**S канала Кухни**):

```
IF (S жилая = 0; "!!!НЕТ ЖИЛОЙ ПЛО-
ЩАДИ!!!!";
IF ( Тип KB для вентканала = " "; "Выбе-
рите тип KB для вентканала";
IF ( OR (Тип KB для вентканала = "1";
Тип KB для вентканала = "3");
IF ( S жилая <= 50; S канала I; S ка-
нала III);
IF ( Тип KB для вентканала = "2";
IF ( S жилая <= 63; S канала I; S ка-
нала III); "!!!Ошибка типа квартиры!"
))) )
```

Вначале идет проверка переноса жилой площади из параметров объекта маркера в пользовательское Свойство. Затем

проверка назначения типа квартиры. И, наконец, следует перебор значений из исходной таблицы в зависимости от жилой площади и типа квартиры.

Стоит отметить, что исходные данные (количество этажей и этаж расположения) можно вносить сразу для всех маркеров этажа. Скрипт также переносит значения жилой площади для всех маркеров в проекте. В итоге можно пакетно нанести подготовленные выноски для всех маркеров квартир на этаже (команда Документ → Аннотация → Нанести Выносные Надписи для выбранных Элементов) и заняться расстановкой вентканалов.

Вентканал у меня представляет собой группу элементов: стены с отверстиями, Библиотечный элемент разделения заборного канала, профилированной колонны из прозрачного материала с высоким приоритетом пересечения, и Выносная Надпись со свойством **S КАНАЛА**. Это Свойство надо сравнивать с минимальной площадью из задания ОВ, которая имеет три знака после запятой. Чтобы не переключаться между точностью отображения площадей, я решил попытаться реализовать это с помощью формул. Сначала я рассчитываю площадь колонны со сдвигом запятой на три знака вправо (**S канала\_черновая**) (рис. 18).

**SPLIT (STRCALCUNIT (Толщина / Диаметр Ядра \* Ширина Ядра \* 1000)); ";"; 1)**

Перед переводом в строковое значение отсекаю дробную часть площади (запятую и всё, что правее нее) функцией **SPLIT**. А затем уже меняю отображение получившегося значения как дробь с тремя знаками после запятой, используя то, что ARCHICAD 22 не убирает пробелы между разрядами чисел в формулах (о чем я говорил выше):

**IF (CONTAINS (";"; S канала\_черновая);  
SUBSTITUTE (S канала\_черновая; ";"; "," );  
CONCAT ("0,"; S канала\_черновая ) )**

В данной формуле применены только функции преобразования текста. Таким образом, если **S канала\_черновая** имеет больше трех цифр, то в ней есть пробел и я его заменяю на запятую, иначе ставлю в начало строки "0,". Данное решение абсурдно, антинаучно и не универсально (например будет некорректно работать с площадями, имеющими больше шести знаков), но работает и показывает, что довольно нестандартные задачи можно решить, если мыслить шире.

Очевидно, что результат далек от полной автоматизации, — по сути, я просто убрал из процесса проектирования работу с таблицами и уменьшил возможность ошибки при подборе минимальных значений площади вентканала. Опять же хочу уточнить: я не доказываю, что исходное задание абсолютно верно, и не

призываю точно следовать моим формулам. Я хочу показать общие принципы того, как, если один раз хорошо подумать, можно автоматизировать рутинные задачи.

## Заключение

Формулы — это серьезный шаг ARCHICAD на пути автоматизации насыщения модели информацией. То, что раньше выполнялось только через неочевидные инструменты IFC-схем (объединение нескольких параметров в строку), теперь доступно напрямую из Менеджера Свойств. То, что раньше требовало выгрузки в Excel с последующей обработкой (вычисление процента жилой площади от общей площади квартиры или квартир на этаже), теперь может вычисляться автоматически прямо в ARCHICAD и отображаться в Выносных Надписях или Интерактивном Каталоге. То, что раньше могло назначаться только вручную (предел огнестойкости конструкций), теперь может рассчитываться автоматически.

Область применения формул уже сейчас довольно широка, особенно в комплексе со сторонними расширениями, а с развитием этого инструмента будет ограничена только воображением пользователя. В заключение хотелось бы отметить следующее: кому-то может показаться, что всё изложенное мной мало похоже на то, чем привык заниматься архитектор. Но профессия архитектора всегда была сопряжена с необходимостью знаний во множестве смежных специальностей, и программирование — лишь еще одна из них. Язык программирования — это международный язык нового времени, наравне с английским, и, отказываясь от изучения хотя бы базовых принципов программирования, вы фактически отказываетесь от саморазвития.

"...приходится бежать со всех ног, чтобы только остаться на том же месте, а чтобы попасть в другое место, нужно бежать вдвое быстрее" (Льюис Кэрролл, "Алиса в Зазеркалье").



Егор Захаров,  
главный архитектор  
ЗАО "Институт ПИРС"



Рис. 18



## > СПДС GraphiCS 2019 и nanoCAD СПДС 9.0. РАБОТА С IFC ИЗ REVIT

Autodesk Revit (далее — Revit) представляет собой одну из программ, осуществляющих автоматизированное проектирование по технологии информационного моделирования зданий (BIM). Вместе с тем основным результатом проектирования являются плоские чертежи, для оформления которых используются программы СПДС GraphiCS 2019 и nanoCAD СПДС 9.0 (далее — СПДС).

Если проектная организация:

- использует несколько BIM-систем, координируемых через обмен IFC в рамках технологии OpenBIM;
  - еще не полностью перешла на цифровое моделирование;
  - часто обменивается двумерной документацией со смежными отделами или субподрядными организациями,
- то представляется целесообразным совместное использование Revit и СПДС. Отдельные специалисты или целые отделы (например архитекторы) могут работать в рамках технологии BIM, применяя Revit и другие программы, а смежные отделы и/или подрядные организации (например инженеры) продолжают работать в рамках двумерного проектирования (СПДС GraphiCS или nanoCAD СПДС).

Финансовая выгода при этом достигается благодаря сокращению количества дорогостоящих инсталляций BIM-программ и отсутствию необходимости переобучать сотрудников для работы в новой BIM-парадигме.

Программы СПДС позволяют посредством импорта из формата IFC создавать поэтажные планы из трехмерной модели. IFC — это стандарт передачи строительных моделей, поддерживаемый большинством BIM-систем, в том числе и Revit.

Для корректного импорта в СПДС требуется предварительно настроить Revit. Сначала в параметрах экспорта следует задать соответствие координационных осей классу *IfcGrid* (рис. 1, 2).

Если в процессе экспорта предполагается задействовать пользовательские се-

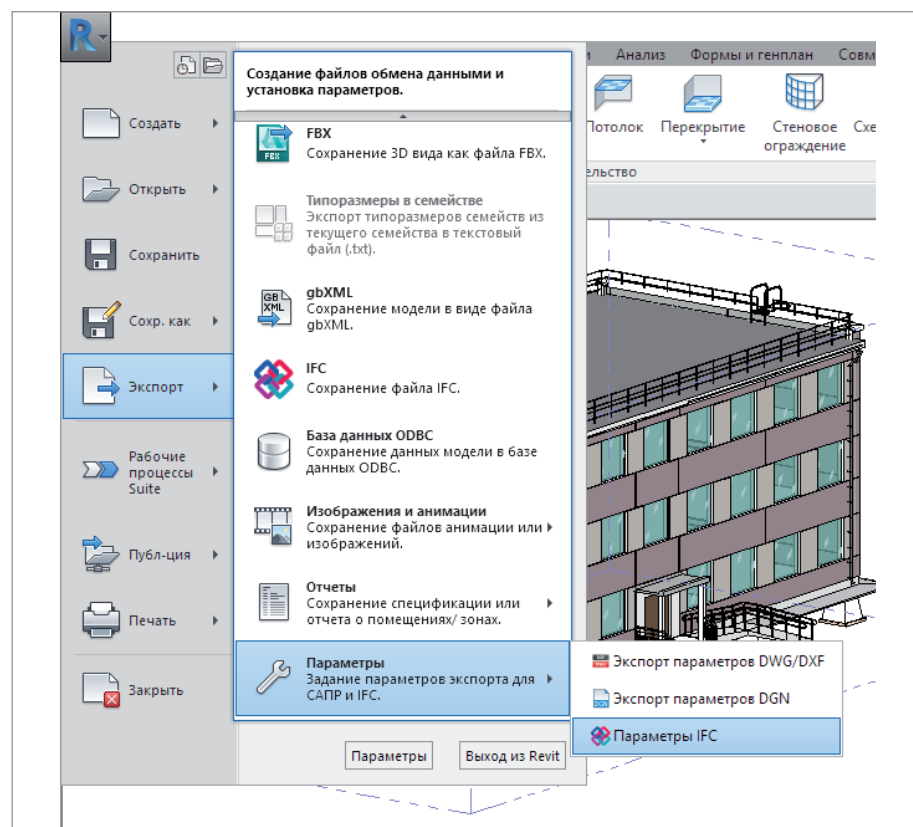


Рис. 1

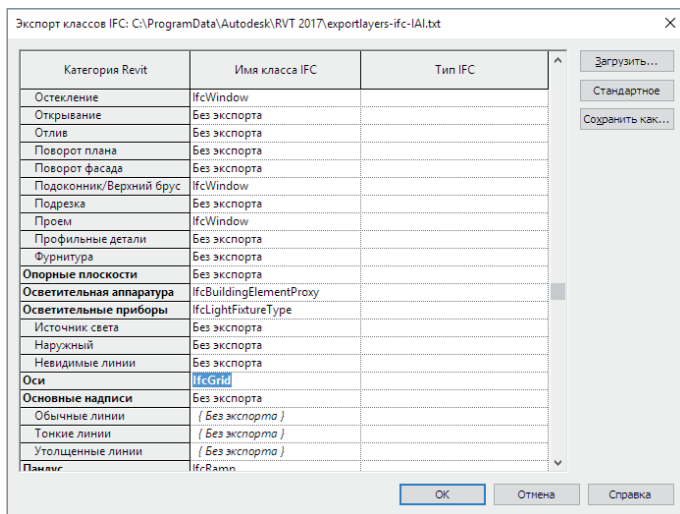


Рис. 2

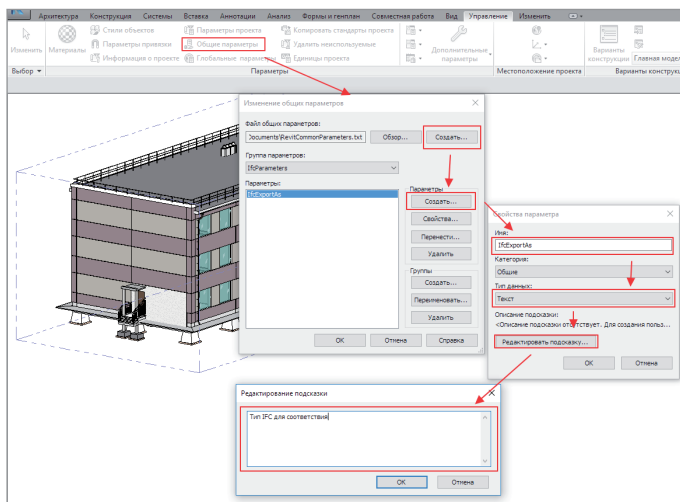


Рис. 3

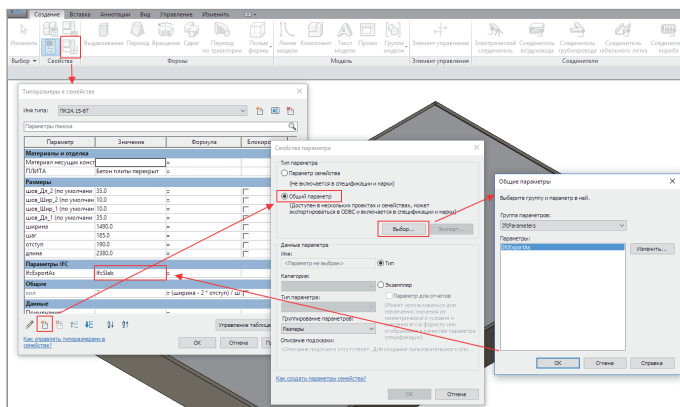


Рис. 4

мейства Revit, то для этих семейств также необходимо задать соответствие классу IFC. Для этого создается файл общих параметров и параметр *IfcExportAs* (рис. 3). Для необходимых семейств в режиме редактирования выбирается общий па-

раметр и задается тип экспорта IFC. Например, для плит перекрытия это класс *IfcSlab* (рис. 4). Далее производится экспорт в IFC через меню Revit (рис. 5). В настройках экспорта необходимо включить разбиение стен и колонн по

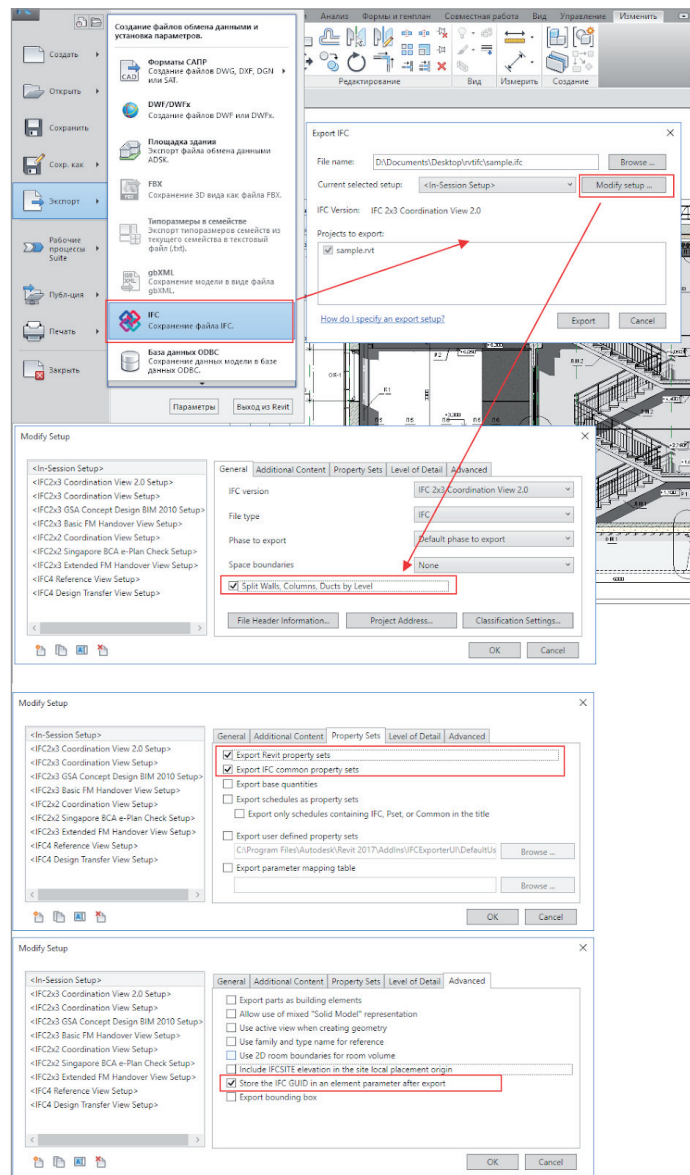


Рис. 5

уровням этажей, экспорт дополнительных свойств Revit, а также сохранение IFC GUID в файле проекта Revit. Для отображения структуры и состава модели в СПДС GraphiCS предназначена боковая панель *Менеджер проекта*.

