

Конструирование кабельных трасс в среде ElectriCS 3D версии 5.0

Введение

Система ElectriCS 3D предназначена для автоматизации проектирования кабельного хозяйства промышленных предприятий и других объектов¹.

ElectriCS 3D позволяет трассировать кабели с учетом взаиморезервирования и минимизации общих участков трасс (при общей минимизации длин кабелей). Раскладка кабелей по полкам осуществляется с учетом требований ПУЭ (с учетом групп раскладки и взаиморезервирования кабелей).

Наличие интерфейса с системами трехмерного моделирования (PLANT-4D), а также автоматизированного проек-

тирования электрических систем и систем управления (AutomatiCS ADT, ElectriCS ADT, EnergyCS Электрика) позволяет автоматизировать ввод данных по трассам, потребителям и кабелям. Ручной ввод исходных данных может осуществляться как непосредственно в самой системе, так и путем импорта из MS Office (Access, Excel, Word). Просмотр в 3D-виде расположения кабелей, трасс, помещений и потребителей обеспечивает визуально-графический контроль при ручном вводе информации. Графический ввод информации – координат потребителей, трасс и помещений – из AutoCAD (оцифровка планов) существенно облег-

чает ввод координат потребителей в ручном режиме.

Фиксация существующей раскладки и степени занятости трасс позволяет размещать дополнительные кабели на общие трассы при проектировании следующих очередей того же объекта, а также при реконструкции существующих объектов, когда новые кабели прокладываются по уже существующим трассам с учетом степени занятости полок. Настройка шаблонов в среде MS Office делает возможным формирование проектных документов в полном соответствии с формами, принятыми в проектной организации. Также настраивается вывод на планы расположения условных графических обозначений потребителей, трасс и списков кабелей, проходящих по каждой трассе.

Система ElectriCS 3D позволяет выдавать кабельные журналы, сводные и заказные спецификации на кабельную продукцию и защитные трубы (металло рукав), экспликации электрооборудования и планы расположения электрооборудования и трасс.

В состав пятой версии ElectriCS 3D включен конструктор кабельных трасс, позволяющий формировать заказные спецификации на кабельные металлоконструкции (кроме закладных), сечения кабельных трасс (как непосредственно конструкции, так и списки кабелей по полкам), а также кабельные журналы с учетом разбивки кабелей по высотам прокладки (для составления смет на монтажные работы).

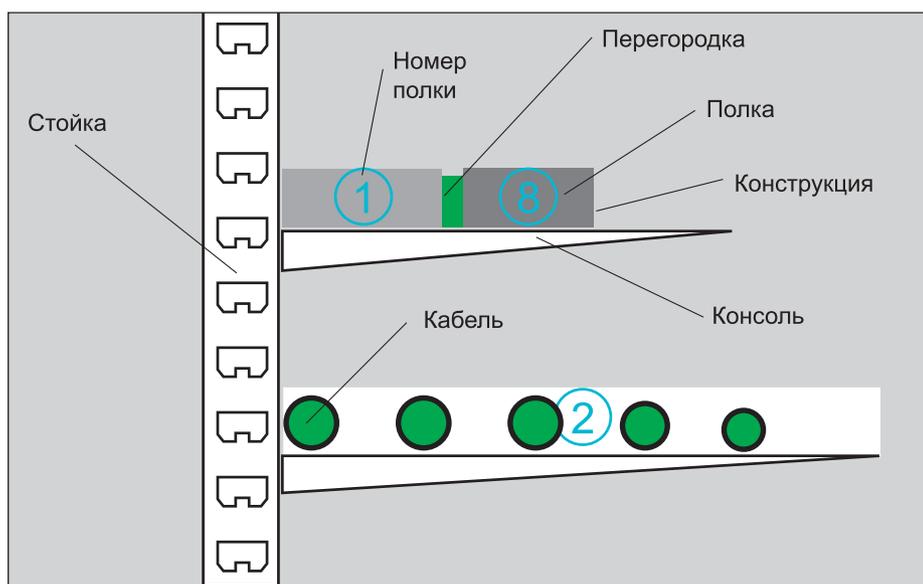


Рис. 1. Пример иерархии объектов конструктора

¹А. Салин, Е. Целищев, А. Шемякин, Д. Куликов. Автоматизированная раскладка кабелей в среде ElectriCS 3D. – CADmaster, №3/2002, с. 28-31; О. Александров. Автоматизация процесса раскладки кабелей в среде ElectriCS 3D – на примере реального проекта. – CADmaster, №4/2007, с. 78-84.

