



лизируется на проектировании тепловых электростанций различной мощности и различных типов (паротурбинных, газотурбинных, геотермальных и др.), выполняя все этапы работ: от предпроектной стадии (подготовка бизнес-планов, обоснований инвестиций в строительство, разработка тендерной документации) до стадии реализации ЕРС/ЕПСМ-контрактов (разработка проектной и рабочей документации, осуществление авторского надзора за ходом строительства), а также оказывает инжиниринговые услуги, применяя новейшие технологии и современное высокоэффективное оборудование. В процессе реализации новых проектов специалисты ОАО "Зарубежэнергопроект" используют не только базу накопленных индивидуальных решений, но и

В течение 2012 года предприятие планирует выполнить обязательства по 21 контракту. Среди наиболее значимых проектов – реанимирование приостановленного строительства пылеугольного энергоблока № 3 мощностью 800 МВт на Бerezовской ГРЭС; парогазовый энергоблок ПГУ-420Т мощностью 420 МВт для филиала ТЭЦ-20 ОАО "Мосэнерго"; ПГУ-410Т мощностью 410 МВт (город Салават, Башкирия); ПГУ-190 на Новомосковской ГРЭС; ТЭС "Бар" с тремя блоками

- параллельное поэтапное проектирование различных частей проекта конкретного объекта;

- визуальное представление результатов проектирования, позволяющее оценивать взаимное расположение оборудования, трубопроводов и строительных конструкций;
- получение информации о каждом элементе при просмотре трехмерной модели;
- построение изометрических чертежей трубопроводов с полной спецификацией, включая опоры и подвески, прокладки и болты; плоские чертежи планов и разрезов; перечни оборудования, трубопроводов, арматуры и точек контроля;
- расчет на пересечения отдельных элементов модели между собой.

Эти возможности были по достоинству оценены специалистами ОАО "Зарубежэнергопроект". Однако имеющийся в SP3D собственный функционал кабельной раскладки не в полной мере отвечает все возрастающим требованиям, предъявляемым к проектированию энергетических объектов. При его внедрении были выявлены следующие проблемы:

- необходимость указания в явном виде на объектах SP3D (электроприемниках) в 3D-модели для концов кабеля точек подсоединения, что существенно повышает трудозатраты и увеличивает сроки раскладки;
- отсутствие учета взаиморезервирования кабелей;
- сложность представления в модели кабельных трасс, выполненных кабельными блочными коробами;
- необходимость ведения в SP3D обширных баз кабельных конструкций многочисленных производителей, требующая больших трудозатрат. К тому же выбор производителя этих конструкций зачастую осуществляется на поздних этапах проектирования, что приводит к переносу сроков сдачи проектной документации;
- внешний вид и содержание проектной документации не всегда соответствуют стандартам РФ.

Решить эти проблемы могла бы интеграция SPE со сторонней системой, способной эффективно решать стоящие перед ОАО "Зарубежэнергопроект" задачи. И такая система была найдена.

Разработка российской компании CSoft Development – ElectriCS 3D (E3D) предназначена для автоматизированного проектирования кабельного хозяйства на крупных промышленных и других предприятиях. Объектом проектирования здесь может быть любое здание, открытая территория или совокупность зданий и территорий.

E3D предоставляет следующие возможности:

- высокоскоростная оптимальная раскладка кабелей с минимизацией длин кабелей;
- ввод исходных данных в ручном режиме либо из других проектирующих и офисных систем, в том числе ввод информации о кабелях и потребителях из кабельных журналов в формате Excel;
- трассировка кабелей с учетом взаиморезервирования их групп и с минимизацией общих участков трасс;
- раскладка кабелей по полкам с учетом взаиморезервирования;
- просмотр в 3D-виде (аксонометрии) кабелей, трасс, потребителей, помещений и принудительного назначения пути кабеля не только в текстовом виде, но и в графике;
- автоматическое определение принадлежности потребителей и трасс к помещениям. Трассы могут назначаться не только ортогонально (параллельно осям координат) и проходить через несколько помещений;
- быстрая настройка на любую форму выходных документов;
- автоматическое формирование информации для составления смет;
- подсчет объема винила кабелей по полкам;
- формирование спецификаций на защитные трубы (металлорукава) вне трассовых участков кабелей;
- вывод на плоские строительные чертежи (планы) расположения потребителей и трасс, а также списков кабелей, проходящих по определенным трассам;
- автоматическое определение связности трасс по координатам.