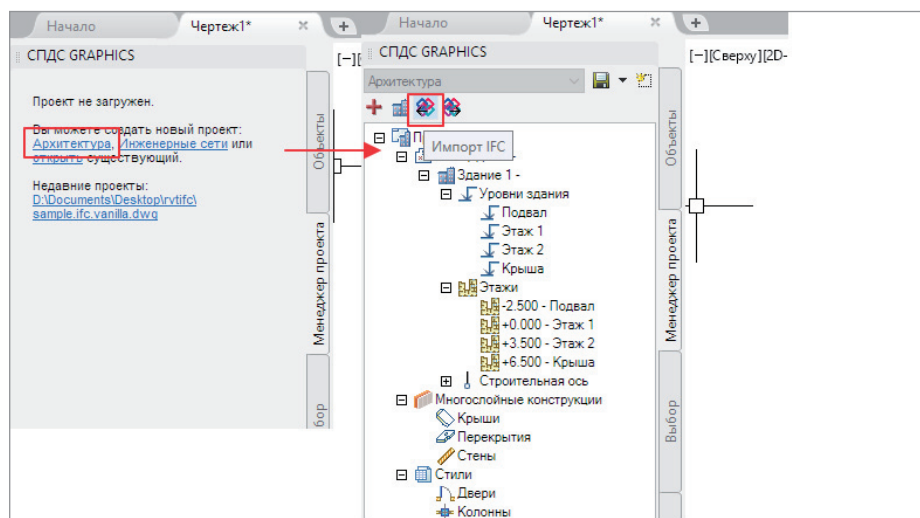


Рис. 6

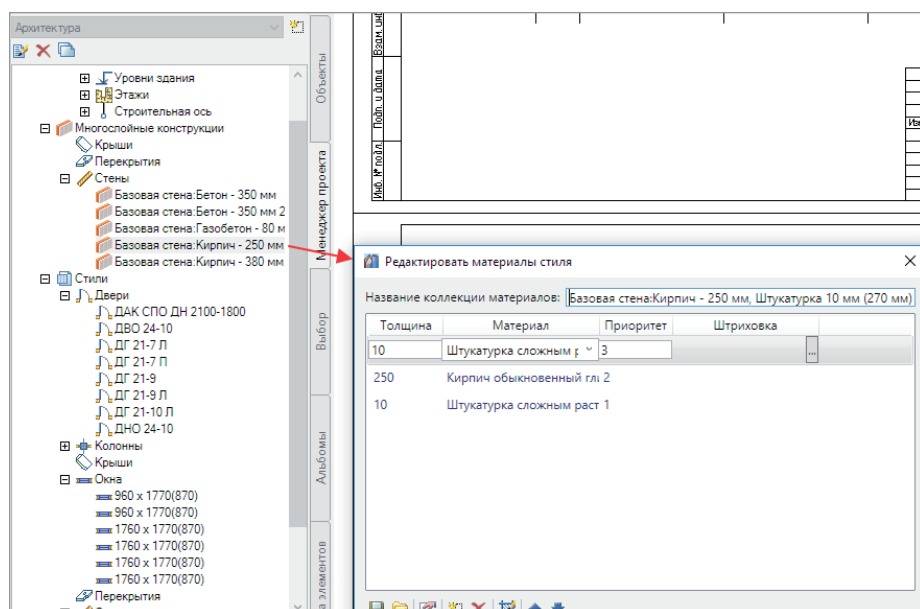


Рис. 7

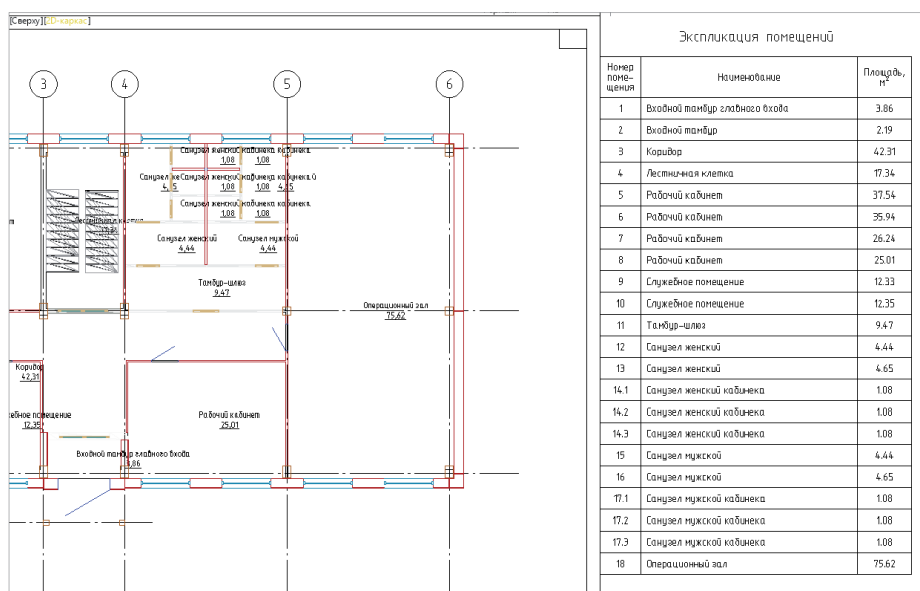


Рис. 8

Приступаем к импорту данных Revit в СПДС. В боковой панели нужно создать проект типа "Архитектура" и выбрать инструмент *Импорт IFC* (рис. 6).

По результатам такого импорта автоматически создаются поэтажные планы модели, содержащие как интеллектуальные СПДС-объекты (стены, окна, двери, колонны, помещения), так и объекты IFC.

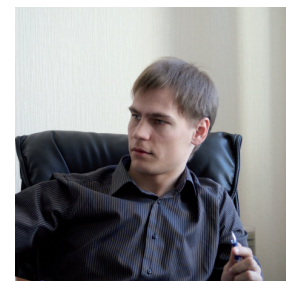
Вид объектов на чертеже можно настроить через стили многослойных конструкций, окон и дверей (рис. 7). Стили являются уникальным инструментом СПДС, позволяющим централизованно настраивать и редактировать объекты на чертеже; они существенно сокращают время поиска и редактирования объектов.

Поскольку СПДС GraphiCS изначально предназначен для оформления рабочей документации по отечественным стандартам, дооформить импортированные планы (расставить оси, размеры, обозначения) не составит большого труда.

На основании полученных планов также могут быть созданы спецификации: экспликация помещений, ведомость отделки, спецификация элементов заполнения проемов (рис. 8).

Полученные планы являются основой для оформления рабочей и проектной документации разделов архитектуры, конструкций и инженерных сетей. Это всегда точные, надлежащим образом оформленные чертежи, которые удобно редактировать и использовать в новых проектах.

Таким образом, СПДС автоматизирует рутинные операции по оформлению поэтажных планов и служит незаменимым инструментом интеграции BIM-проектирования и традиционной работы с плоской проектной документацией.



Михаил Гладких,  
технический директор  
ООО "Магма-Компьютер"





**Bentley®**  
Advancing Infrastructure

## ➤ CHINA RAILWAY SHANGHAI ENGINEERING ИСПОЛЬЗУЕТ ИНТЕРАКТИВНОГО ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**П**роjekt станции очистки сточных вод Бэйху охватывает около 130 км² канализационных сетей, призванных обслуживать 2,48 млн человек. Производительность объекта, занимающего площадь 532 000 м², будет постепенно возрастать с 800 тысяч до 1,5 миллионов тонн в день. Это крупнейшая установка по очистке сточных вод не только в Китае, но и во всей Азии.

За строительство основной конструкции каждой из секций станции и за монтаж трубопроводов отвечает компания China

Railway Shanghai Engineering Bureau (CRSEB), которая должна спроектировать более 30 объектов: насосных помещений, распределительных скважин, резервуаров и другого оборудования для обработки сточных вод. Технические требования проекта предусматривают использование одиннадцати основных категорий электромеханических трубопроводов. Проектировщикам нужно преодолеть немалые сложности, связанные с управлением деформацией, усадкой и растрескиванием высокочувствительных биологических и мембранных

бассейнов — при том что контроль непроницаемости бетона будет затруднен. Глобальную задачу представляет собой минимизация доработки на местности при размещении многочисленных технологических отверстий и вмурованных втулок в ряде конструкций.

Чтобы соответствовать жестким требованиям проекта, CRSEB обратилась к технологии BIM, создав цифровой двойник установки для очистки сточных вод. Своей интерактивностью двойник обязан использованию съемки местности с беспилотных летательных аппара-





тов (БПЛА). Применение цифрового двойника обеспечивает надежность рабочих процессов, включая моделирование арматуры, а графическая визуализация помогает не только усовершенствовать методы управления ходом проекта и его стоимостью, но и повысить эффективность и безопасность на строительной площадке.

Использование технологии BIM совместно с ПО OpenBuildings Designer, ContextCapture, ProStructures и LumenRT от Bentley позволило CRSEB добиться значительной рентабельности инвестиций в проект. Применение БПЛА и ContextCapture при расчете земляных работ на квадратный километр обеспечило существенное сокращение сроков строительства и снижение расходов на 310 000 юаней. Кроме того, интерактивный цифровой двойник, используемый вместе с ProStructures для углубленных вычислений, упростил сборку тонких и высокочувствительных стенок бассейна, сэкономив около 2,3 млн юаней. Изменение способа проектирования и монтажа арматуры обеспечило экономию еще 1,71 млн юаней, при этом сроки строительства сократились на 25 дней. Наконец, интерактивный цифровой двойник, применяемый при обучении

команд проектировщиков на площадке, позволил дополнительно ужать график выполнения работ на 121 день и сэкономить еще 1,27 млн юаней.



**Применение БПЛА и ContextCapture при расчете земляных работ на квадратный километр обеспечило существенное сокращение сроков строительства и снижение расходов на 310 000 юаней. Кроме того, интерактивный цифровой двойник, используемый вместе с ProStructures для углубленных вычислений, упростил сборку тонких и высокочувствительных стенок бассейна, сэкономив около 2,3 млн юаней**

Успешная реализация этого проекта изменила характер ведения бизнеса компании. Говорит Лей Хуан (Lei Huang), стар-

ший исполнительный директор CRSEB: "ПО Bentley, используемое при работе над проектом, обеспечило нам возможность значительного технологического прогресса в деле защиты водной среды. А накопленный опыт позволит нашей компании и в дальнейшем успешно продвигать технологии BIM".

Результаты, достигнутые в рамках реализации проекта, открыли для компании перспективы дальнейшего цифрового развития. Сюда относятся исследования и разработки в таких областях, как технологии моделирования конструкций в режиме реального времени для создания интеллектуальных строительных объектов, получение междисциплинарных данных путем объединения информации с различных датчиков и применение цифровых строительных площадок. Благодаря технологии BIM, внедрению методов реализации проектов с использованием интерактивного цифрового двойника и ПО Bentley компания CRSEB заложила основу своих будущих успехов.

*По материалам компании  
Bentley Systems*



## ➤ "СПДС GRAPHICS – ФАСАДНАЯ И КРОВЕЛЬНАЯ СИСТЕМА"

"СПДС Graphics – фасадная и кровельная система" — специализированное программное обеспечение, автоматизирующее работу по созданию 2D-чертежей марок АР и АС. Программа разработана ООО "Магма-Компьютер" по заказу ООО "Фронтсайд". Назначение программы — подготовка графической документации, автоматическое формирование и обновление спецификаций. В качестве графической платформы используется приложение СПДС GraphicsCS.

**Ключевые преимущества программы "СПДС Graphics – фасадная и кровельная система":**

- работа в среде AutoCAD с использованием функционала СПДС GraphicsCS;
- автоматическое назначение позиций, марок и их отображение на чертеже;
- полностью автоматическая ассоциативная связь чертежей и проекта;
- полностью автоматическое формирование, подсчет и обновление спецификаций.

**Основные задачи, решаемые программой:**

- оформление чертежей с раскладкой сэндвич-панелей по фасадам и чертежей узлов крепления;
- автоматический подсчет и формирование спецификаций на сэндвич-панели — с учетом различных характеристик панелей;

■ автоматический подсчет и формирование спецификаций на комплектующие — с учетом выбора необходимых элементов поставки;

- экспорт сформированных спецификаций в файл \*.xml — с последующей выгрузкой в систему 1С для производства.

### Работа в "СПДС Graphics – фасадная и кровельная система" глазами проектировщика

Разработка проектов ограждающих конструкций с применением сэндвич-панелей — очень узкая специализация. Я проектирую ограждающие конструкции больше восьми лет, причем первые шесть из них работа выполнялась в программе AutoCAD без специального приложения СПДС GraphicsCS и настроек под наше производство. Создавать чертежи можно было только с помощью стандартных команд AutoCAD: *Отрезок*, *Размер*, *Текст*. Спецификации для производства создавались в программе Excel и подчи-

тывались вручную с огромным количеством пересчетов и проверок.

Компания "Магма-Компьютер" разработала для ООО "Фронтсайд" специальную программу "СПДС Graphics – фасадная и кровельная система" — отличный инструмент создания монтажных схем. Такие схемы представляют собой альбомы, где отображается раскладка панелей, представлены узлы крепления, спецификации на панели и все необходимые комплектующие. Основное назначение монтажной схемы — это руководство к проведению монтажных работ.

За год работы с "СПДС Graphics – фасадная и кровельная система" работа проектировщика значительно упростилась. Одновременно стала заметно выше эффективность проектирования.

### О программе "СПДС Graphics – фасадная и кровельная система"

Инструменты программы "СПДС Graphics – фасадная и кровельная система" расположены на одной панели (рис. 1). Здесь собраны все команды, необходимые для работы.

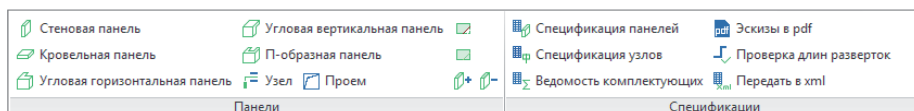


Рис. 1. Панель инструментов "СПДС Graphics – фасадная и кровельная система"





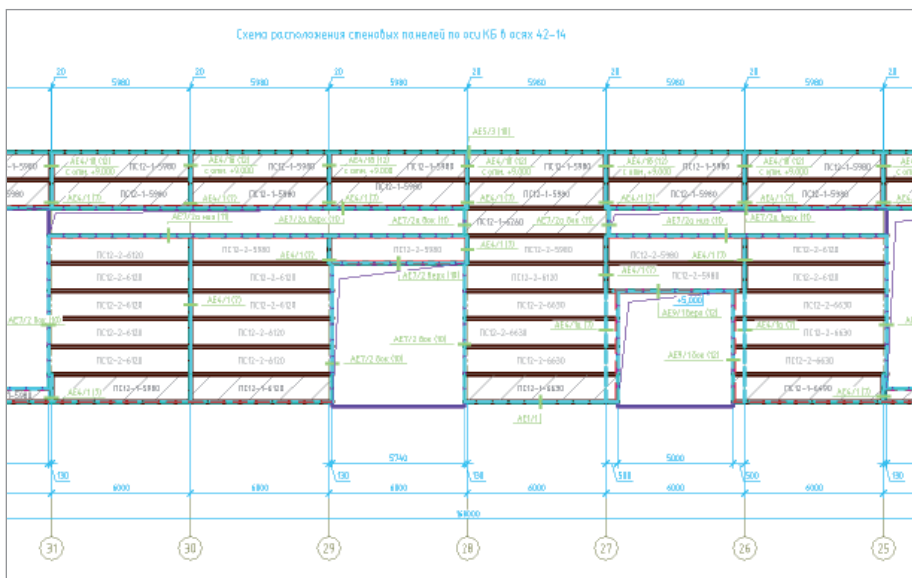


Рис. 5. Схема расположения узлов

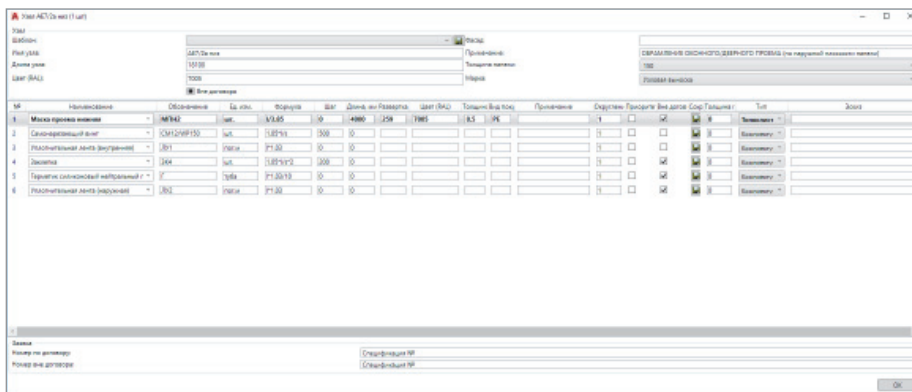


Рис. 6. Диалог узла

FRONT  
SIDE

+7 (495) 642-80-91

+7 (4922) 53-08-99

www.front-slide.ru

Почтатель:

Наименование объекта:

Адрес объекта:

Договор поставки М:

Приложение М:

От

От

Спецификация М

Спецификация панелей (начало)

N п/п	Тип панели толщина/ширина	Маркировка профиля		Марка панели (обозначение по чертежу)	Цвет (RAL)		Кол-во, шт	Длина панели, мм	Примечание: 1 (одна) панель составит из ... шт на разрез	Вырезка SNV	Узловая панель/ "П"-панель (тип)					Узловый размер 7x7 в записи при заказе			
		наружный лист	вынутый лист		наружный лист	вынутый лист					длина (1) левая	длина (2) правая	Кол-во, шт	левая сторона А	средний размер С	правая сторона В	узлов.	горизонтальный	вертикальный
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
1	Frontbase WP 150/1200	s	s	ПС1-1823, ПС1-2001	9006	9003	1	3829	1x1823, 1x2001									-	-
2	Frontbase WP 150/1200	s	s	ПС1-4157	9006	9003	1	4157										-	-
3	Frontbase WP 150/1200	s	s	ПС1-5980	9006	9003	2	5980										-	-

Итоговая таблица

N п/п	Тип панели толщина/ширина	Маркировка профиля	Марка панели (обозначение по чертежу)	Цвет (RAL)	Кол-во, шт	Площадь панели, кв.м
1	2	3	4	5	6	7
Стеновая панель						
1	Frontbase WP 150/1200	s	s	9006	9003	23,935
Итого:					4	23,935

Примечание:

1. Все панели изготавливаются с открытыми длинами, указанными в графе "9". Их резку на панели размерами, указанными в графе "10", обеспечивает

Почтатель по рекомендации ООО "Фронтсайд". Для резки панелей при монтаже следует использовать только инструменты, которые обеспечивают холодную

резку (например: сабельная пила, электролобзик).