Иерархия объектов конструктора трасс

В основе работы конструктора трасс лежит иерархия объектов. Трасса может состоять из следующих элементов: стоек, консолей, конструкций, полок, перегородок. Кабели раскладываются по полкам, остальные элементы при раскладке кабелей значения не имеют. Предусмотрены конструкции следующих типов: лоток, лоток с крышкой, короб, скоба, труба.

Иерархия объектов конструктора выглядит так:

- В основе иерархии – стойка. К стойке с одной или двух сторон крепятся консоли. Консоли и стойка могут быть фиктивными, то есть в дальнейшем, при выводе в AutoCAD и подсчете конструкций, учитываться они не будут.
- На консоли может находиться несколько конструкций.
- Конструкции содержат полки и перегородки. Перегородками разделяются полки внутри конструкции.

Пример иерархии объектов конструктора представлен на рис. 1.

Конструирование

Этот процесс представляет собой определение типа и взаимного расположения кабельных конструкций внутри трассы, осуществляемое с помощью конструктора трасс.

Возможны два режима работы конструктора:

- конструирование до раскладки кабелей;
- конструирование после раскладки кабелей (по факту).

Если проект содержит трассы, сформированные конструктором, то в первом режиме при открытии трассы система предложит открыть ее по прототипу – будет выведен список позиций трасс, обработанных конструктором. В этом случае текущая трасса наследует все конструкторские параметры выбранной.

Во втором режиме при открытии трассы есть возможность открыть ее по умолчанию. В этом случае тип кабельных конструкций определяется на основании группы кабелей данной конструкции.

В соответствии с действующим изданием ПУЭ по условиям раскладки кабели делятся на следующие группы:

- 1) силовые кабели напряжением 6 кВ и выше;
- 2) силовые кабели напряжением до 1 кВ с сечением жил 25 мм² и более;
- 3) силовые кабели напряжением до 1 кВ с сечением жил менее 25 мм²;

