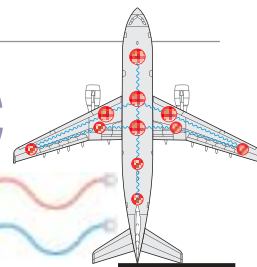


Проектируем БКС

ElectriCS Pro 7 Авиация



Как рождаются программные комплексы, обеспечивающие конкретную технологию проектирования на крупном предприятии? Заказать? Дорого. Разрабатывать самостоятельно? Нужна сильная команда разработчиков.

Есть рецепт: берется известное готовое решение и на его базе разрабатывается новый комплекс. Готовое решение уже имеет весь базовый набор инструментов, так что его требуется только дополнить специфичным функционалом.

Такой подход очень полезен для систем проектирования электрооборудования, где что ни отрасль, то свои требования к проектам.

Предлагаем вашему вниманию опыт подобной разработки на базе ElectriCS Pro 7.

В дополнение к возможностям программы ElectriCS Pro 7, взятой за основу, были разработаны специфичный функционал для проектирования бортовой кабельной сети (БКС) летательных аппаратов и пользовательский интерфейс разработчика систем БКС. Так появился программный комплекс **ElectriCS Pro 7 Авиация**, обеспечивающий работу команды конструкторов над общим большим проектом.

Когда об этой разработке стало известно в авиационных кругах, к нам стали обращаться представители КБ — разработчиков авиационной, ракетной и другой летающей техники. Давайте последуем за советами конструктора (Конструктор) и разработчика программного комплекса (Разработчик). Все реплики взяты из реальных переговоров.

Разработчик

Для начала я хотел бы обозначить возможности программы. ElectriCS Pro 7 яв-

ляется универсальной платформой для проектирования электрооборудования в различных отраслях промышленности. Цифровая модель данных электрооборудования позволяет хранить все его компоненты и связи между ними в объеме, обеспечивающем полноту описания любого вида электрооборудования.

Работу с цифровой моделью обеспечивают база покупных изделий и материалов, редактор схем и навигатор по модели. На эти базовые модули можно навешивать дополнительный функционал.

Спецификация стандартного функционала ElectriCS Pro 7 доступна для изучения на сайте www.electricspro.ru. Можно заказать триальную версию программы и поработать с ней для ознакомления.

В настоящее время у нас имеются модули ПО, обеспечивающие цикл проектирования БКС летательного аппарата.

Конструктор

Рассмотрим нашу специфику проектирования бортовых кабельных сетей.

Задачей проектирования является разработка схем систем БКС, жгутов и схем соединений агрегатных, согласующих и коммутационных коробок.

На входе разработчики БКС получают данные по самолетным системам в виде перечня оборудования: блоков, датчиков, питающих и согласующих устройств. И таблиц соединений, которые содержат требования по реализации связей в виде отдельных проводов, экранированных кабелей, оптоволоконных и высокочастотных кабелей.

Разработчик

Наша система поддерживает разделение всего состава электрооборудования на системы, а также позволяет разрабатывать схемы систем, жгутов и коробок.

Есть модуль, позволяющий импортировать данные от ваших поставщиков самолетных систем. Можно сразу ввести их компоненты и связи в цифровой модели БКС без разработки схемы, естественно, с дальнейшим ее оформлением.

Конструктор

На этапе эскизного проектирования разработчики размещают оборудование на борту ЛА. Результатом расстановки оборудования является ведомость координат установленных устройств.

Определяются жгуты — по отсекам. В процессе рабочего проектирования осуществляется несколько итераций для уточнения количества жгутов в отсеках.

На первом этапе собрать данные по трассам жгутов обычно не удастся, но при перепроектировании очередных образцов или модификаций ЛА трассы жгутов уже могут быть уточнены с достаточной степенью точности.

Определяются коробки — места установки согласующего и коммутационного оборудования.

Разработчик

Вы можете создавать в нашей системе места размещения оборудования — так называемые оболочки. Для вас это отсеки, коробки и жгуты. Жгут тоже своеобразная "оболочка", в которую укладываются разъемы и кабели.

Для жгутов и коробок указываются монтажные переходы — места их соединений. Они являются основой для дальнейшего определения технологических разъемов и разъемов по границам коробок. Так задаются топологические связи. А можно задать геометрию жгутов, создав их трассы. К трассам привязываются оборудование, разъемы и монтажные переходы.