1

Рис. 7. Спецификация панелей

## Команда Узлы

Команда **Узлы** — одна из самых удобных и функциональных в программе. В техническом каталоге компании "Фронтсайд" представлено больше сотни стандартных и нестандартных узлов, все они собраны в библиотеке программы "СПДС GraphiCS — фасадная и кровельная система". Сами узлы проектировщик прочерчивает вручную. Расположение того или иного узла прочерчивается на раскладке панелей. В дальнейшем это позволяет автоматически получить для спецификации длину узла (рис. 5). В составе узлов можно редактировать формулы для подсчета комплектующих, длины, развертки, цвет доборных элементов, добавлять или удалять комплектующие и выбирать приоритетность поставки (рис. 6).

## Команда Спецификации

В программе могут быть сформированы различные варианты спецификаций:

- спецификация сэндвич-панелей с принадлежностью этих панелей тому или иному фасаду (рис. 7);
- спецификация на комплектующие (доборные элементы и крепеж). При создании этой спецификации (рис. 8) можно задавать на выбор:
  - спецификацию комплектующих по договору;
  - спецификацию комплектующих вне договора;
  - спецификацию комплектующих по фасадам;
  - спецификацию комплектующих по узлам;
  - спецификацию комплектующих по элементам.

Во всех спецификациях автоматически осуществляется подсчет комплектующих, заданных в узле (рис. 9).

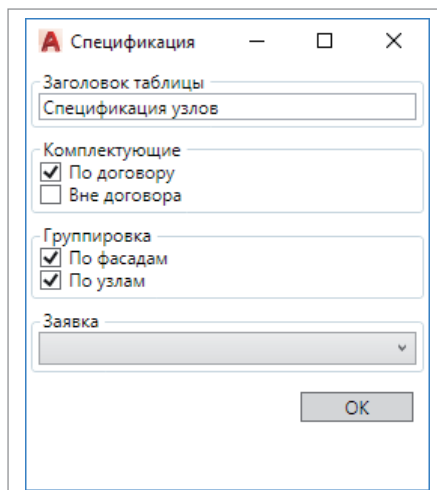


Рис. 8. Диалог настройки спецификации

FRONT  
SIDE

Покупатель:  
Наименование объекта:  
Адрес объекта:  
Договор поставки №: \_\_\_\_\_  
Приложение №: 1

От: 12.12.2017  
От: 12.12.2017

+7 (495) 642-80-91  
+7 (4952) 51-08-19  
www.front-side.ru

Спецификация №

Спецификация узлов (начало)

№ п/п	Наименование	Обозначение	Единица измерения	Кол-во	Длина, мм	Размер, мм	Цвет (RAL)	Прим.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>AEV1</b>		шт.	348,95			7005	
1	Цокольный профиль	ЦП	шт.	91	4000	365	7005	
2	Герметик силиконовый нейтральный прозрачный	Г	шт.	42				
3	Герметик-цир З30	ШЗ0	шт.	360				
4	Защелка	ЖК4	шт.	3287				
5	Уплотнительная лента (ножничная)	ЛЗ2	шт.	360				
	<b>AEV1 стандарт</b>		шт.	348,95			оцинк.	
6	Второй элемент	ОЗ150	шт.	367	200	116	оцинк.	
7	Защелка	ЖК8	шт.	733				
8	Теплоизоляция	МВ1	шт.	15				
9	Уплотнительная лента (ножничная)	ЛЗ1	шт.	360				
	<b>AEV16</b>		шт.	11,98			7005	
10	Цокольный профиль	ЦП	шт.	4	4000	365	7005	
11	Герметик силиконовый нейтральный прозрачный	Г	шт.	2				
12	Герметик-цир З30	ШЗ0	шт.	13				
13	Защелка	ЖК4	шт.	63				
14	Уплотнительная лента (ножничная)	ЛЗ2	шт.	13				
	<b>AEV16 стандарт</b>		шт.	11,98				