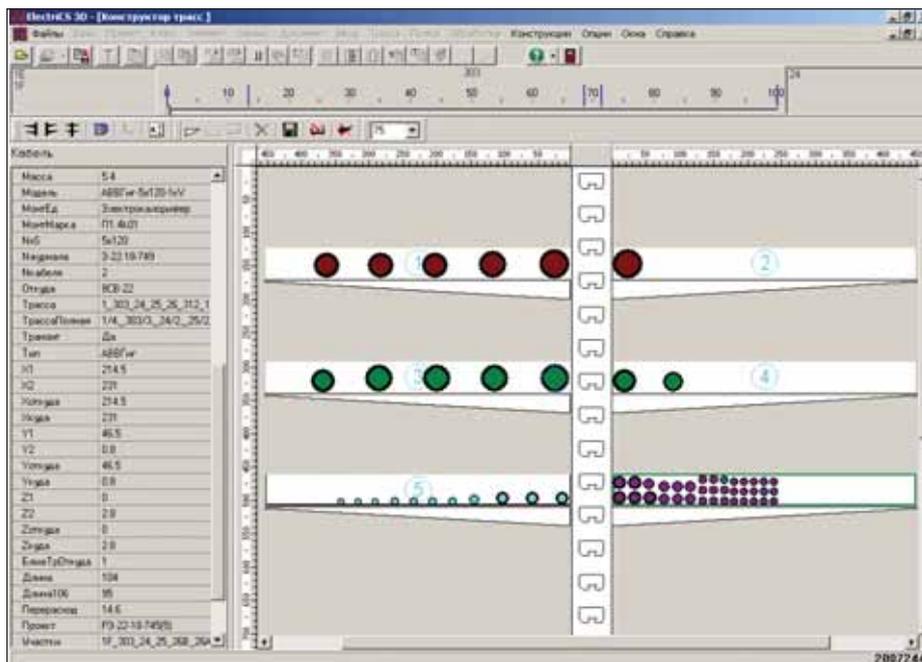


Рис. 2. Пример двустороннего расположения консолей

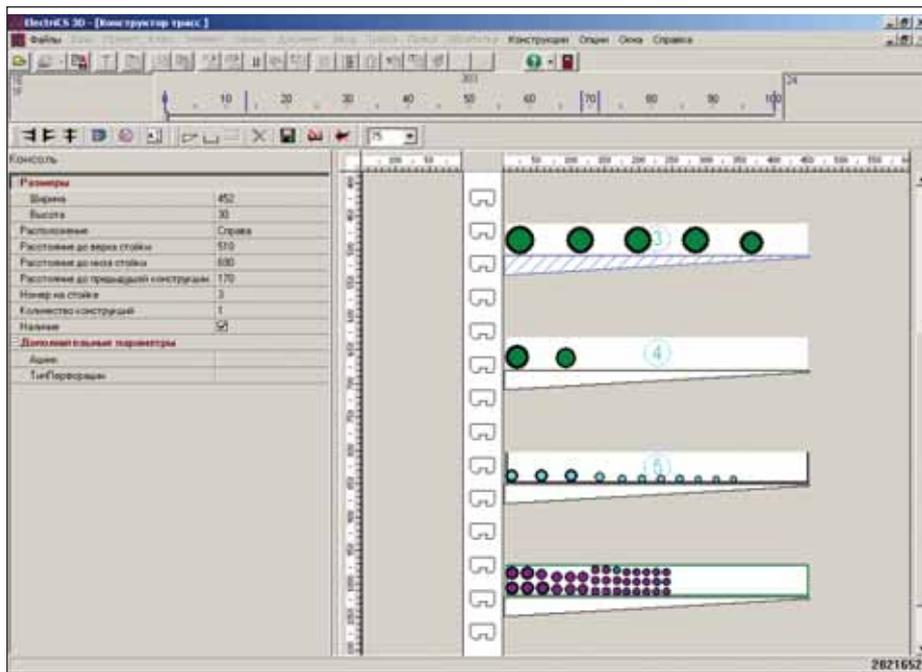


Рис. 3. Пример одностороннего расположения консолей

- 4) контрольные кабели напряжением более 60 В;
- 5) контрольные кабели напряжением менее 60 В;
- 6) кабели, требующие специальных средств защиты;
- 7) кабели, требующие искрозащиты.

8 и 9-я группы в системе ElectricCS 3D определены как резервные. Так, 8-я группа часто используется для кабелей постоянного тока.

По умолчанию кабелям 1-й и 2-й группы выделяются пустые консоли, кабелям 3-й группы – открытые лотки на консолях, всем остальным – коробка на консолях.

Далее, работая в конструкторе кабельных трасс, проектировщик может сам корректировать конструкции трассы:

- выбирать/изменять тип конструкции (в коробе, в лотке, в трубе, на скобах);
- изменять высоту кабельной стойки;
- задавать расстояние между кабельными стойками;
- изменять размеры консоли;
- задавать расстояние между консолями;
- выбирать вид расположения консолей относительно кабельной стойки (левостороннее, правостороннее или двустороннее);