Разработанная технология интеграции программных систем SPE и E3D выглядит следующим образом.

В системе SP3D в общую 3D-модель проектируемого объекта заносятся зарезервированные пространства (кабелепроводы) для кабельных конструкций и кабелей. Эти кабелепроводы (КП) имеют форму ориентированных параллелепипедов, часть которых соединена между собой поворотными участками в местах поворота кабельных

Рис. 1. Список трасс из SP3D в формате Excel

Рис. 2. Списки обычных и ломаных трасс в E3D

трасс. Их размещение производится на ранних этапах рабочего проектирования для обеспечения проверки на коллизии с другими частями проекта (технологической, строительной и др.). Список КП с указанием позиции по проекту, координат начала и конца, габаритов, а также с разбиением на участки выводится из SP3D в формате Excel генератором отчетов SP3D. Для поворотных участков дополнительно указываются угол поворота и координаты центра данного участка. На рис. 1 приведен просмотр в Excel списка КП, экспортированного из SP3D.

При импорте КП из формата Excel в систему E3D производится дополнительная обработка, необходимая для выдачи планов кабельных трасс и собственно кабельной раскладки:

- концы линейных участков КП, соприкасающиеся с поворотными, выравниваются по центрам поворотных участков;
- удаляются поворотные участки;
- линейные участки, имеющие одинаковую проектную позицию, объединяются в одну кабельную трассу типа ломаной (полилинии) в соответствии с номерами участков.

На рис. 2 представлены списки импортированных обработанных простых и ломаных кабельных трасс с автоматическим