1

Рис. 9. Спецификация узлов

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<root>
  <request name="Спецификация №1360-1.3" outside-contract="true">
    <panels />
    <specification>
      <components>
        <facade name="Фасад по оси А в осях 3-12">
          <node name="AE1/1" color="1015" length="96722">
            <item type="thick-wall-element" priority-shipment="false">
              <name>Опора цокольного профиля</name>
              <designation>ОПФ</designation>
              <position>12</position>
              <note />
              <preview-path />
              <units>шт.</units>
              <length>200</length>
              <color-front>оцинк.</color-front>
              <color-back />
              <cover-thickness-front>2</cover-thickness-front>
              <cover-front />
              <quantity>102</quantity>
              <number>1</number>
              <blank-sheet-length>256</blank-sheet-length>
            </item>
            <item type="thick-wall-element" priority-shipment="false">
              <name>Опорный элемент</name>
              <designation>ОЗ150</designation>
              <position>11</position>
              <note />
              <preview-path />
              <units>шт.</units>
              <length>200</length>
              <color-front>оцинк.</color-front>
              <color-back />
              <cover-thickness-front>2</cover-thickness-front>
              <cover-front />
              <quantity>102</quantity>
              <number>2</number>
            </item>
          </node>
        </facade>
      </components>
    </specification>
  </request>
</root>

```

Рис. 10. Экспорт спецификации в файл \*.xml

### Команда *Передать в xml*

С помощью этой команды спецификации на сэндвич-панели и комплектующие экспортируются в файл \*.xml – с последующей выгрузкой в систему 1С для производства (рис. 10).

От компании "Фронтсайд" и ее проектной группы хочу сказать самые теплые слова о программе, о команде ее разработчиков и персонально поблагодарить технического директора компании "Магма-Компьютер" Михаила Гладких за терпение, понимание и предложения по совершенствованию работы нашей проектной группы.

Технический директор компании "Магма-Компьютер" Михаил Гладких о проекте разработки "СПДС GraphiCS – фасадная и кровельная система" для ООО "Фронтсайд": "Первоначально рассматривались различные варианты решений для автоматизации проектирования, в том числе и переход на 3D-проектирование. Программа СПДС GraphiCS была выбрана в качестве платформы, поскольку она активно использовалась проектировщиками, а ее API позволяет нам быстро разрабатывать новый функционал. Реализация проекта осуществлялась поэтапно на основании анализа стоящих перед ООО "Фронтсайд" задач; в конце каждого этапа предоставлялась версия, с которой сразу же начинали работать проектировщики. Благодаря этому в ходе последующих этапов удалось оперативно организовать обратную связь и доработку программы. Хотелось бы поблагодарить всех участников проекта со стороны ООО "Фронтсайд" за теплую и доверительную атмосферу сотрудничества, благодаря которой в течение нескольких месяцев удалось перейти на проектирование с использованием разработанного ПО".

**Ирина Воробьева,**  
руководитель проектной группы  
ООО "Фронтсайд"

## О компании "Фронтсайд"

ООО "Фронтсайд" работает на российском рынке с 2001 года. Специализация – производство фасадных систем любой сложности. В ассортиментном портфеле компании представлены модульные фасадные системы, стеновые и кровельные сэндвич-панели, в том числе уникальные решения для вертикального и горизонтального монтажа, конструктивные решения для углов зданий, а также эксклюзивные декоративные элементы.

Сайт компании: [frontside.ru](http://frontside.ru)

## О компании "Магма-Компьютер"

Компания "Магма-Компьютер" представлена на отечественном рынке программного обеспечения с 1996 года. В ее состав включены отделы разработки, тестирования и технической поддержки программного обеспечения. ООО "Магма-Компьютер" разрабатывает САПР-решения в области машиностроения, промышленного и гражданского строительства, архитектурного проектирования, а также системы электронного документооборота, обработки сканированных чертежей, векторизации и гибридного редактирования. С момента основания компания ориентируется на создание собственных программ, которые в сочетании с программным обеспечением от мировых лидеров позволяют решать задачи в области САПР на самом высоком уровне и с учетом российских реалий.

Сайт компании: [www.mcad.ru](http://www.mcad.ru)





## ➤ ПОСТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОКАРКАСА ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ СПДС МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ

Одной из основных задач современного проектирования является поиск новых планировочных решений зданий с максимальным внутренним пространством. Не сложно догадаться, что возможность для реализации этой идеи предоставляет именно проектирование здания из металлического каркаса. Поэтому металлические каркасы зданий — не только актуальная тема для проектировщика, но и прогрессивное решение при проектировании и строительстве любых объектов.

Но как реализовать идею и превратить ее в готовый проект? С этим нам поможет справиться специализированное программное обеспечение СПДС Ме-

таллоконструкции — вертикальное приложение, которое устанавливается на такие платформы, как AutoCAD и nanoCAD. СПДС Металлоконструкции — это универсальная программа, которая создана для разработки двумерных чертежей металлических конструкций марок КМ и АС.

Создание проекта каркаса здания обычно начинается с создания плана расположения металлических конструкций. Для этого в программе предусмотрены все необходимые инструменты создания сетки осей и самих элементов металлического каркаса (рис. 1).

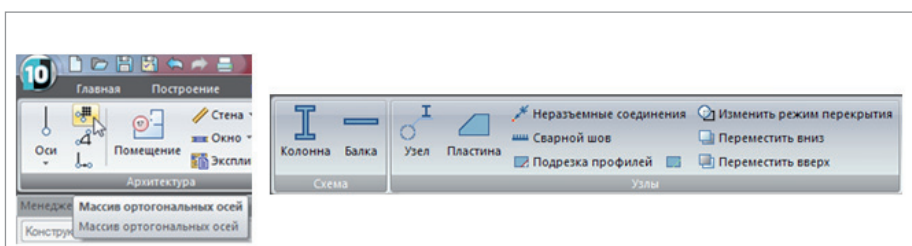


Рис. 1. Панель инструментов программы

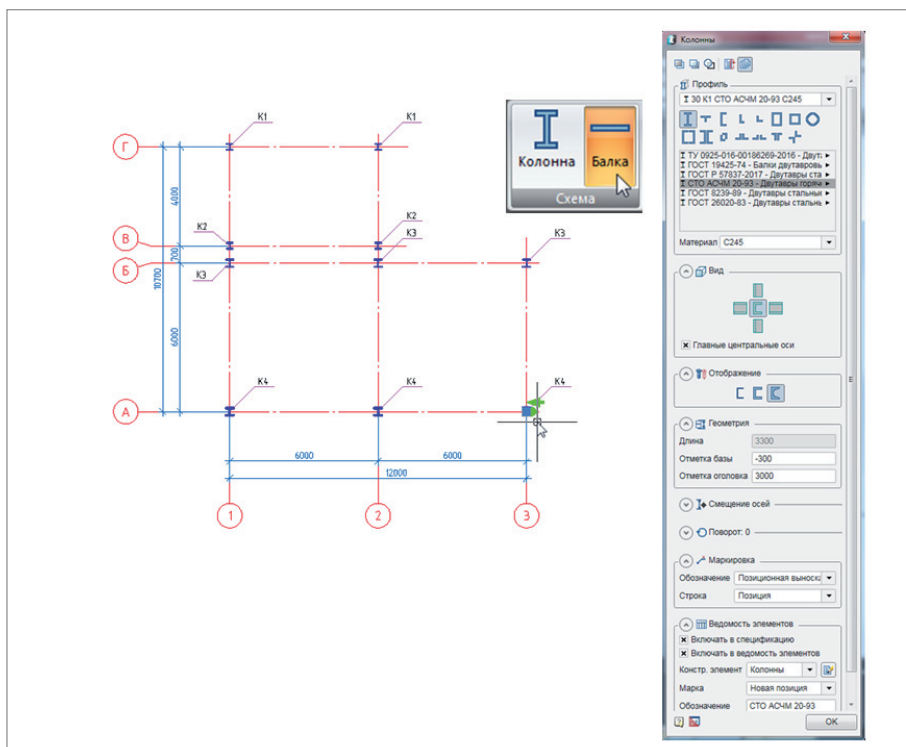


Рис. 2. Расстановка колонн на плане

В процессе создания проекта чаще всего используются команды *Колонна* и *Балка* — это базовые инструменты программы, они нужны для построения элементов металлического каркаса здания (рис. 2). Каждый инструмент имеет большой набор параметров, которые задаются пользователем непосредственно через диалоговое окно выбранной команды. Все параметры, введенные для определенной марки элемента, программа запоминает, и при следующем создании элемента эти параметры вводить уже не придется.

Когда параметры для каждого конструктивного элемента установлены, остается только разместить элементы на плане. Маркировка элементов происходит автоматически, что значительно ускоряет процесс оформления чертежей (рис. 3).

При проектировании довольно часто случаются такие моменты, когда требуется срочно внести изменения в элементы конструкций. Одной из ключевых особенностей программы является возможность автоматической корректировки параметров для группы элементов одной марки. Например, чтобы изменить типоразмер профиля или материал стали, вовсе не обязательно менять его на каждом отдельном элементе — это можно сделать на одном из элементов, а все произведенные корректировки будут применены ко всей группе элементов. Благодаря такой возможности процесс редактирования конструктивных элементов можно выполнить за считанные секунды.

После завершения работы с планом следующим этапом проектирования является создание вертикальных продольных и поперечных разрезов. Есть несколько способов построения разрезов. В нашем проекте применен самый простой: элементы каркаса создаются с ранее созданными марками, но с другим видом отображения. Для балок и колонн вид изменен на вид спереди, а для прогонов установлен вид "Сечение". С данными видами и был построен поперечный разрез металлического каркаса (рис. 4).

В проекте изначально предусматривалась установка легких ограждающих конструкций из сэндвич-панелей; для этого балки и прогоны каркаса были запроектированы с уклоном, рекомендуемым производителем кровельных панелей.

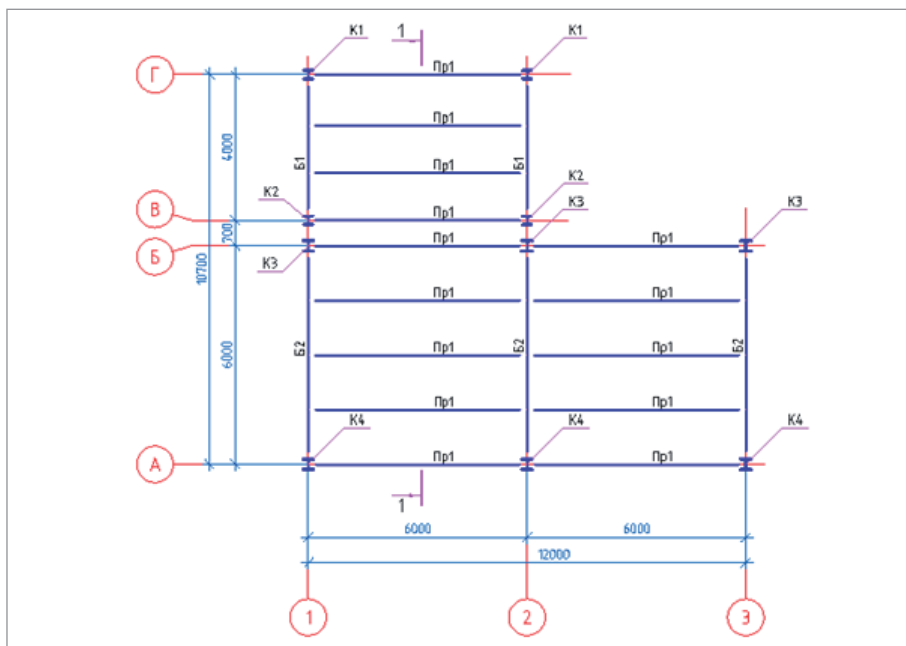


Рис. 3. План колонн, балок и прогонов

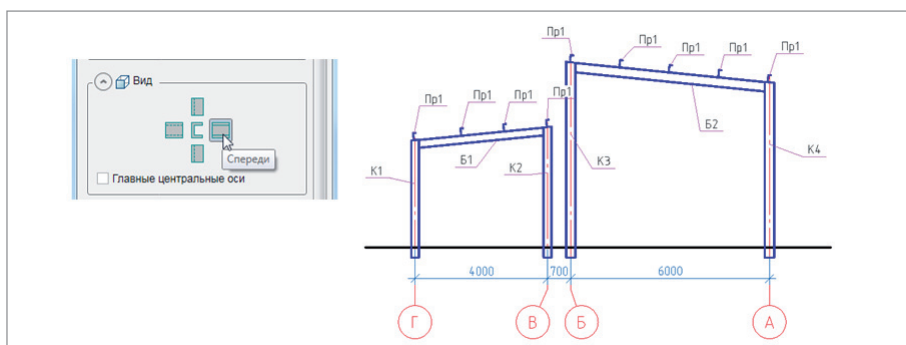


Рис. 4. Поперечный разрез металлического каркаса



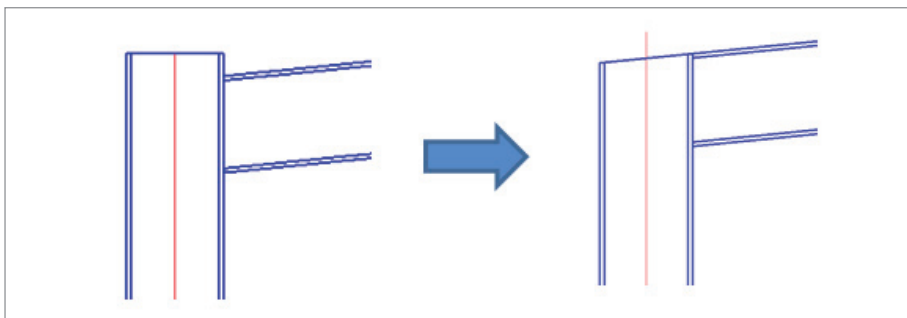


Рис. 5. Подрезка оголовков колонн

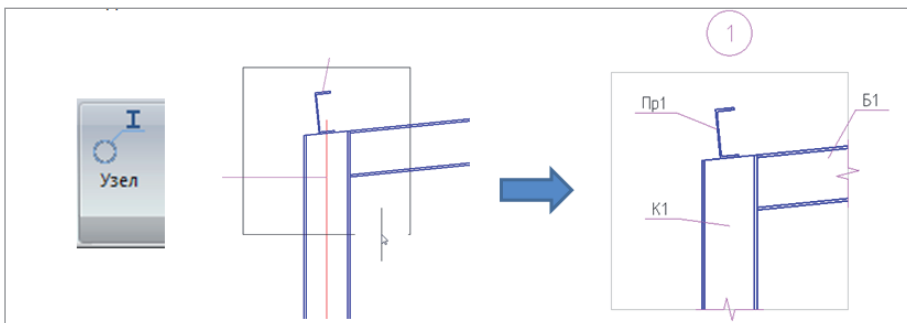


Рис. 6. Создание узла

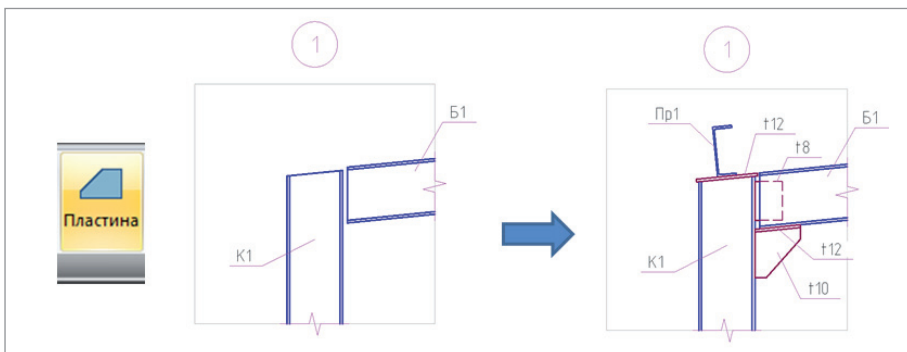


Рис. 7. Подрезка торца балки и установка дополнительных элементов из пластин

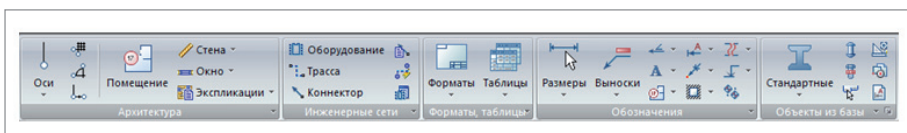


Рис. 8. Панель инструментов СПДС

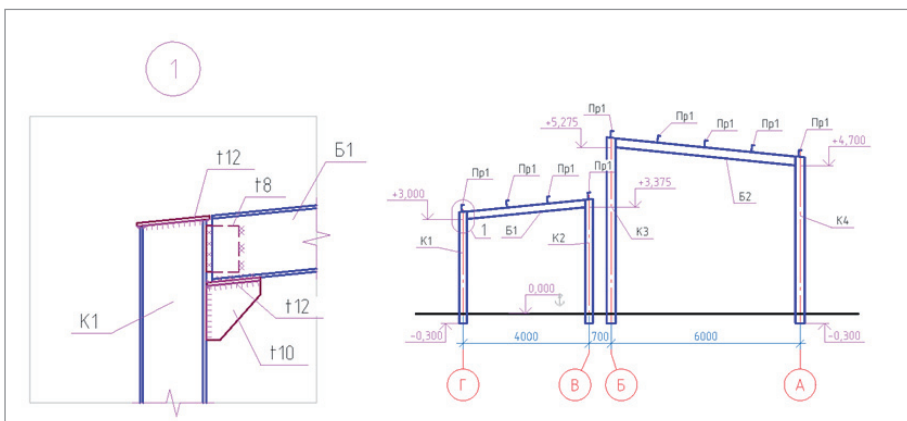


Рис. 9. Добавление сварных швов в узле и высотных отметок на разрезе

Согласно схеме каркаса, крайние прогоны попадают непосредственно на колонны, и для правильной установки прогонов подрезку оголовков колонн необходимо выполнить с выдержкой этого уклона (рис. 5). Стоит отметить, что все необходимые подрезки лучше выполнить сразу на разрезе: это избавит вас от последующей подрезки элементов в узлах.

После того как разрезы будут готовы, необходимо создать узлы сопряжения металлических конструкций между собой. Узлы в чертежах приводят, когда надо показать принципиальные детали соединения элементов несущих конструкций, а затем на их основе создать детализированные чертежи.