№	Имя варианта	Тип/Полка	Размеры	Длина	Ширина	Высота	Масса	Описание СО
1	ЛНМЗ-50	Неперфорированный	50x50	2500	50	50	0.79	Лоток_неперфорированный_металлический_закреповый_шириной_50
2	ЛНМЗ-100	Неперфорированный	100x50	2500	100	50	1.15	Лоток_неперфорированный_металлический_закреповый_шириной_100
3	ЛНМЗ-200	Неперфорированный	200x50	2500	200	50	1.83	Лоток_неперфорированный_металлический_закреповый_шириной_200
4	ЛНМЗ-300	Неперфорированный	300x50	2500	300	50	2.28	Лоток_неперфорированный_металлический_закреповый_шириной_300
5	ЛНМЗ-400	Неперфорированный	400x50	2500	400	50	4.0	Лоток_неперфорированный_металлический_закреповый_шириной_400
6	ЛНМЗ-500-НС	Неперфорированный	500x50	2000	500	50	5.73	Лоток_неперфорированный_металлический_закреповый_шириной_500
7	ЛНМЗ-600-НС	Неперфорированный	600x50	2000	600	50	10.4	Лоток_неперфорированный_металлический_закреповый_шириной_600
8	ЛНМЗ-50	Перфорированный	50x50	2500	50	50	0.73	Лоток_перфорированный_металлический_закреповый_шириной_50мм
9	ЛНМЗ-100	Перфорированный	100x50	2500	100	50	0.96	Лоток_перфорированный_металлический_закреповый_шириной_100
10	ЛНМЗ-200	Перфорированный	200x50	2500	200	50	1.65	Лоток_перфорированный_металлический_закреповый_шириной_200
11	ЛНМЗ-300	Перфорированный	300x50	2500	300	50	2.21	Лоток_перфорированный_металлический_закреповый_шириной_300
12	ЛНМЗ-400	Перфорированный	400x50	2500	400	50	3.23	Лоток_перфорированный_металлический_закреповый_шириной_400
13	ЛНМЗ-500-НС	Перфорированный	500x50	2000	500	50	3.4	Лоток_перфорированный_металлический_закреповый_шириной_500
14	ЛНМЗ-600-НС	Перфорированный	600x50	2000	600	50	10.4	Лоток_перфорированный_металлический_закреповый_шириной_600
15	ЛНМ-200	Лестничный	164x17	3000	164	17	5.93	Лоток_лестничный_металлический_шириной_164мм
16	ЛНМ-300	Лестничный	254x17	3000	254	17	6.95	Лоток_лестничный_металлический_шириной_254мм
17	ЛНМ-400	Лестничный	364x17	3000	364	17	7.1	Лоток_лестничный_металлический_шириной_364мм
18	ЛНМ-100.35	Провалочный	100x50	3000	100	50	1.3	Лоток_провалочный_металлический_шириной_100мм_и_высотой_35
19	ЛНМ-200.35	Провалочный	200x50	3000	200	50	2	Лоток_провалочный_металлический_шириной_200мм_и_высотой_35

Рис. 4. Фрагмент базы в части лотков

№	Имя варианта	Наименование и техническая характеристика оборудования и материалы (для импортного оборудования – страна, фирма)	Тип, марка оборудования, обозначение документа и номер другого листа	Единица измерения		Код завода-изготовителя	Ко
				Наименование	Код		
1	Стойка L=600 мм		К1152У3	шт	706	5	343
2	Консоль L=250 мм		К1151У3	шт	706		343
3	Лоток прямой перфорированный b=250 мм		ЛНМ-250x50-У3012	шт	706		343

Рис. 5. Фрагмент спецификации на кабельные конструкции

- перемещать консоли (изменять порядок консолей на стойке);
- изменять размеры конструкций;
- добавлять/удалять крышки кабельным лоткам;
- добавлять/удалять в лотках огнеупорные перегородки;
- перемещать конструкции между консолями и на консоли;
- изменять размеры полок;
- перемещать полки между конструкциями и внутри конструкции.

В пятой версии ElectriCS 3D перемещать кабели при конструировании можно только с помощью автоматического раскладчика, ручное перемещение кабелей запрещено.

В конструкторе трасс существует специальное окно просмотра параметров (свойств) текущего элемента. На рис. 2 приведен пример двустороннего расположения консолей на стойке (трассе) с просмотром свойств кабеля на третьей полке, а на рис. 3 показано одностороннее расположение консолей на стойке с просмотром свойств консоли.

Подсчет конструкций

Подсчет конструкций осуществляется на основе параметров, сформированных конструктором трасс, и состоит из двух этапов:

- 1) подсчет линейных участков трасс;
- 2) подсчет соединений трасс.

При подсчете конструкций линейных участков вычисляется количество стоек, консолей, конструкций (лотков, корбов, труб, скоб) и перегородок. Количество стоек вычисляется на основании длины трассы и расстояния между стойками. В случае двустороннего расположения консолей число стоек умножается на два. Если конструкция имеет крышку, последняя подсчитывается отдельно. Количество стоек и консолей вычисляется в штуках, а конструкций и перегородок – в метрах.

При подсчете соединений рассматриваются следующие варианты:

- Соединение двух трасс. Возможны следующие типы соединений:
 - продолжение – если одна трасса является продолжением другой,

то есть угол между ними равен 180 градусов. В этом случае сравниваются размеры (не должны совпадать) и положение конструкций по высоте и типу (должны совпадать). При возможности создается конструкция типа "переход";

- поворот – если две трассы находятся в горизонтальной плоскости и на одной высоте. В случае, если угол между трассами равен 90 или 135 градусов, а их размеры и тип совпадают, создаются конструкции типа "поворот";
- подъем/спуск – две трассы находятся в одной вертикальной плоскости. Если угол между ними равен 90 или 135 градусов, а их размеры и тип совпадают, создаются конструкции типа "подъем/спуск".