Конструктор

На этапе эскизного проектирования осуществляется выбор поставщика используемого коммутационного оборудования и монтажных компонентов: разъемов, клеммных колодок, заделок экранирующих оплеток, минусовых шин и т.п. Этот этап существенно зависит от выбора изготовителя жгутов, изготовителя ЛА.

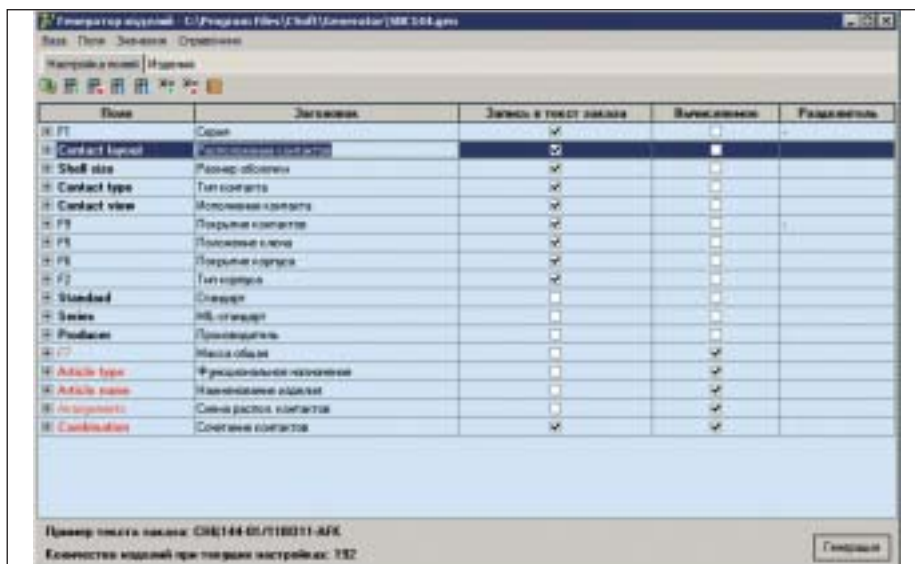
Разработчик

Нас часто спрашивают о базе данных по покупным изделиям. Понятно, что самолетные системы придется вводить в базу силами наших заказчиков: только сами заказчики могут сформировать эту номенклатуру. А вот разъемы мы готовы предоставить под заказ. Или предоставить модуль генерации семейств разъемов — например, по стандарту Mil. Если наш заказчик сам сгенерирует разъемы, ему будет легче контролировать ограниченный список.

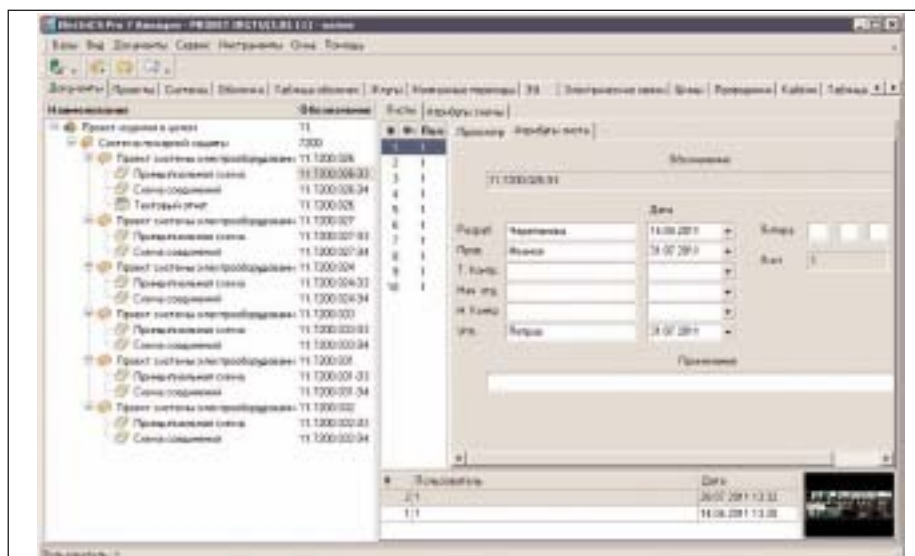
Вскоре мы предложим систему хранения и поиска покупных изделий GloboCS, с помощью которой наш пользователь сможет набирать необходимые ему изделия для работы в ElectriCS Pro 7. На сайте www.globocs.ru система представлена пока в тестовом режиме.