В программе СПДС Металлоконструкции есть *Узел* — отдельная команда для создания узлов. Принцип ее действия очень прост. На разрезе выбирается нужное сопряжение конструкций, для которого необходимо создать узел; далее по команде производится вырез выбранного фрагмента и его копирование на лист чертежа. Сразу после вставки выполняются автоматическая нумерация узла и маркировка элементов (рис. 6). Далее от пользователя требуется только откорректировать расположение линий обрыва, позиционных выносок и добавить соединительные элементы.

Чтобы реализовать монтажный зазор, производится подрезка торца балки Б1 (с помощью команды *Подрезка профилей*). Далее детализовка узла дополняется опорными элементами из пластин, для чего с помощью команды *Пластина* создаются опорный столик, оголовок колонны и соединительная накладка (рис. 7).

Немаловажным плюсом является наличие в программе уже интегрированного модуля СПДС, который поможет вам качественно и в соответствии с требованиями ГОСТ оформить документацию (рис. 8).

С помощью команды *Отметка уровня* на разрезах показываются высотные отметки в местах опирания балок. А посредством команды *Сварной шов* на узлах, в местах соединения конструкций показываются угловые монтажные и заводские сварные швы в соответствии с ГОСТ 21.502-2016 (рис. 9).

Для упрощения чтения чертежей необходима правильная компоновка изображений элементов конструкций на формате листа. С помощью инструмента СПДС *Форматы* можно выбрать необходимый нам формат, разместив элементы конструкций в левой части листа, а пра-



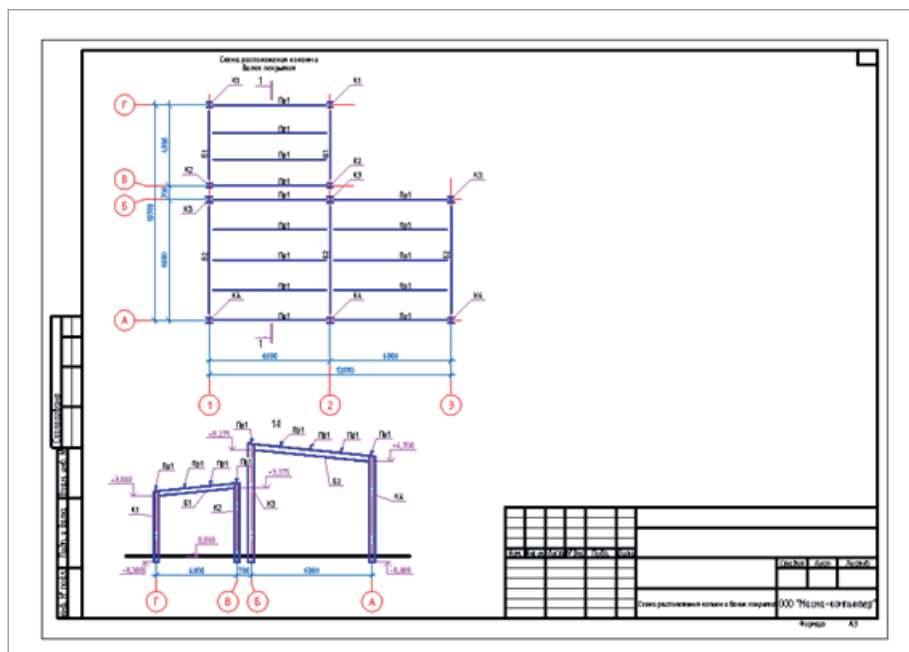


Рис. 10. Компонировка элементов конструкций на формате листа

вую часть оставить свободной для спецификации (рис. 10).

Завершающим этапом проекта является создание спецификаций на элементы металлических конструкций. Для этого на панели инструментов есть две команды вывода необходимой спецификации.

Спецификации генерируются легко и без всяких настроек, подсчет массы металла происходит автоматически, и пользователю нужно лишь разместить спецификации на формате листа (рис. 11).

В заключение хотелось бы отметить, что с помощью программы СПДС Металло-

конструкции можно выполнять проекты не только простых конструкций, но и зданий со сложными формами. Работать в программе нетрудно, от пользователя не требуется специальных навыков. Выходная проектная документация сохраняется в распространенном формате \*.dwg и поддерживается многими САПР-приложениями. Таким образом, СПДС Металлоконструкции – это не только простое и удобное решение для создания двумерных чертежей металлических конструкций, но и гарантия качества выпускаемой проектной документации. Подробнее ознакомиться с функционалом программы СПДС Металлоконструкции можно на YouTube-канале Magma computer<sup>1</sup> или на сайте проекта СПДС<sup>2</sup>.



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

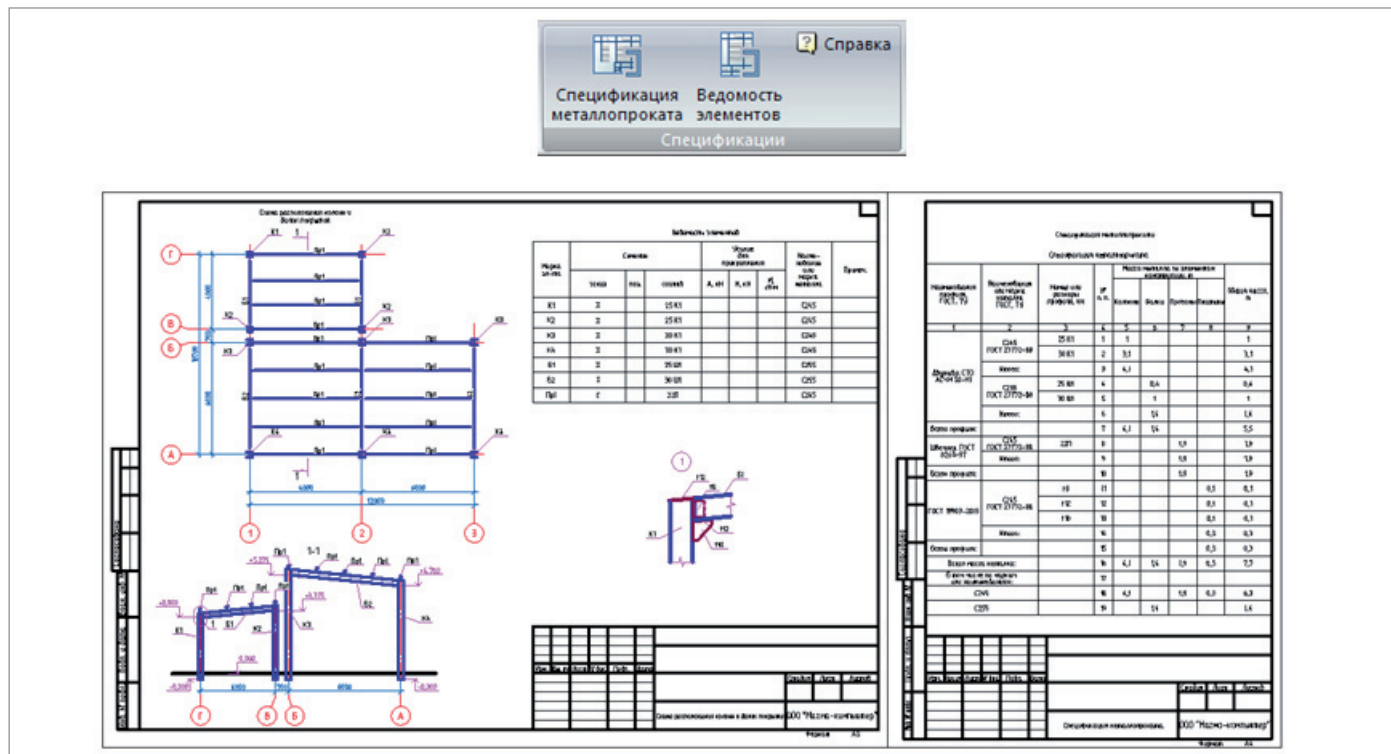
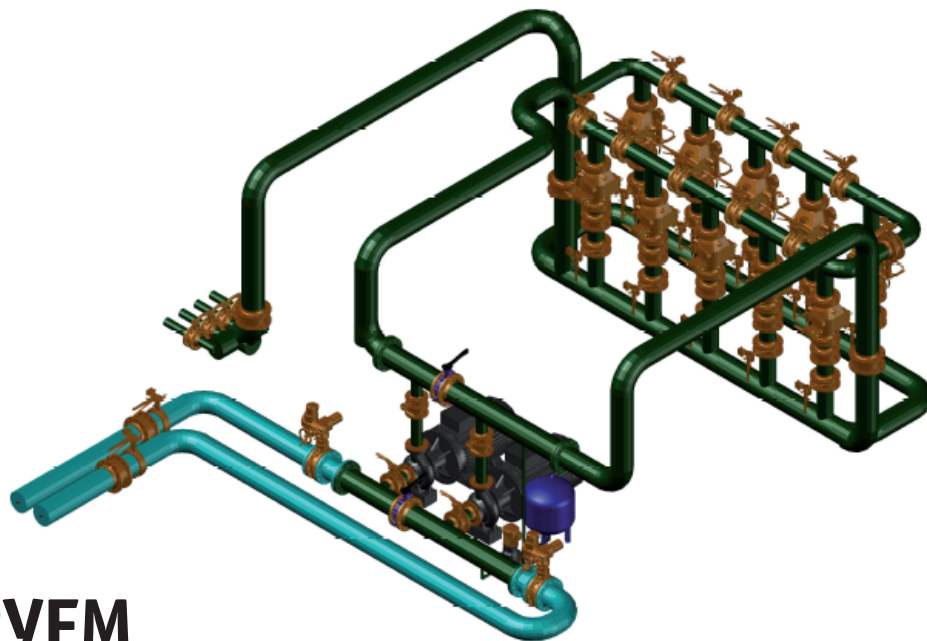


Рис. 11. Генерация спецификаций и их размещение на формате листа



<sup>1</sup> [www.youtube.com/watch?v=oXUE9U0c0D0&index=28&t=0s&list=PLEeV291Xl\\_PoajCEj21z58HzT7j5-lhe](http://www.youtube.com/watch?v=oXUE9U0c0D0&index=28&t=0s&list=PLEeV291Xl_PoajCEj21z58HzT7j5-lhe).

<sup>2</sup> <https://spds.club>.



## ПРОЕКТИРУЕМ СПРИНКЛЕРНУЮ СИСТЕМУ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Эта статья из цикла материалов, посвященных вертикальным решениям nanoCAD BK и nanoCAD Отопление, несколько отличается от написанных ранее — здесь будет больше информации о том, как делался проект и какими способами решались те или иные задачи. А заинтересует представленная информация прежде всего инженеров, которые проектируют спринклерные и дренажные системы пожаротушения.

Меня часто спрашивают, можно ли применять nanoCAD BK при проектировании таких систем. Применять можно, но требуется правильно расставить акценты. Что вы рассчитываете получить на выходе? И какие проектные работы хотите автоматизировать?

Что касается систем пожаротушения, автоматизировать удалось аксонометрические схемы, спецификацию и 3D-модель, которая выгружается в различные форматы (DWG, IFC и RBIM). Все это вы получите одним нажатием кнопки.

Планы и разрезы придется проектировать. Автоматически расставить оросители на плане и связать их трубопроводами не получится, равно как и в автоматическом режиме получить разрезы. Расставлять оросители, обвязывать их трубопроводами придется вручную. Ну и, главное, не получится автоматически

сделать расчеты. Некоторые спросят, зачем тогда вообще эта программа проектировщику систем пожаротушения. Вот тут-то и придется вернуться к вопросу, что именно вы хотите автоматизировать. Небольшой объект до 50 оросителей можно спроектировать в простой CAD-системе, которая, к слову, присутствует и в nanoCAD BK, а вот если в проекте счет пошел на сотни, а то и тысячи оросителей, тут даже малейшая автоматизация будет просто счастьем.

Для примера возьмем проект Игоря Владимировича Лукина из ООО "Фарсайд" (г. Псков). Предстояло спроектировать спринклерную систему пожаротушения в торгово-досуговом центре (рис. 1) площадью более 38 400 м<sup>2</sup>. Здание трехэтажное, количество спринклеров — более четырех тысяч. Использовались спринклеры СВВ и СВН.

Ну а теперь вместе с разработчиком давайте вернемся к основным моментам этого проекта.



Рис. 1

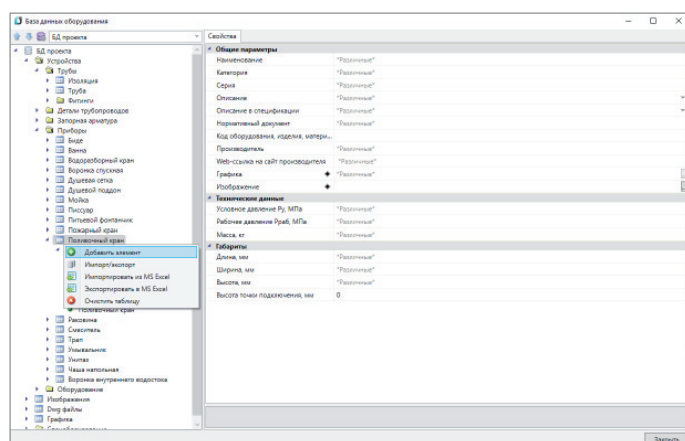


Рис. 2

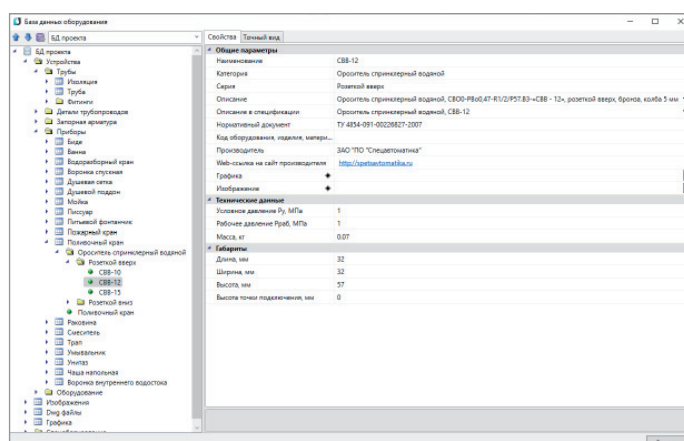


Рис. 3

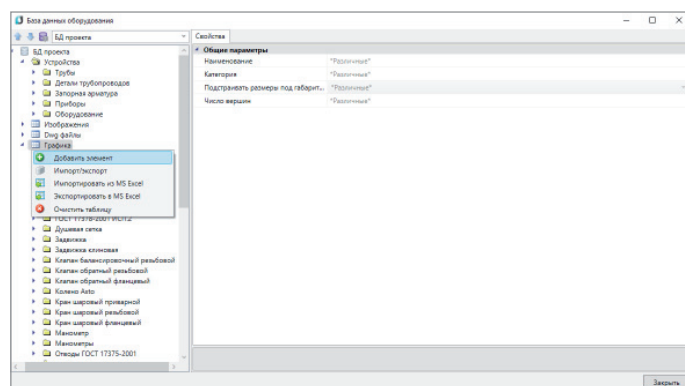


Рис. 4

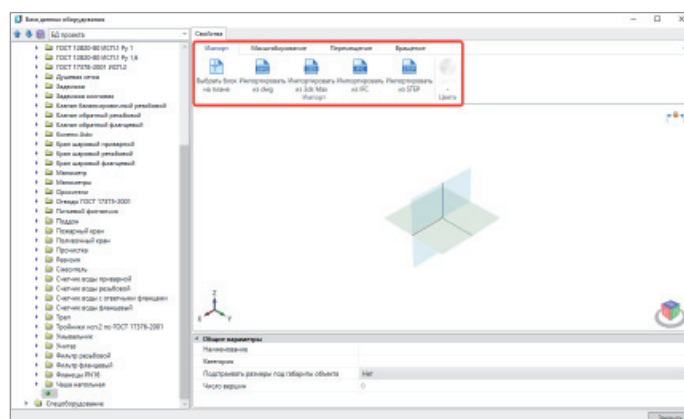


Рис. 5

Чтобы спроектировать систему и получить необходимую документацию, нам не хватает нескольких вещей:

- оросителей в БД;
- графического отображения этих приборов в 3D-модели;
- УГО (условно-графических обозначений) спринклеров и дренчеров.

1. Открываем Базу проекта. Поскольку таблицы оросителей нет, нам необходимо выбрать, в какую из существующих таблиц мы их занесем. Проектировщик выбрал таблицу "Поливочный кран" (рис. 2). Оросители: спринклерный водяной СВО0-РВ0,47-Р1/2/Р57.В3-"СВВ-12" БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ и спринклерный водяной СВО0-РН0,47-Р1/2/Р57.В3-"СВН-12" БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩИЙ. Создаем новый элемент и вносим всю необходимую нам информацию (рис. 3). Можно ограничиться минимальным объемом сведений, заполнив только те строки, которые будут необходимы в работе, при выборе оросителя и выводе в спецификацию.

2. Теперь необходимо подгрузить графическое отображение оросителей. Выбираем раздел *Графика*. Добавляем новый элемент (рис. 4). Графику в форматах DWG, 3DS, IFC или STEP (рис. 5) можно импортировать с различных ресурсов, которые предоставил производитель, или создать ее самостоятельно с помощью модуля *3D Моделирование*. Этот модуль теперь можно приобрести как дополнение к nanoCAD BK. Также можно скачать уже готовую базу, которая выложена на форуме

"Нанософт"<sup>1</sup>. Ее следует скопировать в директорию *C:/ProgramData/Nanosoft/nanoCAD BK x64 10.0/Data* и распаковать. Здесь хотелось бы заострить внимание на одном немаловажном моменте: бывает, что производители оборудования или изготовители 3D-моделей выкладывают графическое отображение приборов не в реальных размерах. Это можно заметить после загрузки графики, просто присмотревшись к информации о размерах (рис. 6), но даже если несоответствие размеров бросится

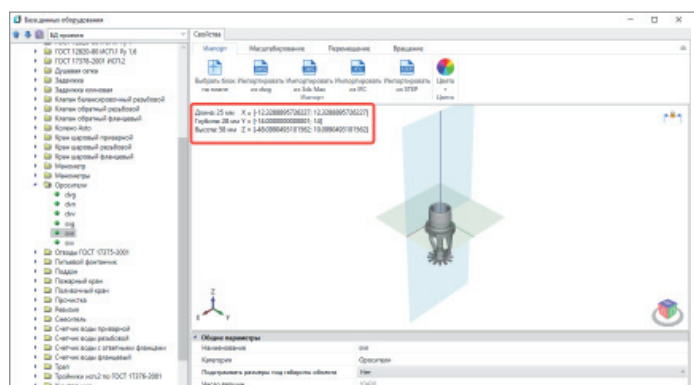


Рис. 6

<sup>1</sup> <http://forum.nanocad.ru/index.php?showtopic=7341&view=findpost&p=53396>.



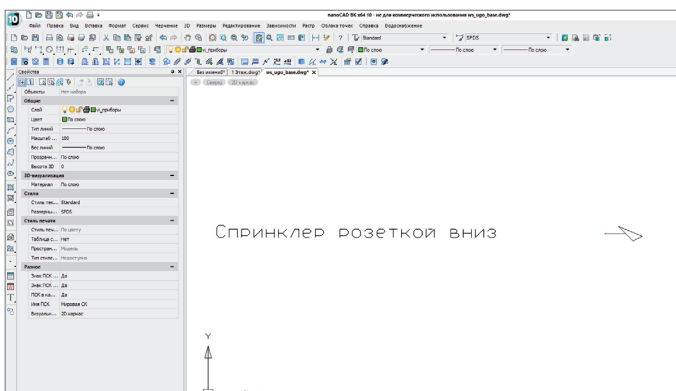
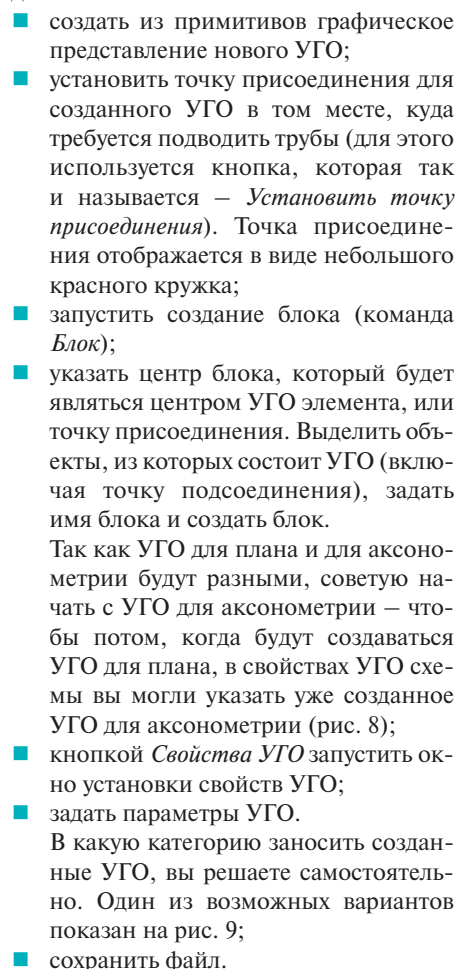


Рис. 8

Далее необходимо объединить графическую и информационную части (рис. 7).  
Создаем новое УГО. Его можно создать как в основном файле *ws\_ugo*

base.dwg, размещенном в директории C:/ProgramData/Nanosoft/nanoCAD BK 10.0/UgoBase/UGOBASE\_07, так и в новом файле. Советовал бы использовать именно новый файл.



Если вы создали УГО в новом файле, этот файл нужно подключить. Нажмите в окне *База УГО* кнопку *Управление файлами баз УГО* (рис. 10). В открывшемся Проводнике найдите свой файл и откройте его.

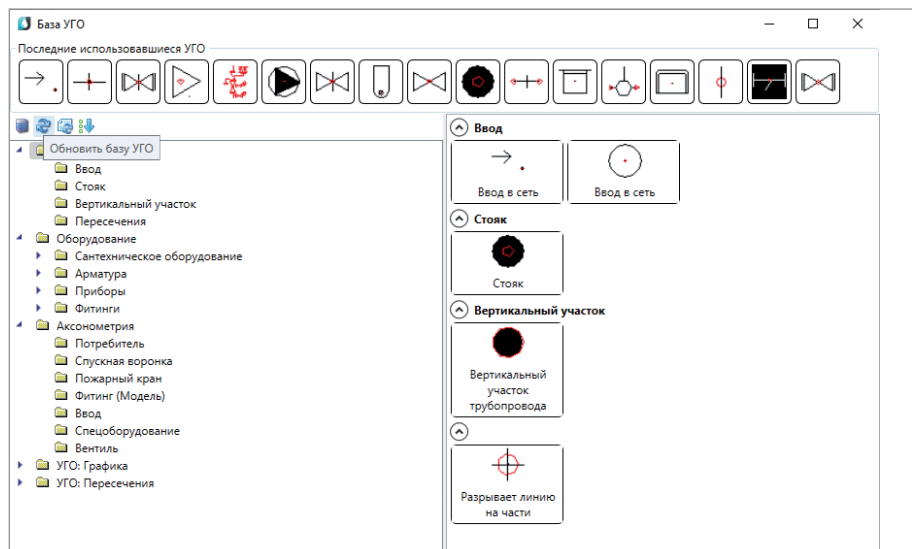



Рис. 11

Файлов может быть несколько.

Чтобы изменения вступили в силу, нажмите кнопку *Обновить базу УГО* панели инструментов окна *База УГО* (рис. 11) либо перезапустите программу.

Затем начинаем проектировать, расставляя спринклеры, прокладывая трубопроводы, размещать арматуру (рис. 12).

Но для спецификации важно, чтобы все наши элементы, представленные на плане, были связаны с БД. Для этого следует зайти в свойства спринклера, выбрать тип прибора и привязать его к базе. Ранее мы уже занесли УГО спринклера в раздел *Приборы*, тип *Потребитель*, однако *Тип прибора* пока значится как *Не задано*.

Необходимо выбрать *Поливочный кран* (рис. 13). Привязка к базе осуществляется нажатием кнопки  (рис. 14).

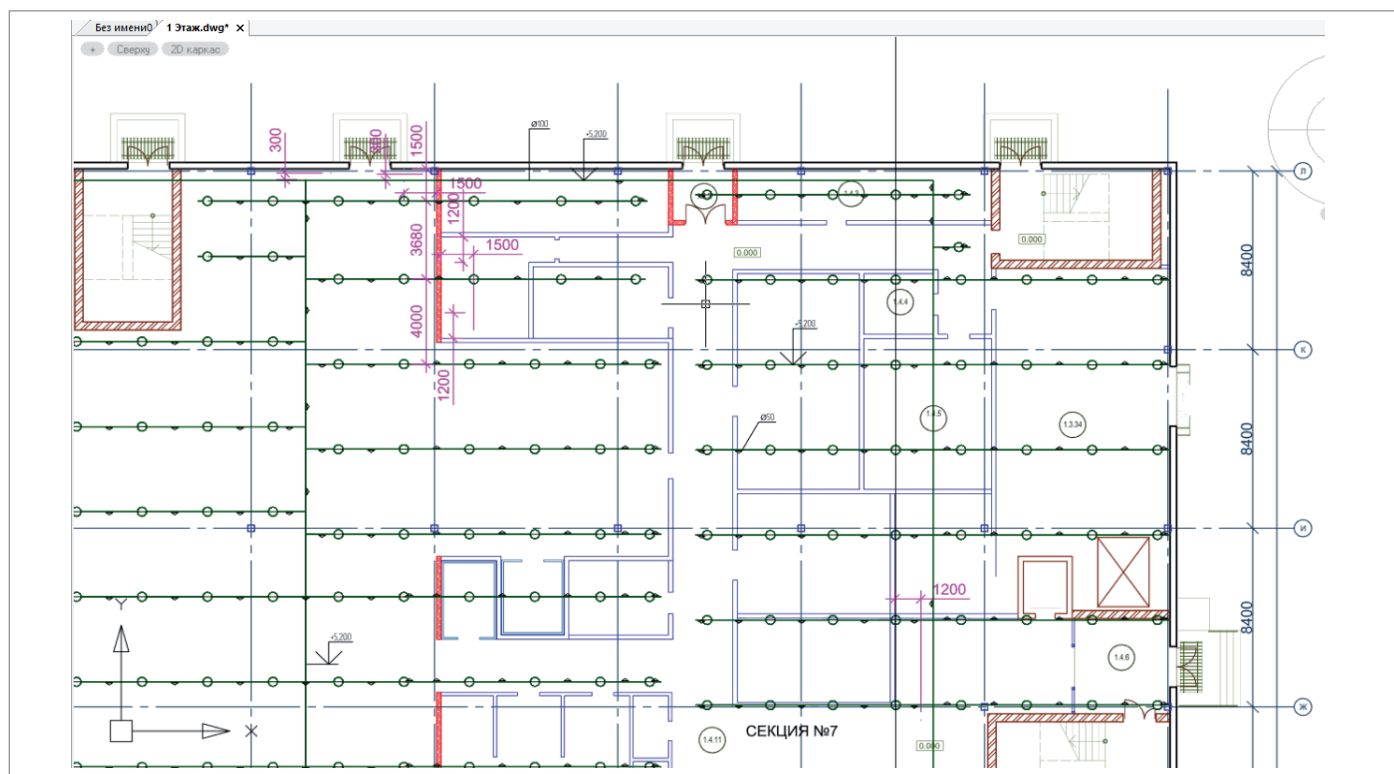


Рис. 12

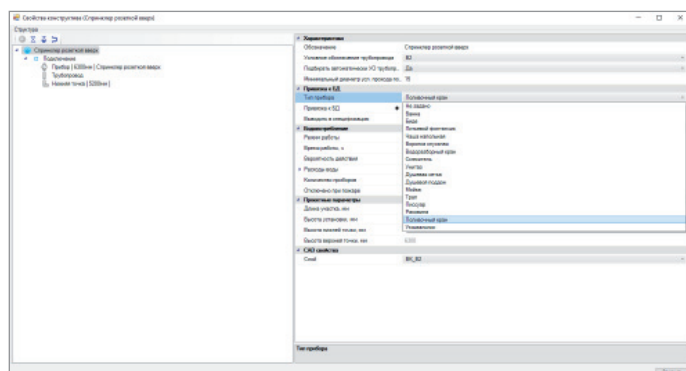


Рис. 13

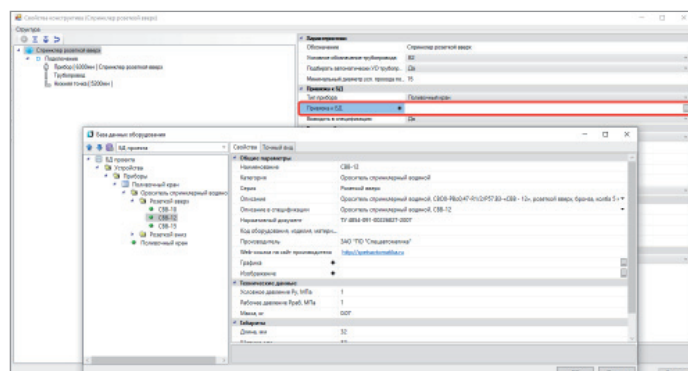


Рис. 14

Рис. 15



Рис. 16

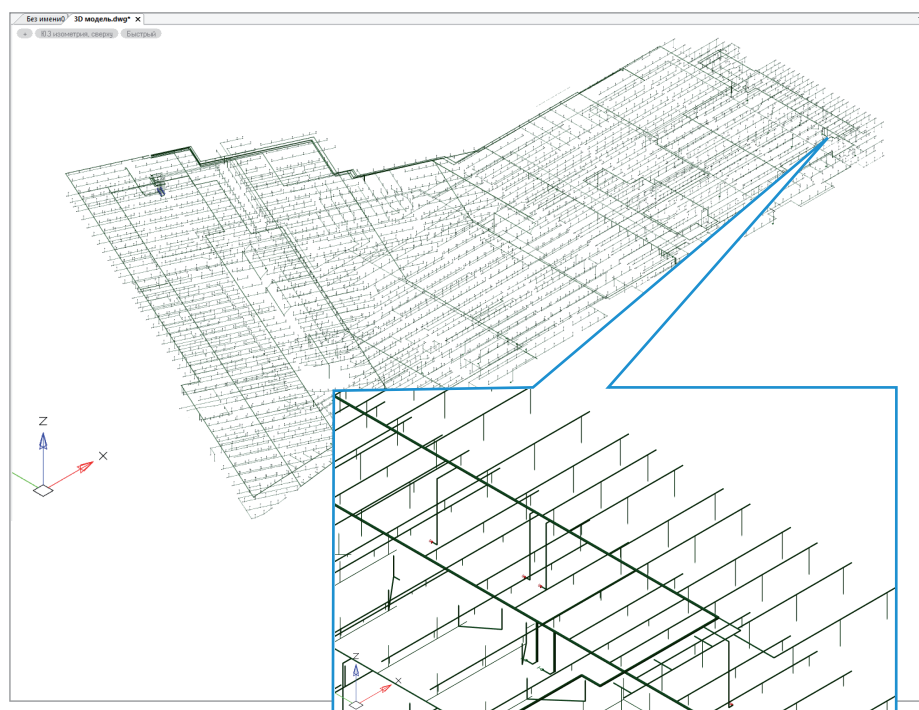


Рис. 17

Когда система спроектирована, а планы отрисованы (рис. 15), мы автоматически получаем спецификацию и 3D-модель (рис. 16-17). И уже из полученной 3D-модели – аксонометрическую схему (рис. 18).

Если сравнивать систему пожаротушения с кровеносной системой человека, то трубопроводы и оросители это сосуды, а вот сердце это насосная станция – и здесь о ней должно быть сказано хотя бы несколько слов.