- Соединение трех трасс. Если соединение имеет Т-образный вид (углы между трассами равны 90, 90 и 180 градусов), а конструкции расположены в одной горизонтальной плоскости на одной высоте и имеют одинаковый тип, создается конструкция типа "тройник".

- Соединение двух трасс. Если соединение имеет Х-образный вид (углы между трассами равны 90 градусов), а конструкции расположены в одной горизонтальной плоскости на одной высоте и имеют одинаковый тип, создается конструкция типа "крестовый переход".

Подсчитываются абстрактные конструкции, то есть конструкции определенного типа (например, лоток или крышка лотка) и определенных размеров (например, 200x50), поскольку номенклатуры различных компаний могут значительно отличаться друг от друга.

Подбор конструкций

Подбор конструкций выполняется на проекте, где уже осуществлен их подсчет. В базу системы должна быть загружена база определенного производителя – например, ГЭМ. На рис. 4 показан фрагмент базы в части лотков. Система осуществляет подбор конкретных конструкций (например, лотка ЛНМЗ-200) на основании совпадения типов (например, лоток неперфорированный), размеров (к примеру, 200x50) и других параметров. При подборе конструкций, имеющих размерность в метрах, может осуществляться переход к размерности в штуках – если в этом возникает необходимость. Кроме того, система позволяет формировать вспомогательные конструкции: замки для крепления консолей, соединители лотков и т.д. Если в базе имеется подходящий для конструкции вариант,

то ей добавляются все параметры этого варианта (такие как ТУ, вес, материал, климатическое исполнение, модель и другие).

Если для тех или иных конструкций подходящий вариант отсутствует, ElectricCS 3D выдает соответствующее сообщение. В этом случае следует либо дополнить базу системы, либо вернуться в конструктор и изменить параметры конструкций.

На основании полностью проведенного подсчета и подбора конструкций можно осуществить вывод спецификации на монтажные конструкции. Фрагмент спецификации на кабельные конструкции показан на рис. 5.

Вывод сечений трасс на план и в 3D

Вывод сечений трасс на план осуществляется в два этапа: сначала выводятся собственно конструкции (по настройке с контурами кабелей), а затем позиции кабелей с возможной разбивкой по полкам. На рис. 6 представлено окно настройки вывода кабельных конструкций на план. В этом окне можно задать масштаб, установить вывод кабелей, расстояния между консолями, номер полки, тип вывода позиций кабеля. Рис. 7 иллюстрирует результаты вывода на план кабельных конструкций и позиций кабелей.

Как таковой вывод кабельных конструкций и кабелей в 3D проектировщику не нужен: нет соответствующих проектных документов. В конструкторе трасс системы ElectricCS 3D он играет вспомогательную роль — с его помощью легче проверить соответствие высот размерам стыкуемых трасс, а это, в свою очередь, позволяет проверить правильность подсчета переходных кабельных конструкций (тройников, поворотов и т.д.).

На рис. 8 приведен пример вывода кабельных конструкций в 3D. Вывод может быть осуществлен с заданным масштабом и с наложением на 3D-модель проектируемого объекта.

Конструктор кабельных трасс позволяет значительно повысить производительность труда при проектировании кабельного хозяйства и избавить проектировщиков от большого объема рутинной работы по подсчету конструкций, а также усовершенствовать качество выполнения проектов благодаря снижению количества ошибок, неизбежных при ручном проектировании.

