

Автоматизированная раскладка кабелей в среде **ElectriCS 3D**

Система ElectriCS 3D предназначена для автоматизированной раскладки кабелей на промышленных и других предприятиях в соответствии с разделами 2.3.1-2.3.6, 2.3.112, 2.3.120, 2.3.123, 2.3.124 "Правил устройства электроустановок" (ПУЭ). Объектом автоматизированного проектирования может быть любое здание, открытая территория или совокупность зданий и территорий.

В кабельном и технологическом помещениях выделяется совокупность кабельных сооружений, образующих кабельную трассу. Такой трассой могут служить кабельные конструкции по одну сторону туннеля или по одну сторону прохода на кабельном этаже, отдельно проходящие короба, плоские переходы, блоки труб, кабельные конструк-

ции, устанавливаемые по строительным конструкциям технологических помещений и сооружений и т.д. На всем протяжении каждая кабельная трасса имеет постоянные размеры элементарных конструкций. Совокупность кабельных трасс в пределах объекта проектирования образует схему кабельных коммуникаций.

Определение пути кабеля в схеме кабельных коммуникаций называется трассировкой кабеля. Определение для каждого кабеля номера конструкции в трассе, на которую следует положить кабель, называют кабельной раскладкой. В соответствии с требованиями ПУЭ кабели делятся на шесть групп раскладки, к каждой из которых относится своя группа конструкций:

1. Силовые кабели напряжением 6 кВ и выше.

2. Силовые кабели напряжением 0,4 кВ с сечением жил 25 мм² и более.
3. Силовые кабели напряжением 0,4 кВ с сечением жил менее 25 мм².
4. Контрольные кабели и кабели связи напряжением свыше 60 В.
5. Контрольные кабели и кабели связи напряжением до 60 В.
6. Кабели, требующие специальных средств защиты.

Раскладываются кабели по трассам на кабельных конструкциях, которые представляют собой консоли, лотки, короба, плоские переходы. Кабельные конструкции делятся на консоли (для прокладки силовых кабелей однослойно) и короба (для прокладки контрольных кабелей и кабелей с особой защитой многослойно или пучками).

Система ElectriCS 3D автоматизирует получение следующих проектных документов в части раскладки кабелей:

- сводные и заказные спецификации на кабельную продукцию;
- кабельные журналы;
- заказные спецификации на трубы и/или металлорукава;
- экспликации электрооборудования;