Ранее, в статье "Проектируем насосную станцию пожаротушения", мы уже рас-



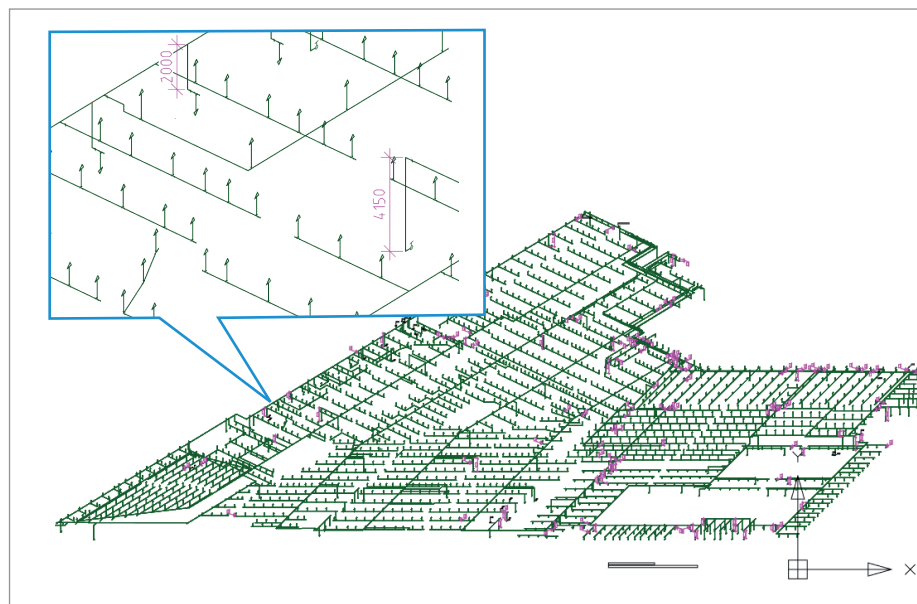


Рис. 18

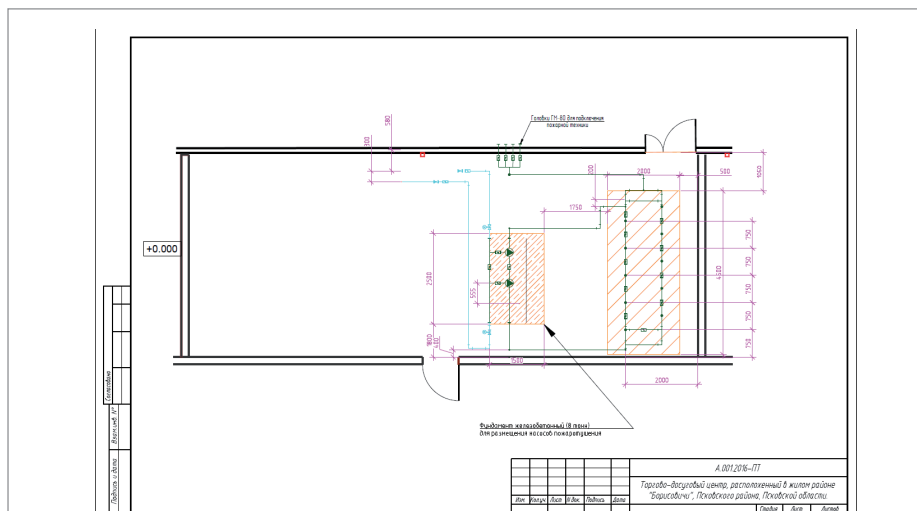


Рис. 19

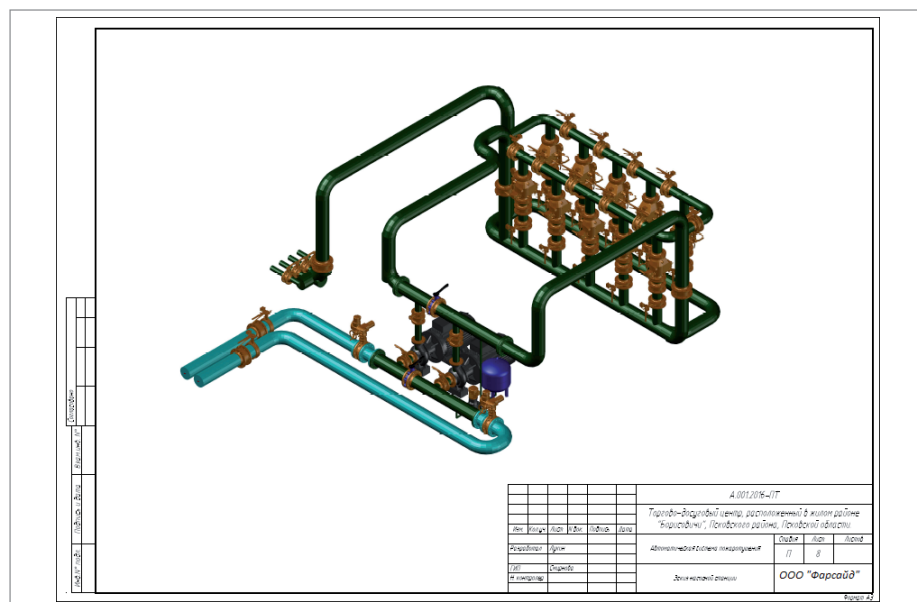


Рис. 20

сма тривали применение nanoCAD BK при проектировании внутреннего противопожарного водопровода (ВПВ). Но насосная для спринклерных систем пожаротушения намного сложнее и насыщеннее, чем простая насосная станция (рис. 19).

Основная трудность — это найти 3D-графику элементов насосной: трехмерные модели своей продукции создали еще далеко не все производители. Поскольку арматура у нас фланцевая, необходимо установить фланцы на все оборудование и арматуру. Подробное изложение этого процесса оставим за рамками статьи: удобнее и нагляднее посмотреть соответствующий вебинар на нашем канале<sup>2</sup>. После того как база сформирована, начинаем проектировать. Размещаем насосы, обвязываем их трубопроводами и размещаем на них арматуру. С помощью команды 2D/3D поднимаем 2D-чертеж в 3D и визуально проверяем его на предмет коллизий. Если нас всё устраивает, формируем документацию (рис. 20).

Надеюсь, статья получилась интересной и познавательной. А в завершение, для полноты общей картины, — ссылки на предыдущие материалы серии: "Проектируем насосную станцию пожаротушения"<sup>3</sup> и "Проектируем животноводческую ферму. И используем nanoCAD BK?"<sup>4</sup>...

**Николай Суворов,**  
руководитель проекта  
nanoCAD BK и Отопление  
АО "Нанософт"  
Тел.: (495) 645-8626  
E-mail: suvorovn@nanocad.ru

Автор выражает искреннюю признательность главному инженеру ООО "Фарсайд" Игорю Владимировичу Лукину за предоставленную информацию и помощь при подготовке этой статьи.



<sup>2</sup> [www.youtube.com/watch?v=d1GhNggokGM&t=267s](https://www.youtube.com/watch?v=d1GhNggokGM&t=267s).

<sup>3</sup> CADmaster, № 1/2018, с. 106-109.

<sup>4</sup> CADmaster, № 2/2018, с. 80-83.



## ➤ ВОЗМОЖНОСТИ СПДС СТРОЙПЛОЩАДКА В ПРОЕКТАХ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ, РЕАЛИЗУЕМЫХ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**П**редлагаем вашему вниманию практический пример использования программы СПДС Стройплощадка при разработке проекта, воплощение которого происходило в очень непростых условиях. Речь об устройстве подземного перехода под главной транспортной артерией Омска — проспектом Карла Маркса. Сложность этих работ, намечавшихся в историческом центре города, вынуждала раз за разом откладывать их начало. Неблагоприятным был и информационный фон: СМИ писали о грядущем перекрытии проспекта и неизбежном транспортном коллапсе; сомневался мэр города, говоря, что связанная со

строительством перекладка огромного количества коммуникаций — дело трудоемкое и затратное. Тем не менее, проекту суждено было состояться, за его реализацию взялась компания "ИдеалСтрой" из Санкт-Петербурга. Ее специалистам и предстояло найти выход из всех трудностей, сопутствовавших строительству: обеспечить безопасность в месте проведения работ — на пересечении улицы Чокана Валиханова и проспекта Карла Маркса; осуществить строительство без остановки движения по проспекту; переложить подземные коммуникации; разместить площадку на минимальной территории, жестко ограниченной объектами инфраструктуры и пешеходными

зонами вокруг объекта. Для сокращения сроков и минимизации рисков при выполнении проектов ПОС и ППР было принято решение использовать программный продукт СПДС Стройплощадка, разрабатываемый компанией "Магма-Компьютер". Сегодня проекты реконструкции и строительства в стесненных условиях актуальны для многих городов России и стран СНГ — надеемся, что предложенный опыт будет им полезен...

Каждый запроектированный объект реализуется на строительной площадке. И чем замысловатее здание или сооружение, тем сложнее организация пространства, где все должно появляться



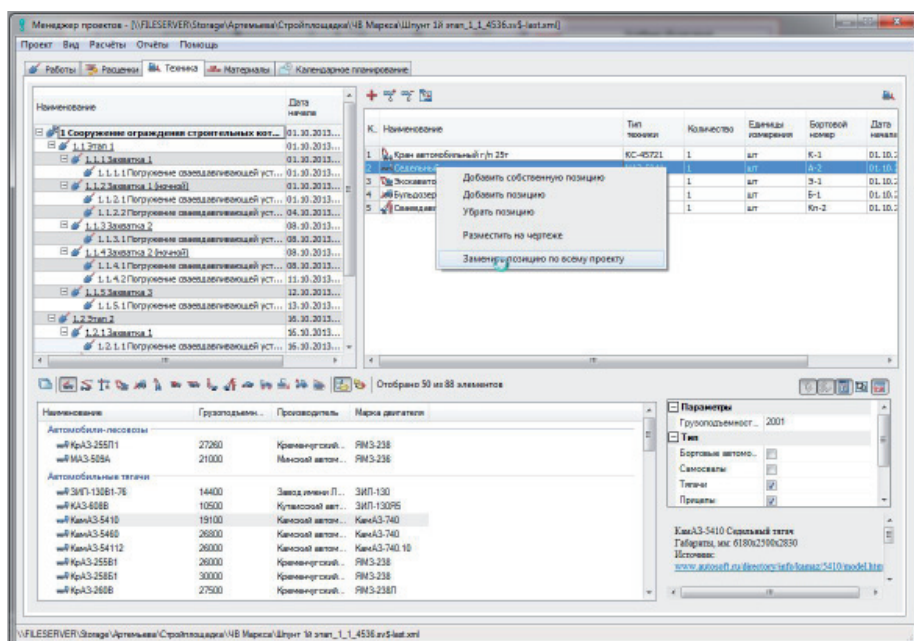


Рис. 1

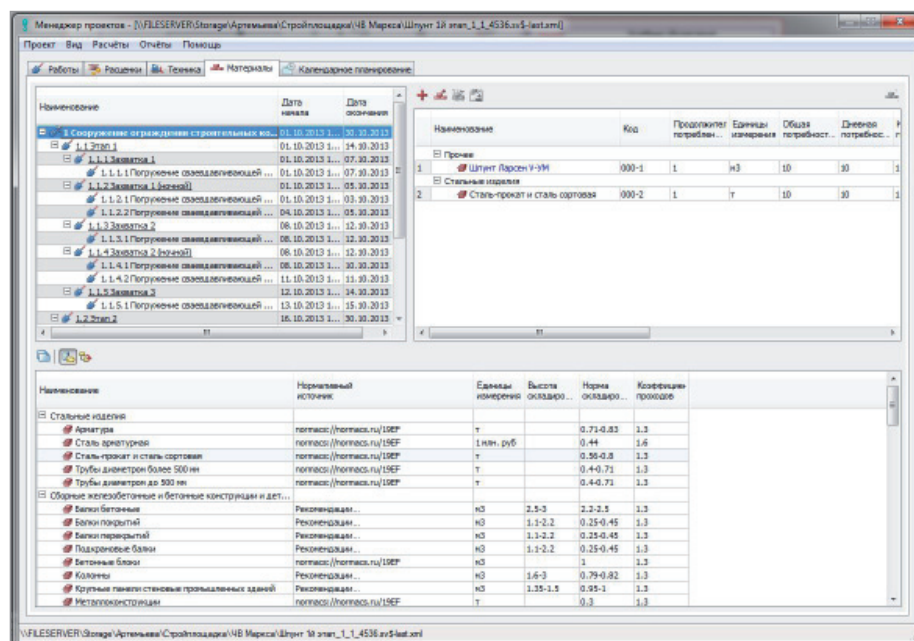


Рис. 2

в нужное время, в нужном месте и в должном количестве. От этого зависит качество возводимого объекта и время, необходимое для строительства. Компания "Магма-Компьютер" предложила использовать программу СПДС Стройплощадка, позволяющую разрабатывать разделы ПОС (проекты организации строительства), ППР (проекты производства работ), ТК (технологические карты), ГНБ (горизонтально направленное бурение). Программа постоянно расширяет область своего применения и работает на любой из трех платформ: nanoCAD, AutoCAD, ZWCAD, что от-

крывает возможность активно применять ее по всей России, в Казахстане, на Украине и в других странах.

СПДС Стройплощадка позволяет организовать строительные процессы для самых разных объектов: небольших сооружений; зданий, проектируемых в стесненных городских условиях; крупномасштабных объектов, рассчитанных на несколько этапов и очередей строительства. Такой инструмент, как Менеджер проектов, обеспечит сбор информации из нескольких dwg-файлов, объединит ее в четко выстроенной иерархии работ. Работы создаются пользователем или бе-

рутся из предоставленных баз ГЭСН и ЕНиР, им назначаются такие характеристики, как даты выполнения, объемы работ и единицы их измерения, трудозатраты. Различные вкладки Менеджера проектов оперируют единым списком работ, но содержат более подробную информацию о расценках, технике, строительных материалах.

Используемая техника назначается на работы в Менеджере проектов (на вкладке, которая так и называется, — *Техника*), а затем размещается на чертежах. Впрочем, возможен и обратный порядок: отрисовывается стройгенплан, после чего назначается техника из проекта. Эта взаимосвязь дает ощутимые плюсы при необходимости заменить, например, один тягач другим. Команда *Заменить позицию по всему проекту* переназначит позицию на всех работах, а также заменит все графические отображения указанной техники на всех чертежах и во всех dwg-файлах, относящихся к данному проекту (рис. 1).

С каждой новой версией СПДС Стройплощадка все больше расширяет базу объектов. На сегодня она содержит следующие виды строительной техники:

- грузоподъемная (башенные, автомобильные, пневмоколесные и гусеничные краны);
- землеройная;
- отвальная;
- трубоукладочная;
- сваебойная;
- техника для бурения;
- бетоносмесительная;
- бетононасосная;
- автоподъемная;
- автомобильная;
- автогрейдеры;
- катки;
- асфальтоукладчики;
- погрузчики;
- установки ГНБ.

Если какого-то конкретного крана или подъемника все же не обнаружилось, этот пробел несложно восполнить. Так как СПДС Стройплощадка включает приложение СПДС, можно использовать инструмент *Мастер объектов*. Он дает пользователю возможность в любой момент самостоятельно пополнить существующую базу параметрических объектов. Кроме того, разработчик постоянно и бесплатно пополняет базу по заявкам пользователей (эти дополнения доступны на сайте *spds.club*).

Одной из важных функций программы стала вкладка *Материалы* в *Менеджере проектов* (рис. 2), благодаря которой по-



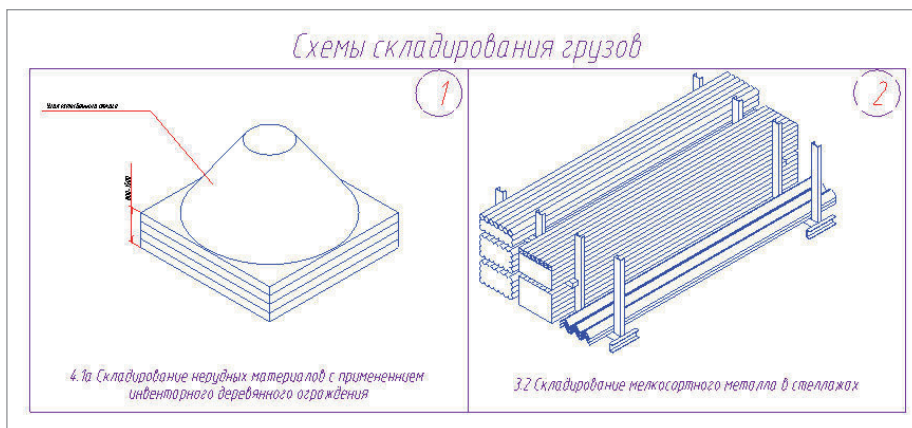


Рис. 3

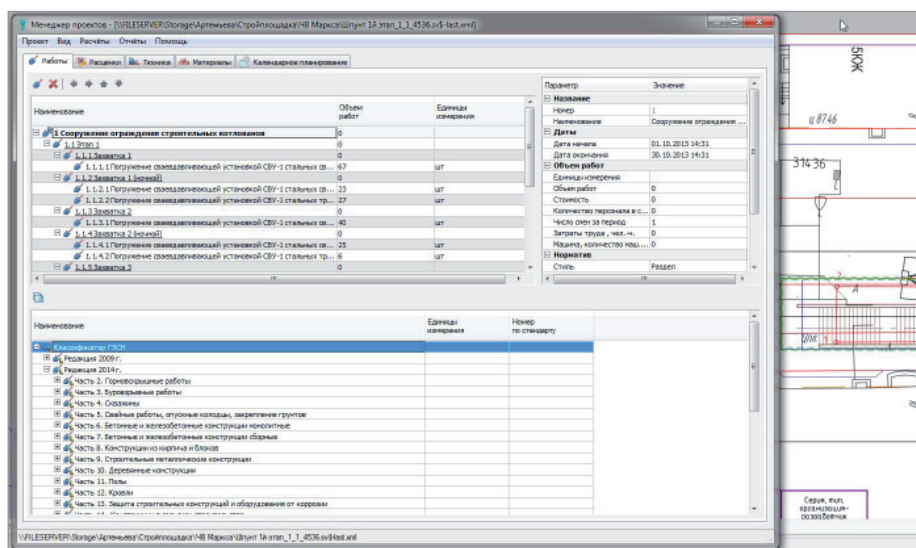


Рис. 4

явилась возможность назначать на работу требуемые материалы. Материал можно выбрать из предоставляемой базы либо создать собственный. Он обладает всеми необходимыми параметрами, чтобы в дальнейшем проектировщик мог выполнить расчет площадей для складирования и отрисовать рекомендуемые схемы складирования грузов (рис. 3). Также эти материалы могут быть размещены на стройгенплане в виде объектов складирования, а их фактическая площадь будет учитываться *Менеджером проектов*.

Давайте обратимся к практике и на примере проекта подземного перехода в Омске рассмотрим создание стройгенплана и технологической карты на забивание шпунта. Напомним: строительство идет на одной из центральных улиц города с высокой плотностью застройки и существующих коммуникаций, без остановки движения автотранспорта.

Перечень работ был разбит на этапы и так называемые захватки, что в дальнейшем позволило создать календарный план и сформировать отчеты по конкретным этапам. Компания, выполняющая строительство перехода, решила, что для забивания шпунта "Ларсен-500" будет использоваться сваевдавливающая установка СВУ-1. Чтобы использовать эту технику в проекте, установку внесли в базу СПДС Стройплощадка как новый объект (рис. 4).

После того как сваевдавливающая установка и тягач были назначены на этап работ "Сооружение ограждения строительных котлованов", их разместили на плане котлована. В связи с ограниченностью пространства подкрановые пути

## О компании "ИдеалСтрой"

ООО СК "ИдеалСтрой" работает на российском рынке с 2013 года. Специализация — комплексное благоустройство, строительство крупных, технически сложных объектов.

Сайт компании: [www.idealstroy.com](http://www.idealstroy.com)





**Ольга Артемьева,**  
**начальник отдела по развитию**  
**программного обеспечения**  
**ООО "Мagma-Компьютер"**  
**E-mail: art@mcad.ru**

Рис. 5

## О компании "Магма-Компьютер"

Компания "Магма-Компьютер" представлена на отечественном рынке программного обеспечения с 1996 года. В ее состав включены отделы разработки, тестирования и технической поддержки программного обеспечения. ООО "Магма-Компьютер" разрабатывает САПР-решения в области машиностроения, промышленного и гражданского строительства, архитектурного проектирования, а также системы электронного документооборота, обработки сканированных чертежей, векторизации и гибридного редактирования. С момента основания компания ориентируется на создание собственных программ, которые в сочетании с программным обеспечением от мировых лидеров позволяют решать задачи в области САПР на самом высоком уровне и с учетом российских реалий.