*Алексей Салин
Ивановский государственный
энергетический университет*

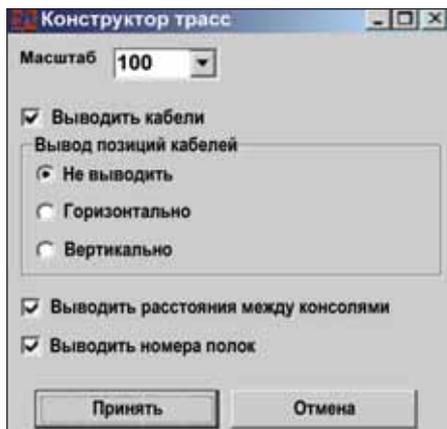


Рис. 6. Окно настройки вывода кабельных конструкций на план

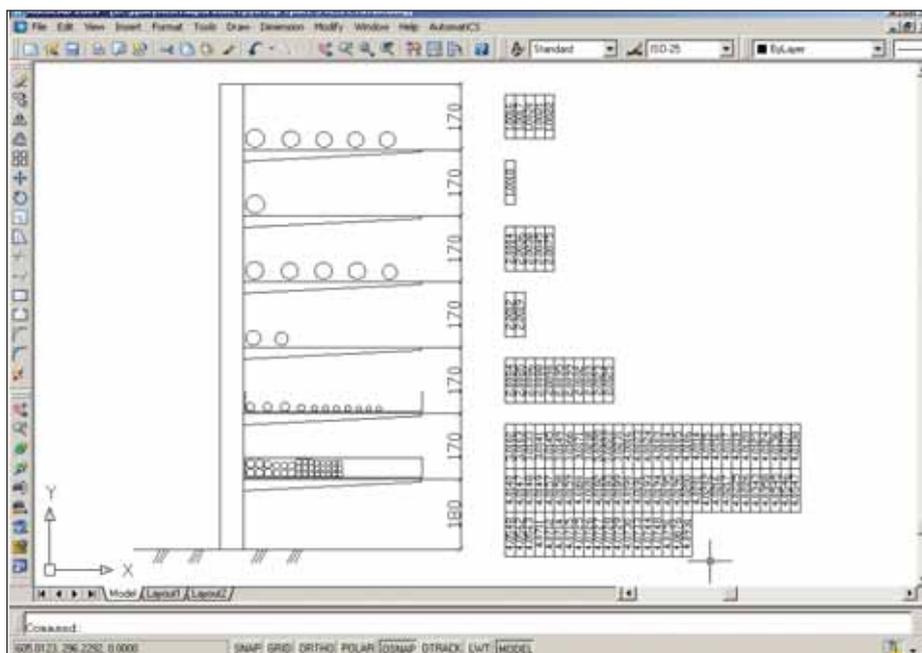


Рис. 7. Результат вывода кабельных конструкций и позиций кабелей на план

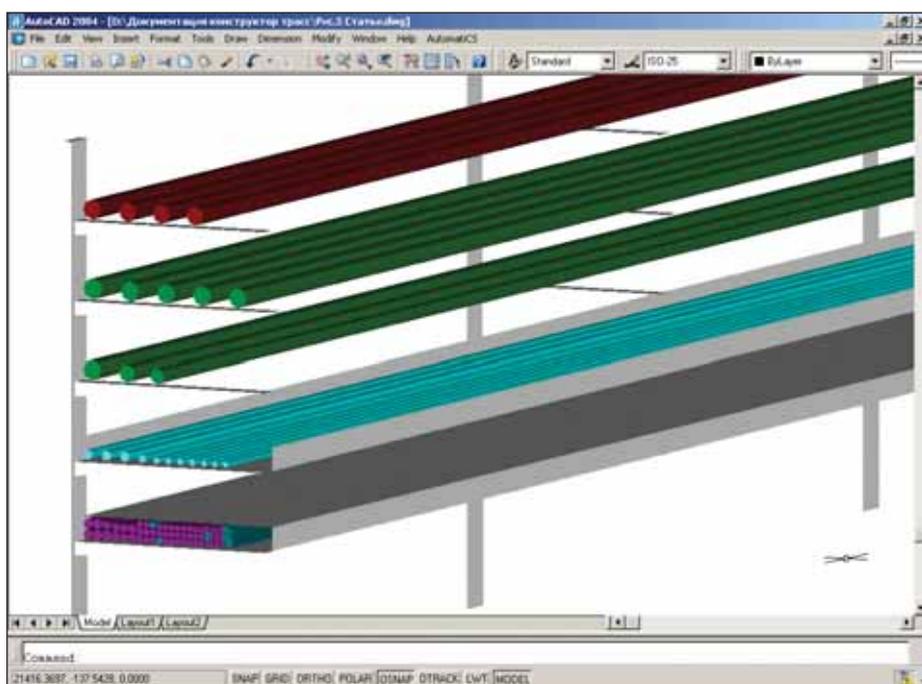


Рис. 8. Пример вывода кабельных конструкций в 3D