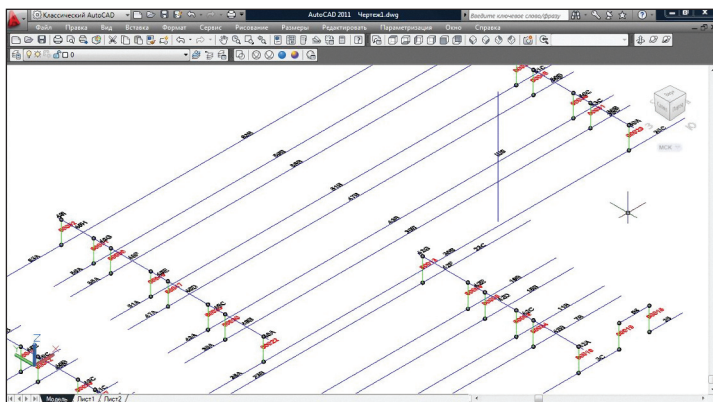


Рис. 3. Автоматическое формирование фиктивных трасс с учетом габаритов

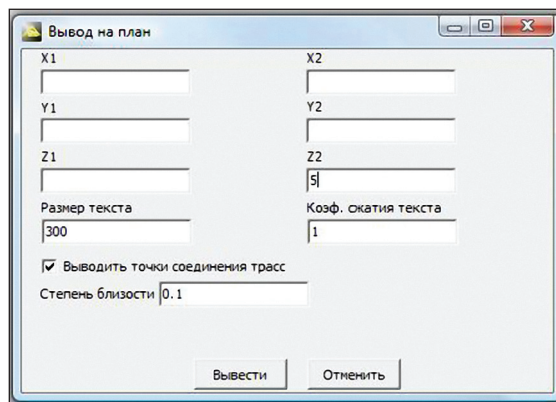


Рис. 4. Окно E3D вывода плана кабельных трасс

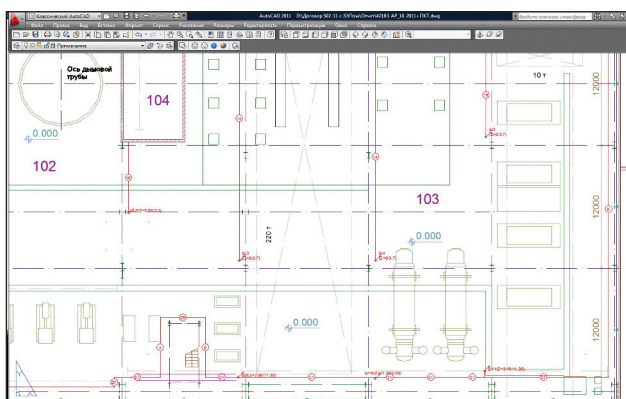


Рис. 5. ПКТ на плане в AutoCAD

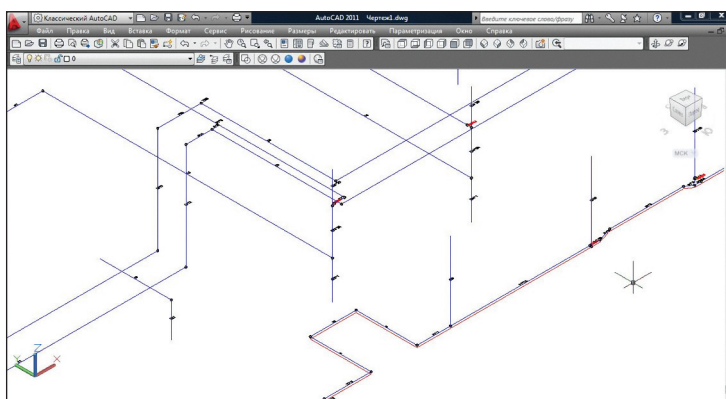


Рис. 6. Просмотр раскладки кабелей в 3D-виде

сформированным параметром соединения трасс. Реализованный в E3D инструмент макросов позволяет на основании импортированных данных о высоте и ширине КП сформировать требования к трассе по максимальному числу полок, а также к максимальной длине консолей (ширине лотков, коробов).

В системе предусмотрен новый тип трасс — "трасса ломаная", состоящая из нескольких участков и обрабатываемая при соединении трасс по координатам, трассировке кабелей, формировании результатов раскладки для кабельных журналов, свертке проекта и т.д. Кроме того, при автоматическом формировании соединения трасс по координатам учитываются габариты трасс (высоты и ширины КП). Это позволяет при обработке проекта автоматически сформировать фиктивные кабельные трассы для перехода с одной трассы на другую. На рис. 3 эти фиктивные трассы обозначены зеленым цветом и расположены между рядами кабельных конструкций и плоскими переходами в кабельном помещении.

Для удобства формирования планов кабельных трасс (ПКТ) на основе импортированного списка КП в системе E3D реализован специализированный вывод ПКТ (окно настройки вывода представ-

лено на рис. 4), при котором указываются:

- координаты пространства объекта, для которого выводится ПКТ (диапазонами по X, Y и Z, при этом отсутствие какой-либо координаты означает $-\infty$ или $+\infty$ для первой и второй точки параллелепипеда соответственно);
- размер текста и степень сжатия (необходимо для вписывания длинных позиций трасс в ограниченное пространство типа "круг");
- степень близости трасс — при расстоянии между трассами меньше указанного значения (с учетом габаритов КП) на план наносится точка или линия с двумя точками на конце (в зависимости от расстояния между трассами).

Кроме того, опционально можно указывать:

- размер окружности вокруг позиции трассы;
- размер залитого круга для точек соединения трасс;
- необходимость вывода координаты Z (только для шахт);
- для ломаных трасс — позицию у всех участков или у одного центрального.

При выводе на отдельные планы планов кабельных трасс необходимо указать привязочную точку в AutoCAD. Осуществ-

лять вывод можно как в модель плана, так и непосредственно на документ, однако наиболее рациональным представляется первый вариант в масштабе 1:1. На рис. 5 представлен пример вывода на план ПКТ на нулевой отметке в модель и его отображение в документе. Вывод на планы изначально настроен на ГОСТ 21.614-88 "Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах".

К списку трасс в системе E3D через слияние проектов добавляются списки кабелей и потребителей, зачаканные из кабельных журналов различных отделов или секторов ("первичников", "вторичников", "КИПовцев", "пожарников" и т.п.) или введенные каким-либо иным способом, например, из проектирующих систем электроснабжения и КИПиА (в том числе — из SPEI и SPI). Список помещений ("объемов" с точки зрения кабельной раскладки) добавляется вручную с планов, поскольку это занимает немного времени в силу ограниченности числа этих помещений (обычно ~10-20 на главный корпус электростанции). Трассировка кабелей по трассам и раскладка кабелей по полкам производятся в обычном для E3D порядке. Результаты раскладки кабелей в 3D-виде приведены на рис. 6.