Сайт компании: [www.mcad.ru](http://www.mcad.ru)





## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ПЕЧАТИ И РЕЗКИ MUTOH & SUMMA – ЭФФЕКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ПОВСЕДНЕВНОЙ РАБОТЫ ОРГАНИЗАЦИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ

*Лучше иметь и не нуждаться,  
чем нуждаться и не иметь.  
Максим Калинин,  
главный герой кинофильма "Меч"*

На сегодняшний день область раздельного и совместного применения экосольвентных плоттеров с режущими до-вольно широка. "Сладкая парочка" давно и убедительно доказала свою востребованность в производстве различной продукции. Это интерьерная и наружная графика, транспортная графика, производство дорожных знаков, маркировка промышленных изделий, POS-продукция, объявления, фотографии, картины, плакаты, наклейки, этикетки, виниловые стикеры и многое другое. Тысячи рекламных агентств и производств по всему миру эффективно используют в своей работе экосольвентные плоттеры японской компании Mutoh и режущие плоттеры бельгийской фирмы Summa. Плоттеры Mutoh исключитель-

но популярны и востребованы в силу своей неприхотливости в работе, высокого качества печати и надежности (весь цикл производства локализован в Японии). Что же касается режущих плоттеров Summa, то они не нуждаются в рекомендациях, так как давно и на многие годы вперед стали индустриальным стандартом качества, производительности и супернадежности. Фирма ЛИР, известный российский поставщик оборудования и расходных материалов в печатной индустрии, являясь дистрибьютором этих компаний, регулярно анонсирует новые модели и предлагает решения по их совместному использованию. Комплексные решения, как правило, многократно апробируются, тестируются и в дальнейшем представляются пользователям в оптималь-

ном виде, где гармонично сочетаются цена, качество работы, производительность и надежность.

Практика показала, что сегодня существует большая потребность в экосольвентных и режущих плоттерах для повседневной работы в различных организациях, среди которых большие и малые предприятия, архитектурные и строительные компании, научные и проектные учреждения, торговые и культурные центры, медицинские учреждения, музеи и выставки, спортивные сооружения, гостиничные комплексы, различные бизнес-структуры. Сразу оговоримся, что в дальнейшем речь пойдет об экосольвентном и режущем плоттерах "среднего" размера, у которых область печати-резки не превышает одного метра. Они идеально подходят для изготов-





Рис. 1. Вывески, указатели, таблички

ления такой необходимой организациям и предприятиям малоформатной продукции, как:

- вывески, указатели, таблички (рис. 1);
- средства визуальной коммуникации и навигации снаружи и внутри помещений;
- знаки охраны труда и техники безопасности;
- элементы имиджа и престижа организаций и предприятий;

- средства оформления и украшения офисных, торговых, служебных, производственных помещений;
- средства организации презентаций, торжественных мероприятий и юбилеев;
- маркировка готовой продукции предприятий;
- средства комплексных решений для организаций и предприятий и т.д.

Сегодня хотелось бы предложить вниманию читателей универсальный комплекс



Рис. 2. Универсальный комплекс печати и резки Mutoh ValueJet 628 & SummaCut D60R



Рис. 3. Волнообразная печать Mutoh Intelligent Interweaving (i²)

печати и резки Mutoh ValueJet 628 & SummaCut D60R (рис. 2).

Прежде всего рассмотрим основные элементы комплекса.

*Экосольвентный струйный плоттер Mutoh ValueJet 628* — компактный, стильный, простой в обслуживании, с возможностью печати на широком спектре носителей шириной до 630 мм (ширина печати — 620 мм). Толщина носителя задается в диапазоне регулировки высоты печатающей головки (1,2 или 2,5 мм), что позволяет печатать на материалах толщиной от 0,3 до 1,3 мм. Рулонная подача рассчитана на установку носителя с максимальным диаметром 150 мм и весом до 9 кг на втулку в 2/3 дюйма.

Плоттер оснащен тремя нагревателями, выполняющими функции предварительного подогрева носителя, подогрева носителя в зоне печати, а также сушки чернил после печати. Это позволяет практически сразу получать сухой отпечаток.

Плоттер исключительно прост в управлении — на рабочей панели располагаются всего две кнопки: включение/выключение и управление печатью (*Запуск печати, Пауза, Отмена задания, Автоматическое отрезание листа*).

Mutoh ValueJet 628 оснащен высокопроизводительной восьмиканальной печатающей головкой с изменяемым размером капли (от 3,5 до 35,2 пиколитра). Одна печатающая головка 2xСМУК имеет восемь каналов по 180 дюз в каждом и позволяет печатать с разрешением от 360 до 1440 dpi со скоростью до 16 м²/ч.

В плоттере используется запатентованная технология волнообразной печати Mutoh Intelligent Interweaving (i²) (рис. 3), которая предусматривает наложение чернил на поверхность носителя не "прямой линией", а "волнообразно". Это позволяет устранить полошение, пятна и потеки на отпечатках, а также делает возможным получение ярких, контрастных изображений фотографического качества при минимальном расходе чернил, который в среднем составляет 8 мл/м². Технология Mutoh i² обеспечивает высокую четкость и точность передачи мелких деталей даже при максимальной скорости печати.

Плоттер использует экосольвентные чернила последнего поколения, которые характеризуются широким цветовым охватом, а также имеют повышенную стойкость к истиранию и царапинам: стойкость отпечатка без ламинации на открытом воздухе при воздействии УФ-



Рис. 4. Механизм подачи материала

излучения и влаги составляет три года. Чернила поставляются в картриджах емкостью 440 мл. Для больших объемов печати можно установить систему подачи чернил в пакетах объемом в 1 литр на каждый цвет. В этом случае экономия чернил приближается к 50%.

Области применения печати на плоттере Mutoh ValueJet 628 поистине безграничны. Это интерьерная и наружная графика, наклейки, этикетки, виниловые стикеры, постеры, мобильные стенды, вывески, баннеры, объявления, световые короба, растяжки, фотографии, обои, репродукции, картины и многое другое.

Идеальным дополнением к экосольвентному плоттеру Mutoh ValueJet 628 является *режущий плоттер SummaCut D60R*. Широкие возможности, а также совокупность технических характеристик и эксплуатационных особенностей делают его несомненным лидером в своем классе оборудования.

Одним из основных узлов рулонного режущего плоттера SummaCut D60R является механизм подачи материала, который обеспечивает повышенную точность протяжки (рис. 4).

Протяжной вал изготовлен из бронзы и имеет специальное титановое покрытие, образующее на его поверхности тысячи микроиглочек, которые во время движения материала вперед-назад обеспечивают идеальное сцепление (образуется нечто вроде перфорации) его под-

ложки без каких-либо разрывов и повреждений материала. Эту уникальную запатентованную технологию Micro-Sprocket™ drive компания Summa с успехом использует во всех моделях своих

Один комплекс – множество возможностей! Полная независимость от сторонних компаний позволит предприятиям и организациям максимально оперативно, полностью самостоятельно, в четко намеченные сроки выполнять все запланированные работы. Это не только минимизирует организационные и финансовые затраты, но и будет способствовать укреплению независимости, эффективности, конкурентоспособности во всех областях деятельности

рулонных режущих плоттеров. Конструктивно вал подразделяется на несколько сегментов, с которыми материал соприкасается при протяжке и к которым прижимается специальными прижимными роликами, надежно фиксирующими зацепление подложки самоклеящейся пленки с протяжным валом.

Максимальная скорость резки SummaCut D60R составляет 113 см/с, а максимальное ускорение (по диагонали) – 3g. Режущий плоттер гарантирует повторяемость  $\pm 0,1$  мм на длине 8 метров, а максимальная длина поля резки достигает 50 метров.

Система оптического позиционирования OPOS X, позволяющая считывать регистрационные маркеры на широком диапазоне материалов, уникальна тем, что может распознавать до 128 маркеров, расположенных на изображении. Благодаря этому сканирование больших макетов происходит без потери точности. В сравнении со стандартной системой оптического распознавания по четырем меткам, используемой в большинстве режущих плоттеров других производителей и зачастую не гарантирующей точности контурной резки, OPOS X в состоянии отслеживать от 4 до 128 маркеров, что обеспечивает высочайшую точность резки даже больших заданий.

Таким образом, Mutoh ValueJet 628 & SummaCut D60R – это печать текста или изображений любой сложности, сверхточное вырезание по меткам, перенос изображений на заранее подготовленные поверхности. Все просто, доступно, выгодно! Универсальные комплексы печати и резки Mutoh & Summa необходимы практически любой организации и предприятию.

На базе универсального комплекса Mutoh & Summa легко создается рабочий участок или небольшая рекламная структура с возможностями ее последующего развития – расширением как по функционалу, так и по объемам выполняемых работ.