Конструктор

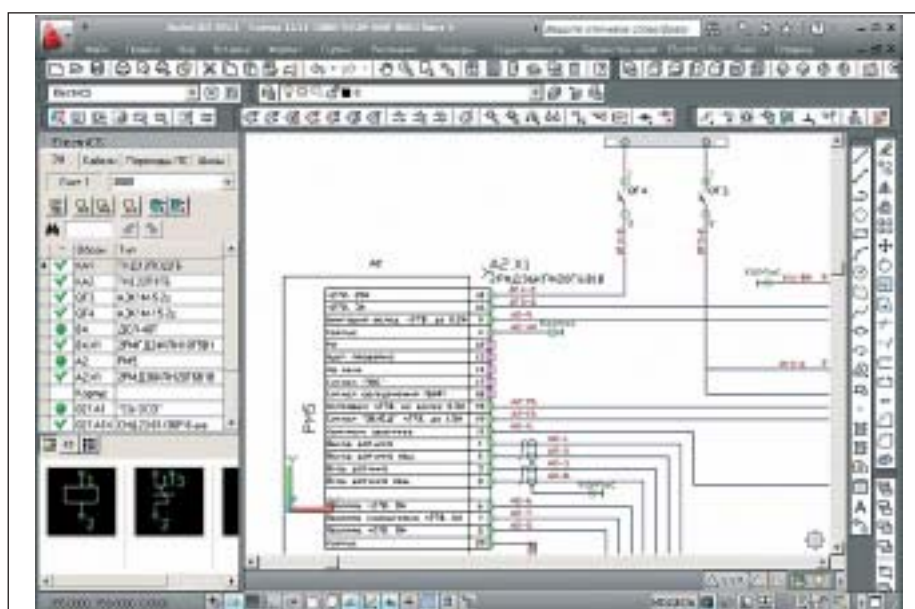
Далее начинается этап проектирования принципиальных схем систем электро-



Генератор семейства разъемов



Система управления проектной документацией



Редактор схем в среде AutoCAD

оборудования. Фактически осуществляется этап графического представления таблиц соединений на самолетные системы, полученных нами в качестве заданий. Помимо решения этой задачи разрабатывается схема взаимодействия различных систем между собой — вводом коммутационных устройств. Так как на момент начала проектирования принципиальной схемы уже известен состав по жгутам, все разъемы могут быть разложены по ним сразу при их создании.

Разработчик

Так, мы уже определили в нашей модели проекты систем, коробок и жгутов. Теперь создаем общие схемы, такие как схема технологических разъемов и схема минусовых шин. По собственному усмотрению вы можете создать для них специальные системы или просто сгруппировать в них необходимые технологические устройства.

Теперь надо создать пользователей, определить авторов проектов и распределить права.

Всё — ElectriCS Pro 7 готов к проектированию.

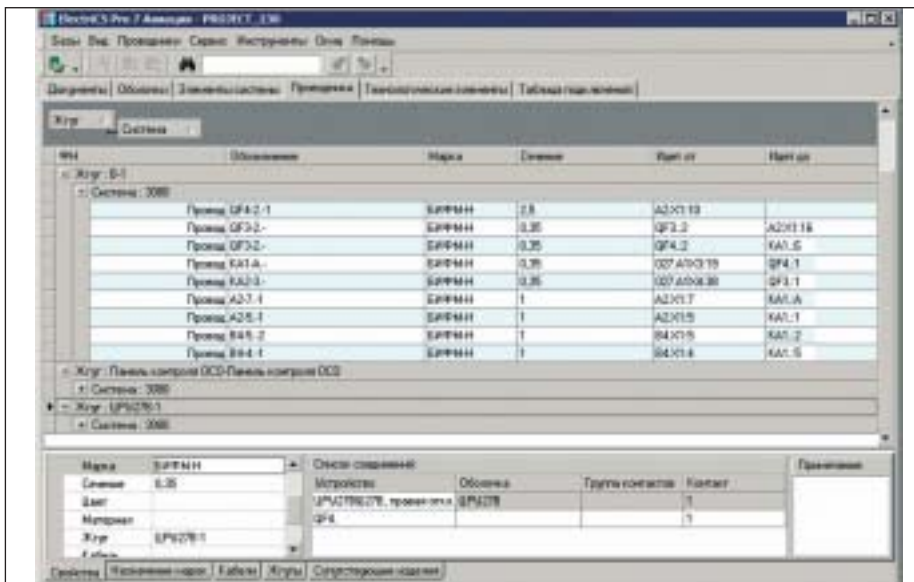
Если вы импортируете данные от субподрядчиков, то формирование принципиальных схем систем будет осуществляться в полуавтоматическом режиме: перетаскиваем устройство на лист схемы, а связи отрисовываются сами, в том числе с оформлением графики кабелей. Если вы создаете устройства системы вручную, все сводится к обычному формированию схемы с созданием устройств из базы покупных и определением связей между ними.