Обычно сроки сдачи кабельных журналов заказчику бывают чрезвычайно жесткими. В связи с этим все изменения в конфигурации кабельных трасс и их габаритов в процессе кабельной раскладки целесообразно производить в E3D. В данной системе возможно как автоматическое, так и ручное формирование конструктивных параметров трасс (пример окна просмотра и редактирования параметров трассы конструктора кабельных трасс приведен на рис. 7). Автоматическое формирование кабельных конструкций обусловлено типом (группой) разложенных на данной полке кабелей, а также габаритами полок. Так, если на полке

разложены кабели третьей группы (силовые, до 1000 V, сечение жил $< 25 \text{ мм}^2$), то у нее по умолчанию автоматически назначается лоток на консолях. Поскольку в результате реальной кабельной раскладки практически неизбежно изменение как габаритов, так и координат кабельных трасс, а также добавление новых трасс, то с точки зрения сокращения сроков проектирования процесс выглядит следующим образом. Все изменения кабельных трасс производятся в E3D, а затем отображаются в SP3D для проверки на коллизии. В E3D реализован функционал вывода в формате AutoCAD габаритов

кабельных трасс, так и только те, габариты (или координаты) которых не соответствуют исходному списку КП, а также вновь добавленные трассы. На рис. 8-11 приведены окна просмотра в SP3D габаритов кабельных трасс, полученных в результате раскладки (коричневого цвета) и исходных (бирюзового цвета). Здесь видно, что габариты трасс после раскладки выходят за габариты исходных и вступают в коллизии со строительной частью проекта. В этом случае необходимо вернуться в E3D и ограничить число полок на данных трассах либо изменить их координаты.