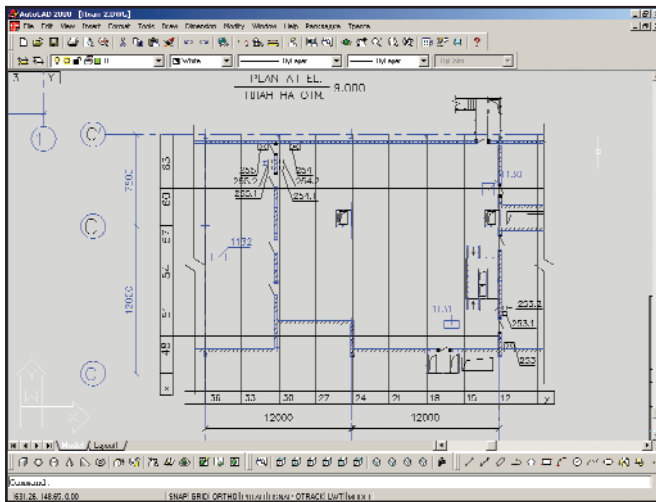


Рис. 1

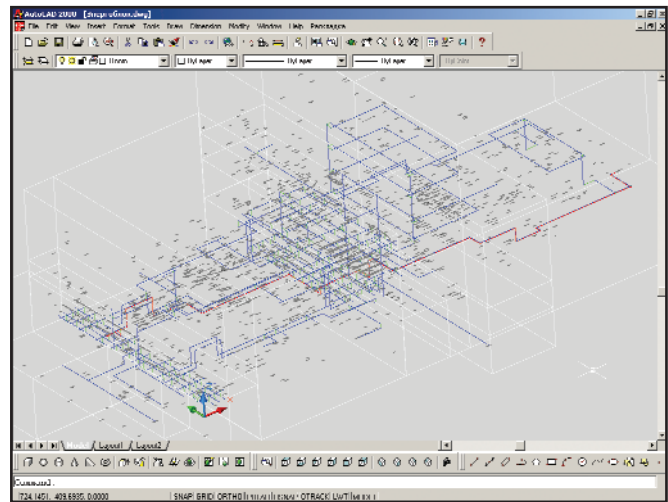


Рис. 2

- планы расположения электрооборудования;
- планы расположения трасс;
- журналы координатных точек;
- журналы кабельных потоков.

Исходными данными для автоматизированной раскладки кабелей являются:

- список потребителей (электрооборудования) с указанием координат;
- список трасс с указанием координат начала и конца, а также габаритов кабельных конструкций;
- список объемов (помещений) с указанием координат;
- список кабелей с указанием проектных позиций со стороны Откуда и со стороны Куда.

Проектировщики-технологи передают проектировщикам-электрикам список оборудования, на котором находятся электропотребители (например, электродвигатели). При использовании технологий системы трехмерного моделирования (например, PLANT-4D) этот список может формироваться автоматически. Второй вариант — ввод списка в среде ElectriCS 3D и выпуск собственных проектных документов (например, списка электроприводов и механизмов). Третий вариант — ввод списка в среде MS Office и передача его в систему ElectriCS 3D. Проектировщики-электрики добавляют в полученный от технологов список электропотребителей свое оборудование (например, в состав насоса добавляется кнопочный пост и/или местный щит для управления

им) и получают возможность выпустить документ "Экспликация электрооборудования". При автоматизированной раскладке кабелей этот список является исходным. Кроме того в среде ElectriCS 3D список потребителей можно наложить на строительные чертежи и получить планы расположения электрооборудования в соответствии с ГОСТ 21.614-88. Фрагмент плана расположения электрооборудования представлен на рис. 1.

Список трасс также может быть либо импортирован из PLANT-4D, либо введен в среде ElectriCS 3D. В процессе раскладки кабелей характеристики кабельных трасс уточняются. Окончательные результаты раскладки (уточненные габариты трасс) следует экспортировать в PLANT-4D для проверки на предмет коллизий со строительной и технологической частями проекта. Для каждой трассы должен быть указан список трасс, на которые разрешен переход кабеля. Геометрически трассы не обязательно должны пересекаться — в этом случае между двумя реальными трассами в автоматическом режиме строится фиктивная. При пересечении одной трассы другими она разбивается на участки. Вся совокупность реальных и фиктивных трасс образует неориентированный граф, ребрами которого являются участки трасс, а вершинами — точки соединения участков.

Список помещений представляет собой перечень объемов, внутри которых разрешен заход кабеля от

потребителя на трассу. В большинстве случаев он соответствует укрупненному списку строительных помещений — но не всегда. Так, например, чтобы вентиляторы, стоящие на крыше распределительного устройства, автоматически подсоединились к соответствующим трассам, верхнюю координату Z верхней отметки распределительного устройства задают выше строительной.

Список кабелей может быть импортирован из САПР систем контроля и управления AutomatiCS и/или введен в среде ElectriCS или MS Office.

Первый этап раскладки — раскладка кабелей по трассам. Она осуществляется автоматически и начинается с поиска для каждого из кабелей кратчайшего пути на схеме кабельных коммуникаций. Для потребителя с каждой стороны кабеля находится ближайшая трасса. Раскладка по трассам осуществляется с учетом резервирования, при этом резервирующие кабели раскладываются так, чтобы свести к минимуму количество общих участков трасс с теми кабелями, которые они резервируют.