Устройства можно помещать в жгуты и коробки как при создании, так и на последующих этапах работы.

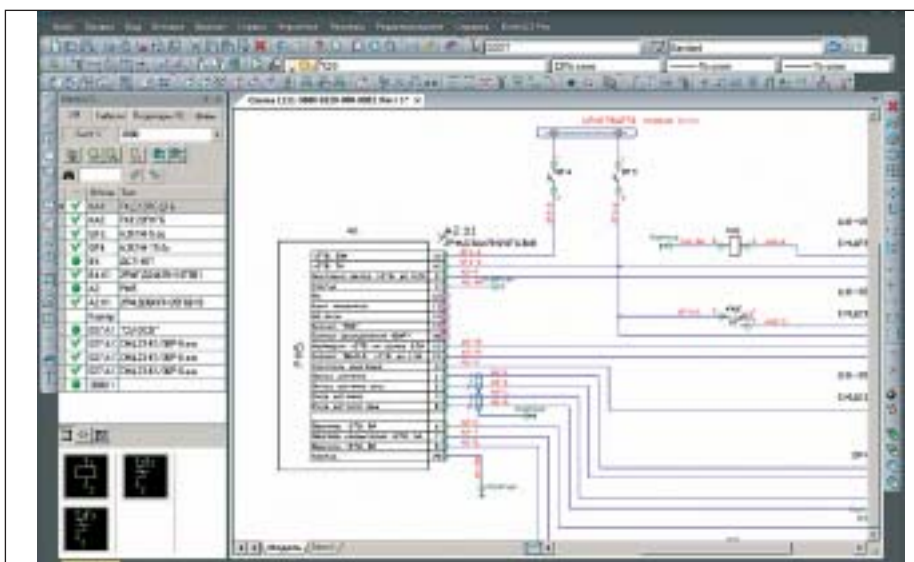
Конструктор

Следующий этап проектирования — самый сложный для конструкторов БКС. Необходимо "наполнить" жгуты. Так как в одном жгуте могут быть расположены кабели разных систем, то рождающийся жгут на момент его проектирования сильно зависит от того, когда конструкторы приступят к разработке очередной системы.

На этом этапе конструктор жгута должен постоянно отслеживать наполнение жгута, которое зависит не от него, а от начала проектирования очередных систем. Теоретически первый жгут на борту ЛА может быть спроектирован только после сдачи проекта последней системы электрооборудования. Но в жизни, конечно, все иначе. Процесс проектирования построен так, что на определенных этапах работы над проектом можно приступать к проектированию жгутов. Причем иногда удастся получить окончательную конструкцию жгута до окончания проектирования систем, в нем участвующих.



Пример запроса проводов по жгуту и системе



Редактор схем в среде папоCAD

Разработчик

У нас есть операция, называемая трассировкой. Все электрические связи, заложенные в принципиальной схеме в виде отдельных связей или предварительных (безномерных) кабелей, преобразуются в провода и кабели. Если геометрические данные отсутствуют, создается прокладка кабелей по топологической схеме. В этом случае при наличии замкнутых связей мы не гарантируем оптимального решения и создадим только одно место концентраторов связей на жгут. Если есть трассы, то обеспечивается оптимальное решение по критериям длин проводов и можно распределить концентраторы связей по жгуту.

Конструктор
А ЭМС учтете?

Разработчик

Электромагнитная совместимость уже учтена вами при определении состава жгутов. Этому процессу помогают ваш

опыт и стандарты. Мы с удовольствием занялись бы определением жгутов с учетом и ЭМС, и требований стандартов, но понимаем, что наши заказчики к такому функционалу пока не готовы. Это задача проектирования нового самолета, а таких проектов у нас сейчас единицы.

Но вернемся к анализу состава жгута проектировщиком.