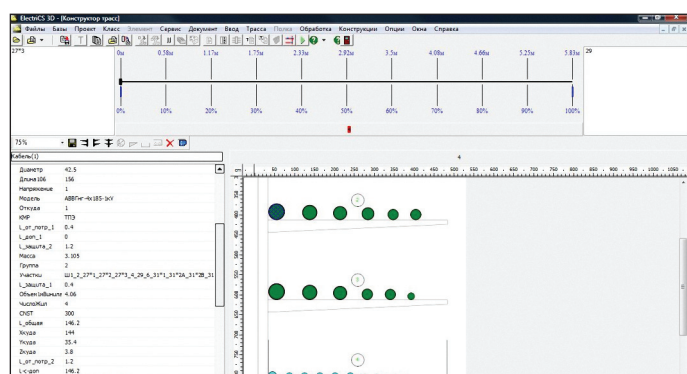


Рис. 7. Просмотр сечения в конструкторе трасс

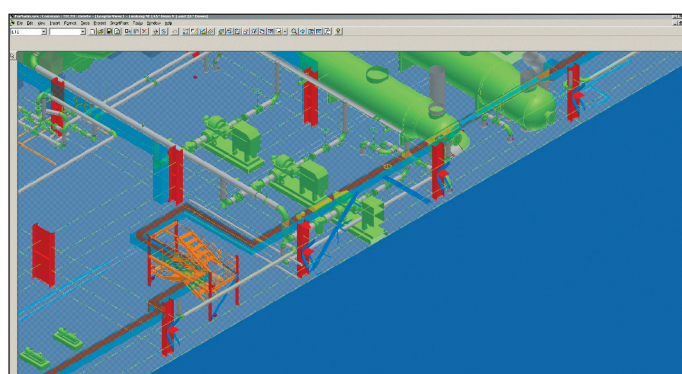


Рис. 8. Просмотр габаритов трасс в SP3D

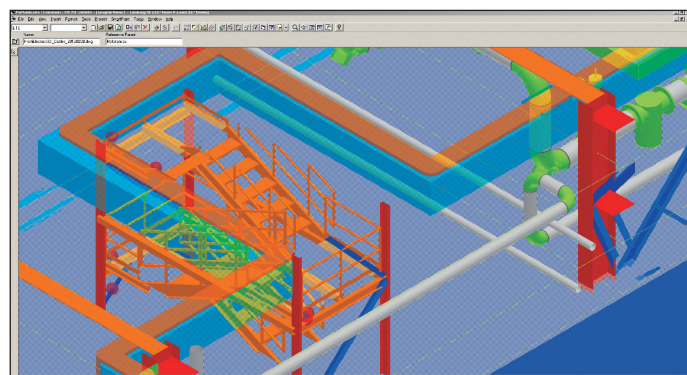


Рис. 9. Просмотр габаритов трасс в SP3D

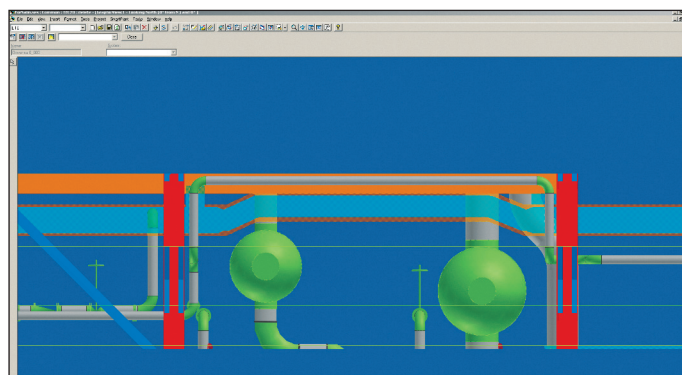


Рис. 10. Просмотр габаритов трасс в SP3D

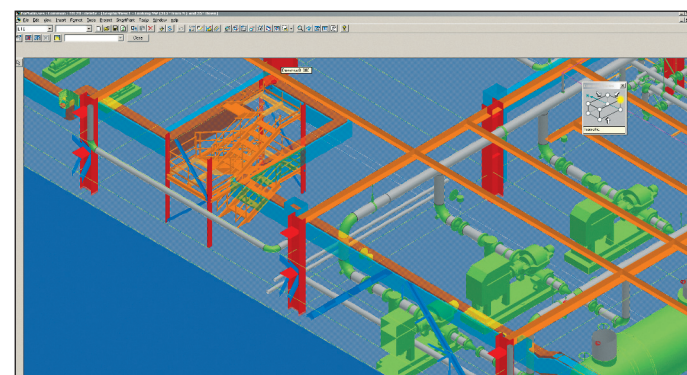


Рис. 11. Просмотр габаритов трасс в SP3D

кабельных трасс по результатам раскладки. Эти габариты в SP3D можно наложить на исходные КП и проверить их на совпадение с исходными и на коллизии с другими частями проекта. Имеющаяся в E3D специальная опция позволяет вы-

Полученные в результате раскладки реальные длины силовых кабелей можно передать назад в проектирующие системы электроснабжения для проведения поверочных расчетов токов КЗ и проверки чувствительности автоматов. По окончании кабельной раскладки кабельные трассы в виде кабельных конструкций и разложенных кабелей можно вывести в SP3D для получения полной 3D-модели проектируемого объекта. При этом специальная опция позволяет выводить кабели как целиком, так и без