Практика эксплуатации универсального комплекса в различных организациях показывает, что возврат инвестиций в зависимости от объемов работ может быть обеспечен всего за несколько месяцев. Ну а затем пользователя ждет гарантированная прибыль, такая же стабильная и надежная, как и сам комплекс Mutoh ValueJet 628 & SummaCut D60R.

По вопросам получения консультаций, приобретения оборудования и его запуска в работу обращайтесь к специалистам Фирмы ЛИР по телефонам +7 (495) 363-6790 или 8-800-200-6790 (бесплатный вызов), а также на сайте [www.ler.ru](http://www.ler.ru).

Евгений Люшин  
E-mail: [lushin@ler.ru](mailto:lushin@ler.ru)



# ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ПЛАНШЕТНЫЕ РЕЖУЩИЕ ПЛОТТЕРЫ SUMMA F SERIES



САМАЯ МОЩНАЯ И УНИВЕРСАЛЬНАЯ РЕЖУЩАЯ СИСТЕМА  
ДЛЯ РАСКРОЯ КОММЕРЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ПЛЕНОК,  
СВЕТОВОЗВРАЩАЮЩИХ АЛМАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ,  
ПЛАСТИКА, АКРИЛА, РЕЗИНЫ, СОТОВЫХ И ВСПЕНЕННЫХ  
МАТЕРИАЛОВ ФЛЮГЕРНЫМИ И ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМИ  
ИНСТРУМЕНТАМИ.

- многофункциональная режущая головка (тангенциальный, флюгерный, ротационный, фрезерный модули)
- система автоматического контроля глубины
- вакуумный стол
- система распознавания меток при помощи оптической камеры
- лазерная система безопасности
- конвейерная система подачи материала
- держатель рулонных материалов
- приемная корзина



**Фирма ЛИР®**

Москва, Варшавское шоссе, д. 33  
Тел.: +7 (495) 363-67-90,  
8 (800) 200-67-90 (бесплатно для регионов России)  
[www.ler.ru](http://www.ler.ru)

*Фирма ЛИР с 1994 года является официальным авторизованным дистрибьютором и сервисным центром бельгийской компании-производителя Summa (Summagraphics) на территории России.*





## ➤ 3D-ПЕЧАТЬ ПРОТОТИПА ГОРНОЛЫЖНОГО ШЛЕМА: ОТ ИДЕИ ДО ГОТОВОГО ИЗДЕЛИЯ

**Л**азерная стереолитография — одна из самых распространенных технологий 3D-печати, обеспечивающая при создании прототипов несомненные преимущества по сравнению с традиционными способами производства. Посмотрим, как с помощью фотополимерного 3D-принтера компания ProtoFab в короткий срок выполнила сложный проект по созданию высококачественной модели шлема для горнолыжного спорта и сноубординга.

С ProtoFab связался оргкомитет конкурса на лучший промышленный дизайн Cross-Strait Industrial Design Awards с просьбой изготовить прототипы для каждого из конкурсантов. Участникам будет намного проще продемонстрировать инновационный и оригинальный дизайн, если они представят на конкурс модели, выполненные с высоким качеством. Создатели горнолыжного шлема прислали ProtoFab свои чертежи. Они хотели, чтобы в дизайне использовались смелые обтекаемые линии и чтобы качество отделки было максимально высоким.

- Модель: горнолыжный шлем Blizzard с дроном.
- Материал: фотополимер ProtoFab Formula W.
- Технология изготовления: стереолитографическая 3D-печать.
- Срок исполнения заказа: 3 дня.
- Требования клиента: выделяющиеся линии, равномерная окраска, четкий цветовой контраст, стильный и привлекательный внешний вид в целом.

### Концепция

Шлем Blizzard ("Снежная буря") предназначен главным образом для любителей катания на горных лыжах и сноуборде. Занятия такими экстремальными видами спорта предполагают определенный риск и могут приводить к серьезным травмам — поэтому крайне важно использовать надлежащую экипировку, которая обеспечивала бы повышенную безопасность. Шлем Blizzard снабжен чипом для отслеживания GPS-координат: он значительно ускорит поиск спортсмена в случае его падения, потери ориентации или

схода лавины. Это особенно важно в условиях морозной погоды, обычной для занятий горными лыжами.

В шлем также встроена высокоскоростная камера, способная с невероятной четкостью и детализацией запечатлеть захватывающие моменты. Однако поистине уникальная особенность шлема — поддержка беспилотного летательного аппарата. Находящийся внутри шлема дрон для видеорегистрации может в любое время вылететь из шлема и возвращаться на место.

### Анализ проекта

После получения чертежей от клиента команде ProtoFab нужно было решить, какую технологию выбрать: ЧПУ-обработку или 3D-печать. Сразу стало очевидно, что лучшим решением будет аддитивное производство. Традиционная ЧПУ-обработка включает тщательный анализ конструкции, программирование, непосредственно обработку на станке и выполнение ряда других сложных и трудоемких задач. Все это обычно ведет к боль-

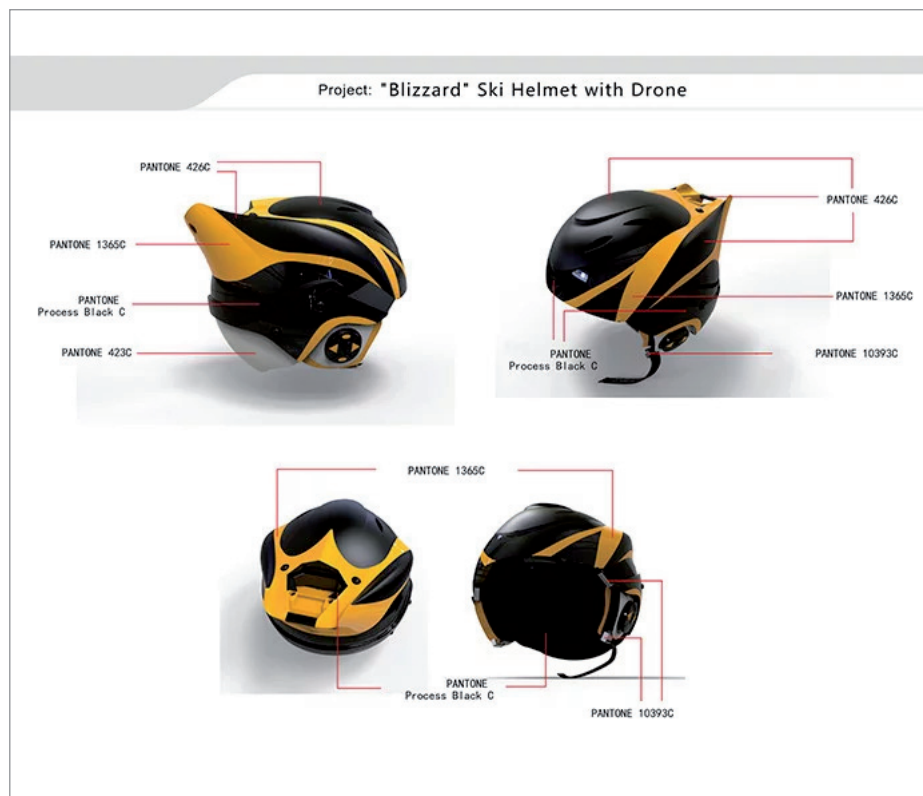


Рис. 1

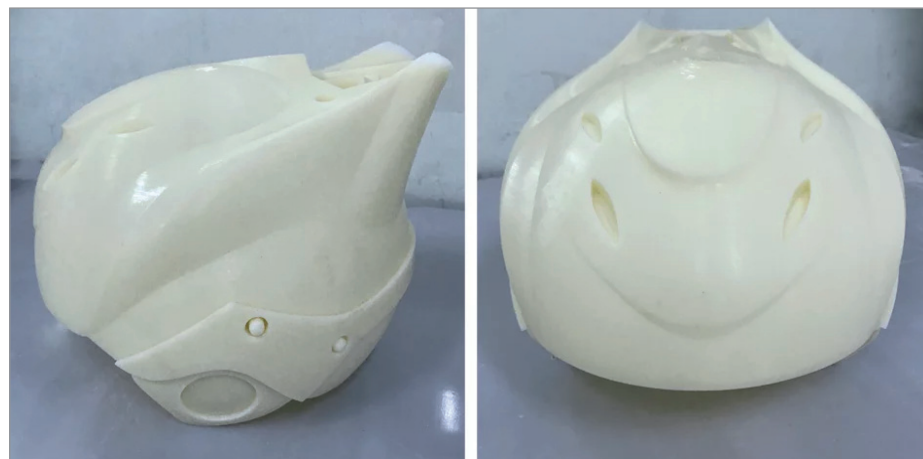


Рис. 2

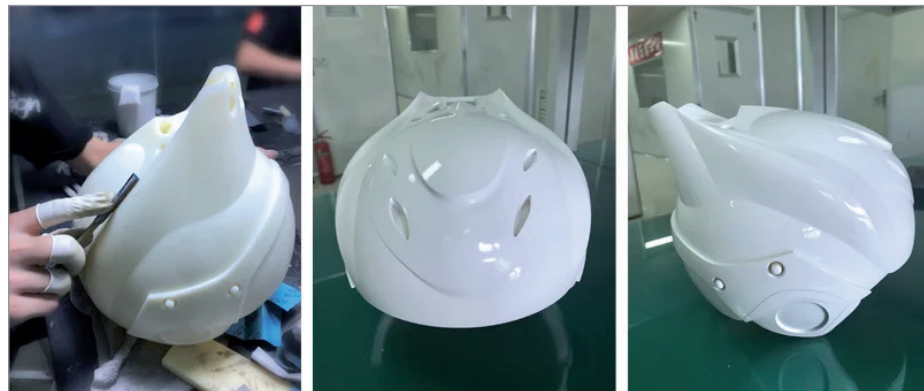


Рис. 3

шим затратам. В свою очередь, 3D-печать — процесс намного более простой, позволяющий существенно сократить срок исполнения заказа. И для подобных проектов, где от изделия не требуется выдерживать большой вес, 3D-печать подходит особенно хорошо (рис. 1).

### Вызовы

Важнейшую роль в проекте играло качество поверхности. Полировку и окраску нужно было выполнить в точном соответствии с видением клиента. В дизайне шлема были использованы несколько выступающих частей и четыре цвета — матовый черный, глянцевый черный, глянцевый оранжевый и стальной серый. Опытная команда ProtoFab столкнулась с определенными сложностями при полировке и обеспечении безупречного контраста между разными цветами.

### Решения

Поскольку модель можно было напечатать как цельное изделие, специалистам требовалось лишь откорректировать чертежи программными средствами и добавить необходимые поддержки. Применение поддерживающих структур обеспечивает устойчивость изделия во время печати и предотвращает возможные деформации. Кроме того, всю модель можно напечатать за одну сессию, без необходимости разбивать ее на части.

### Сложная постобработка

По завершении печати модель была аккуратно извлечена из 3D-принтера и промыта спиртом. Это позволило удалить любые остатки жидкого материала, которые могли оставаться в шлеме после печати. Следующий этап — удаление поддержек — требовал особой аккуратности, чтобы не нанести модели никаких повреждений. На рис. 2 показан вид изделия после отделения всех поддерживающих структур.

Напечатанный объект может быть немного шероховатым и иметь заметные поверхностные дефекты. Специалисты ProtoFab выполнили шлифование модели, начав с крупнозернистой наждачной бумаги (400) и постепенно перейдя к мелкозернистой (1500). Особую проблему представляла полировка — из-за сложной фактуры поверхности на верхней стороне шлема. Нанесение краски также потребовало особой аккуратности. Чтобы обеспечить абсолютно равномерное покрытие, было выполнено три отдельных цикла полировки и окраски (рис. 3).





Рис. 4



Рис. 5

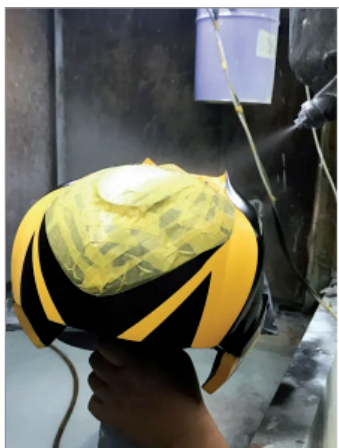


Рис. 6



Рис. 7

## Нанесение верхнего слоя

Для получения необходимого клиенту внешнего вида важно было правильно подобрать цвет краски. Команде ProtoFab потребовалось использовать весь свой опыт, чтобы обеспечить безупречно четкое разделение цветов и абсолютно равномерные оттенки. На рис. 4 показано, как производилась сверка краски с картой эталонных оттенков, предоставленной клиентом.

Правильный подбор цвета требует терпения и большой внимательности. В данном случае было крайне важно, чтобы окончательный цвет точно соответствовал требованиям клиента (рис. 5).

## Лакировка, чистовая полировка, сборка

В соответствии с заданием шлем был покрыт лаком для придания ему необходимого блеска (рис. 6).

После высыхания лака оставалось лишь еще раз отполировать изделие, чтобы обеспечить ему максимально привлекательный внешний вид, и выполнить необходимые операции по сборке (рис. 7).

## Готовая модель

Проект был выполнен за три дня, и команда ProtoFab осталась очень довольна полученным результатом (рис. 8). Когда шлем был показан клиенту, он также выразил полную удовлетворенность, особенно оценив цвета и качество отделки.



Рис. 8

**Алексей Чехович**  
CSD

*При подготовке материала  
использовалась информация,  
предоставленная  
компанией ProtoFab*

Опубликовано: [www.blog.iqb-tech.ru](http://www.blog.iqb-tech.ru)



# Océ PlotWave 345

# Océ PlotWave 365

производство

архитектура

машиностроение

строительство

**ШИРОКОФОРМАТНЫЕ  
ПРИНТЕРЫ, СПЕЦИАЛЬНО  
ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ  
ПРИЛОЖЕНИЙ САПР,  
РАБОТАЮЩИХ В СФЕРАХ  
ПРОИЗВОДСТВА, АРХИТЕКТУРЫ,  
МАШИНОСТРОЕНИЯ  
И СТРОИТЕЛЬСТВА.**

Монохромные принтеры или многофункциональные устройства Océ PlotWave 345 и Océ PlotWave 365 позволяют надежно, просто и экономически эффективно создавать высококачественные, устойчивые к внешнему воздействию технические документы, благодаря чему пользователи могут уделять все свое внимание основной работе.



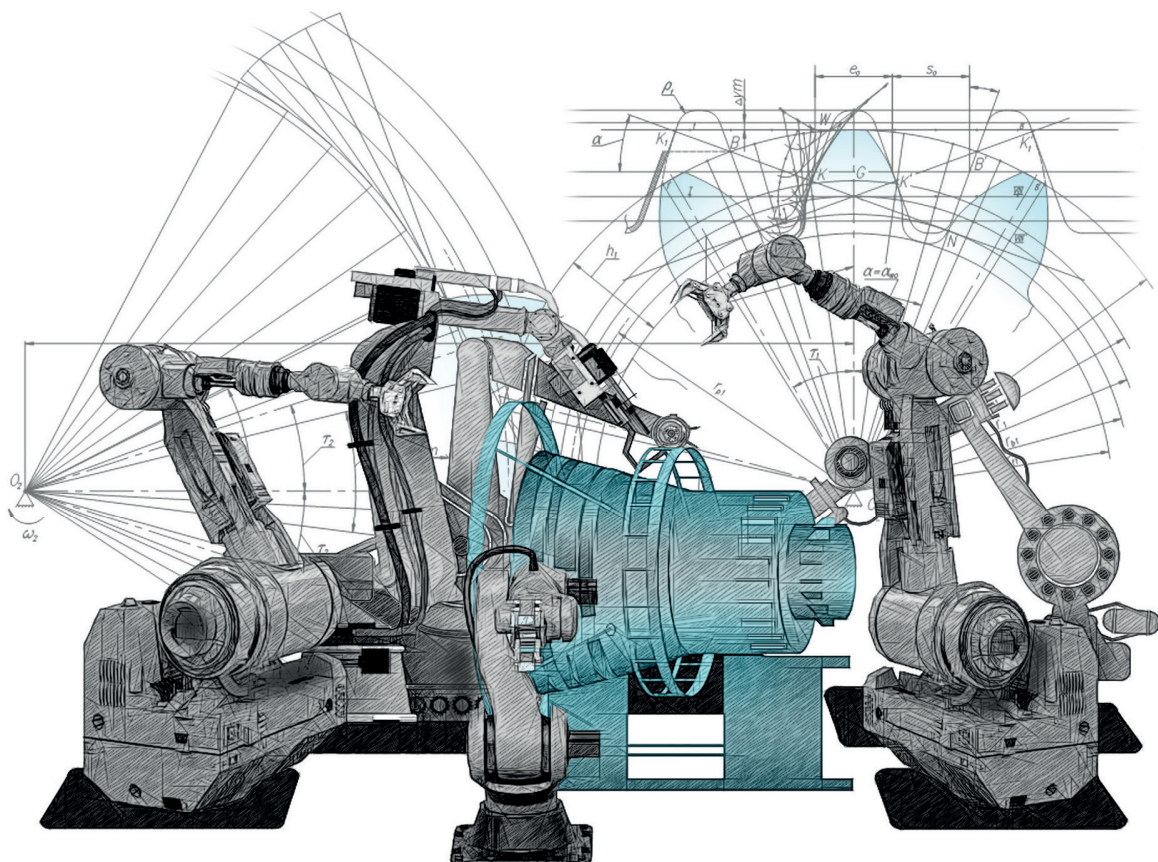
**Фирма ЛИР®**

Москва, Варшавское шоссе, д. 33

Тел.: +7 (495) 363-67-90,

8 (800) 200-67-90 (бесплатно для регионов России)

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



**nanoCAD Механика** — решение для быстрого и качественного проектирования изделий машиностроения и нефтегазовой промышленности.



Оформление конструкторской и технологической документации в соответствии с ЕСКД и ЕСТД



Параметризация и 3D-моделирование



Строгое соответствие ГОСТ, возможность проектирования по зарубежным стандартам



База стандартных изделий по ГОСТ, ОСТ, DIN, ISO и др.



Основной формат - \*.dwg



Простой в изучении и интуитивно понятный интерфейс

Скачайте демонстрационную версию nanoCAD Механика на официальном сайте [www.nanocad.ru](http://www.nanocad.ru) и начните проектировать уже сегодня!