В Навигаторе мы предоставляем доступ ко всем компонентам цифровой модели электрооборудования. Любые запросы конструктор может создавать на ходу. Например, конструктор жгута хочет увидеть все его связи, сгруппированные по системам, или проконтролировать номенклатуру используемых разъемов по всему проекту либо его части. Выполнение таких запросов не требует специальных знаний. Мы предоставляем универсальный инструмент, который может быть использован для формирования группировок, фильтров и поиска данных.

Когда жгуты определились, можно воспользоваться инструментом разрезки — он позволит разрезать разъемом провода, проходящие через монтажные переходы. Формировать таблицы соединений жгутов и их состав вы можете на любом этапе проектирования.

Конструктор

Помимо жгутов, "наполняются" агрегатные коробки — конструктивы, содержащие согласующие и коммутационные устройства. В коробки для обеспечения модульности конструкции устанавливаются разъемы.

Разработчик

Для нас агрегатные коробки — это место размещения устройств: оболочка. Создаем для нее проект и разрабатываем схему соединений устройств коробки. Причем эти устройства и связи между ними уже созданы в своих системах — их не надо создавать заново. Поэтому разработка такой схемы сведется только к перетаскиванию устройств на поле схемы. Все остальное программа достроит самостоятельно, сама отследит и переключения связей, и адреса подключений.

Конструктор

По мере того как формируются жгуты, можно приступить к разработке схем соединений самолетных систем. На практике схема соединений разрабатывается параллельно с принципиальной схемой. Иногда сразу разрабатывают совмещенную схему (так называемую ЭО), содержащую и принципиальную схему, и схему соединений.

Разработчик

Схема соединений как графический документ разрабатывается в ElectricCS Pro на завершающем этапе. Вы, конечно, можете начать делать ее сразу — для визуального представления хода проектирования, но весь инструментарий для разрезки проводов разъемами, создания клеммных колодок, подключения минусовых шин, определения наконечников проводов имеет свой интерфейс. Большинство инструментов имеет автоматические механизмы. Когда весь этот инструментарий применен, можно создавать схему соединений. Ну или совмещенную схему — ее тоже можно разрабатывать.

Несмотря на то что мы поддерживаем разработку принципиальной схемы, я возьму на себя смелость утверждать, что принципиальная схема постепенно перестанет играть роль документа, предназначенного для постановки задачи очередного этапа при проектировании БКС. Но для этого потребуются сделать множество самых разных шагов, начиная с изменения стандартов и заканчивая повсеместным внедрением САПР БКС. Пусть это будет реверансом в сторону зарубежных продуктов, которые обычно поддер-

живают один тип схем. Поэтому они и имеют проблемы с поддержкой схем соединений или, наоборот, принципиальной схемы. Обычно зарубежные разработчики продуктов, аналогичных нашему, отображают одну схему для одного набора данных, и при адаптации к российским условиям имеют проблемы, пытаясь отобразить один набор данных на две разные схемы. У нас же структура модели сразу позволяет отображать любое количество схем на одни и те же данные. Можете даже выпустить по окончании разработки альбом схем для эксплуатации — еще один набор схем по уже введенным данным.

Конструктор

Жгуты и коробки на первом этапе представлены только схемой или перечнем с таблицей соединений. На втором этапе осуществляется проектирование их конструкции, мест креплений и плазов. Обычно для этого применяются системы 3D-проектирования жгутов, но иногда используются и приложения, обеспечивающие проектирование жгутов в 2D.

Разработчик

На первом этапе мы как раз и представляем жгут в виде его компонентов с таблицей соединений. Формируем и обменные файлы для известных систем 3D-проектирования жгутов. Принимаем данные из этих модулей по длинам проводов. Это стандартный функционал. Но предлагаемая нами организация процесса проектирования предоставляет разработчику 3D-жгута возможность видеть на своем рабочем месте состав жгута не только из обменного файла, но и непосредственно из ElectriCS Pro 7. Дело в том, что разработкой пустотелой "трубы" жгута можно заняться на ранних этапах проектирования. А вот "заполнить" ее и конкретизировать разъемы возможно только при некоторой степени готовности систем. Причем на этих этапах работы осуществляется активный итерационный процесс взаимодействия между разработчиками систем и разработчиком жгута.

Мало того, мы готовы передавать в 3D-систему так называемый логический жгут. Конструктору-схемнику трудно анализировать обстановку на борту, и зачастую у него получается жгут, который нельзя там смонтировать. Для принятия решения он может передать его конструктору жгута, а тот может разделить один жгут на несколько.