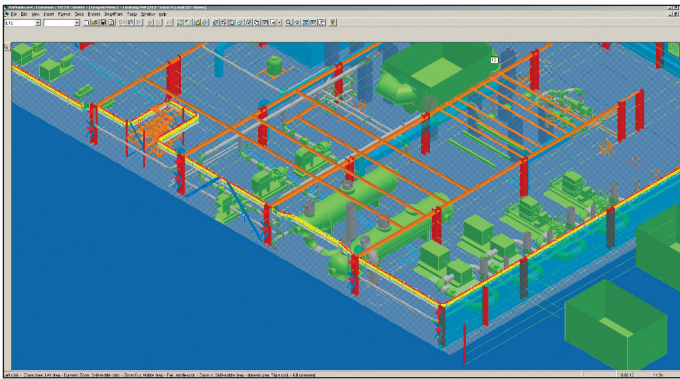


Рис. 12. Просмотр конструкций и кабелей в SP3D

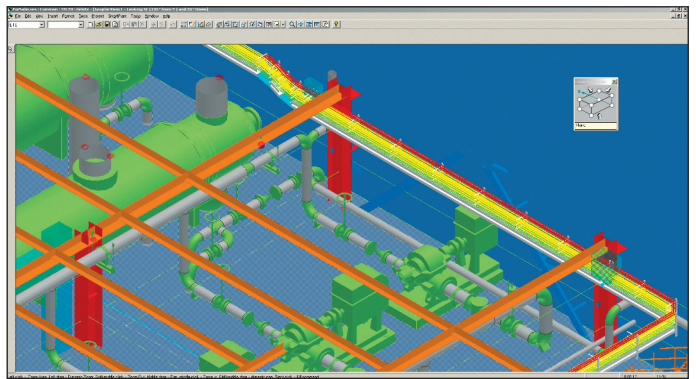


Рис. 13. Просмотр конструкций и кабелей в SP3D

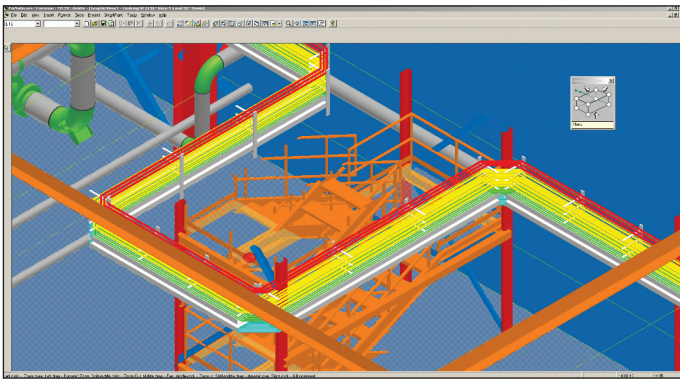


Рис. 14. Просмотр конструкций и кабелей в SP3D

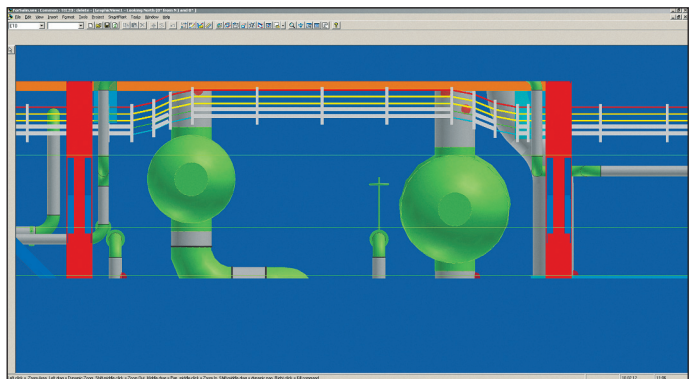


Рис. 15. Просмотр конструкций и кабелей в SP3D

внутрирассовых участков. На рис. 12-15 приведены окна просмотра в SP3D кабельных конструкций и разложенных по ним кабелей. Следует отметить, что кабели и кабельные конструкции выводятся в модель не как объекты SP3D, а в виде *.dwg-объекта без возможности дальнейшего редактирования средствами SP3D, то есть в виде так называемой "пластилинной модели". Если бы в SP3D был предусмотрен импорт кабелей и конструкций в виде объектов (как, например, в системе PDMS компании AVEVA), то

можно было бы осуществлять их экспорт из E3D в XML или другом формате. Тестирование интерфейса между SPE и E3D в части кабельной раскладки проводилось на примере проекта энергоблока ПГУ-420 ТЭЦ-20 ОАО "Мосэнерго". Разработанный интерфейс позволяет:

- существенно сократить сроки проектирования в части кабельной раскладки;
- поднять производительность труда проектировщиков;

■ повысить качество проектов как за счет уменьшения числа ошибок, так и за счет экономии кабеля.

*Александр Салин, д.т.н.,
Алексей Салин
СSoft Иваново
Дмитрий Андреев, к.т.н.,
Илья Голубев
ОАО "Зарубежэнергоспроект"
Тел.: (4932) 58-1207
E-mail: salin@ivanovo.csoft.ru*

Компании по всему миру все чаще выбирают программы Autodesk

С помощью решений компании создаются электродвигатели, кузова автофургонов, детали медицинского оборудования, швейные машины и другие промышленные изделия

В последние несколько месяцев производители в разных странах мира все чаще выбирают программные решения Autodesk, предпочитая их конкурирующим продуктам. Наибольшей популярностью пользуются программные комплексы Autodesk Product Design Suite и Autodesk Factory Design Suite, в основе которых лежит технология цифровых прототипов.

Новые клиенты Autodesk работают в самых разных отраслях: от производства промышленного

оборудования до пищевой промышленности и строительства транспортных сооружений. Они приобретают новые рабочие места или обновляют свое программное обеспечение. Например, чешская компания ŠKODA ELECTRIC, ведущий поставщик электроприводов, троллейбусов и тяговых двигателей, использует Autodesk Inventor, чтобы сократить сроки разработки двигателей для пригородных поездов нового поколения. Американская компания microPEP специализируется на высокоточном литье пластмасс и миниатюрных пластмассовых деталей для применения в медицине, энергетической и автомобильной отрасли и использует для проектирования Autodesk Product Design Suite, заменивший SolidWorks.

Японская фирма TOYO BODY Co., Ltd., производящая кузова для автофургонов ведущих мировых марок, предпочитает решению Edraw программный комплекс Autodesk Product Design Suite.

Для оптимизации процессов проектирования, маркетинга и продаж клиенты Autodesk создают цифровые прототипы с помощью решений Product Design Suite, Factory Design Suite, Vault и Simulation. Гибкие и мощные возможности инструментов Autodesk для проектирования, визуализации и моделирования помогают решать самые сложные бизнес-проблемы.

НОВОСТИ