Конструктор

А что можно сказать об интеграции с PLM-системой?

Разработчик

Интегрируемся. Но какие задачи вы хотите решать в PLM-системе?

Конструкторская подготовка жгутов

разбита на два этапа (впрочем, тут правильнее говорить не об этапах, а о параллельных ветках работы): подготовка схем жгутов и их разработка в виде 3D-модели. Этапы тесно связаны. Любые попытки оптимизировать схему жгута на втором этапе приведут к возврату на первый. Тут надо либо передавать на второй этап права создания технологических компонентов (разъемов, клеммных колодок), либо двигаться итерационным путем.

Если вы хотите управлять с помощью системы PLM процессом конструкторской подготовки, то столкнетесь с очень низкой производительностью процесса наполнения жгутов. Надо передать модель системы БКС в PLM, затем получить из PLM все системы, задействованные в жгуте (какие — надо еще определить), потом сформировать жгут, попытаться оптимизировать его в 3D (что именно оптимизировать?). Далее пойдут итерации.

Если вы хотите только сдать проект в производство, то всю разработку БКС удобнее вести в специализированной базе ElectriCS Pro 7, а в PLM передать только конечный результат по жгутам и коробкам. Ну и схемы систем, конечно. В этом случае на стороне технологической подготовки производства можно использовать переданные данные по жгутам или собрать общую базу с данными всей БКС для монтажников. Мы такой подход и рекомендуем.

В целом специфика проектирования электрооборудования такова, что при новом проектировании выгодно работать в специализированной модели данных, что, собственно, и позволяет делать ElectriCS Pro 7. А для сопровождения производства "рассыпать" проект на отдельные схемы и жгуты с передачей их в PLM.

Конструктор

Как обстоят дела с оформлением документов по российским стандартам?

Разработчик

Схемы разрабатываются по российским стандартам. Хотя наша система не привязана жестко ни к какому стандарту, мы поставляем настройки и шаблоны для российских стандартов.

Конечно, встречаются особые требования к оформлению схем. Здесь надо либо заказывать специфичный функционал, либо принимать наши варианты оформления. На практике обычно идут по второму пути, настолько малы отличия. Но и разработать новое не проблема.

Например, недавно у нас появились заказчики, которым достаточно обоснованно требуется оформлять схемы методом линейного отображения разъемов. Сейчас такой функционал уже разработан и проходит тестирование.

Сопроводительная документация формируется в процессе выполнения отчетов. Отчеты могут быть разработаны нами, а есть еще и Мастер отчетов, с помощью которого вы можете самостоятельно разработать необходимую вам форму документа.

Конструктор

У нас оригинальная система обозначений.

Разработчик

Система обозначений компонентов в ElectriCS Pro 7 полностью настраивается. Пока в нашей практике мы не замечали, что не можем закрыть потребности наших пользователей.

Но с этим вопросом связаны некоторые моменты.

У вас наверняка есть компоненты, которые никак не обозначаются. Могу твердо сказать, какие — например, экранирующие оплетки кабелей. Но оплетки кабелей заводятся на клеммы устройств, поэтому они рассматриваются как потенциалы. Отсюда следует необходимость работать с ними в табличном виде. А как работать в таблице с неименованными объектами? Поэтому у нас обозначается всё: и экраны, и клеммные колодки, и даже наконечники проводов — ведь последние надо уметь передавать в системы 3D-проектирования жгутов, и как прикажете их идентифицировать? Но если вам не нужны такие "лишние" обозначения в схемах и документах, где они понятны из контекста, то просто не визуализируйте их. А их обозначение мы обеспечим автоматически.

Конструктор

В каких средах работает ваша система?

Разработчик

Графический редактор AutoCAD или nanoCAD. Последний поставляется бесплатно.

Для получения отчетов понадобится MS Office, но можно обойтись отчетами в формате PDF.

Конструктор

Мы готовы приспосабливать вашу программу под себя.

Разработчик

"Приспосабливать" стоит только на первом этапе работы. Но по мере внедрения программы мы готовы разрабатывать специализированные инструменты для ваших задач и даже специализированный пользовательский интерфейс. Это позволит работать с программным комплексом, сделанным практически уже именно для вас.

*Владимир Трушин
E-mail: tvn@rozmisel.ru*