Далее раскладка кабелей по трассам просматривается в аксонометрии. На рис. 2 приведен пример раскладки кабеля по трассам крупного энергоблока: участки трасс изображены синим цветом, фиктивные трассы — зеленым, кабель — красным, потребители — темно-серым, помещения — светло-серым. В первую очередь просматриваются кабели, имеющие наибольший ко-

№	Имя	Полосы	Объем	Кабель	Трасса	Кабель	Полосы	Приоритет
1	Кабель	0110012	КП-6	ИП-3А	43 27 16 3 2 31 5 6 32 1	1.3	153	
2	Кабель	0110013	КП-6	ИП-3Б	30 36 18 36 15 14 11 12 7 8 13 33 1	1.3	143	
3	Кабель	0110000	КП-6	ИП-3В	20 36 18 45 50 55 54 47 52	1.5	126	
4	Кабель	0110001	КП-6	ИП-3Г	43 27 16 3 2 31 5 6 32	1.4	100	
5	Кабель	0110002	КП-6	ИП-3Д	43 27 16 3 2 31 5 6 32	1.2	95	
6	Кабель	0110001	КП-6	ИП-3Е	43 27 16 3 2 31 5 6 32	2.2	141	AR1
7	Кабель	0110002	КП-6	ИП-3Ж	43 27 16 3 2 21 41 22 42 23 24 17 25 26 27	2.3	144	UA1
8	Кабель	0110003	КП-6	ИП-3З	43 27 16 3 2 21 41 22 42 23 24 17 25 26 27	1	105	
9	Кабель	0110010	КП-6	ИП-3И	29	1.6	75	
10	Кабель	0110011	КП-6	ИП-3Й	29	4.5	77	
11	Кабель	0110012	КП-6	ИП-3К	29	4.9	22	
12	Кабель	0110013	КП-6	ИП-3Л	5 31 2 3 16 36 18 28	1.1	77	
13	Кабель	0110014	КП-6	ИП-3М	29 18 36 16 3 2 31 5	1.1	72	AU3
14	Кабель	0110015	КП-6	ИП-3Н	30 36 18 36 15 14 11 12 7 8 13 33 1 32 5	2.4	107	RA3
15	Кабель	0110016	КП-6	ИП-3О	29 20 36 18 35 15 14 11 12 7 8 20	1.3	90	
16	Кабель	0110017	КП-6	ИП-3П	29	1.8	70	
17	Кабель	0110018	КП-6	ИП-3Р	29	1.9	20	
18	Кабель	0110019	КП-6	ИП-3С	30 36 18 36 15 14 11 12 7 8 20	1.4	82	
19	Кабель	0110020	КП-6	ИП-3Т	29 18 36 27	2.7	63	
20	Кабель	0110021	КП-6	ИП-3У	30 36 18 36 15 14 11 12 7 8 20	2.1	68	
21	Кабель	0110022	КП-6	ИП-3Ф	29 18 36 27	1.5	107	
22	Кабель	0110023	КП-6	ИП-3Х	29 18 36 27	1.6	101	
23	Кабель	0110024	КП-6	ИП-3Ц	29 18 36 27	2.3	69	
24	Кабель	0110025	КП-6	ИП-3Ч	30 36 18 36 15 14 11 12 7 8 20	1.6	101	
25	Кабель	0110026	КП-6	ИП-3Ш	29	1	150	
26	Кабель	0110027	КП-6	ИП-3Щ	29	1	150	
27	Кабель	0110028	КП-6	ИП-3Ъ	29	1	150	
28	Кабель	0110029	КП-6	ИП-3Ы	29	1	150	
29	Кабель	0110030	КП-6	ИП-3Ь	29	1	150	
30	Кабель	0110031	КП-6	ИП-3Э	29	1	150	
31	Кабель	0110032	КП-6	ИП-3Ю	29	1	150	
32	Кабель	0110033	КП-6	ИП-3Я	29	1	150	
33	Кабель	0110034	КП-6	ИП-3А	29	1	150	
34	Кабель	0110035	КП-6	ИП-3Б	29	1	150	
35	Кабель	0110036	КП-6	ИП-3В	29	1	150	
36	Кабель	0110037	КП-6	ИП-3Г	29	1	150	
37	Кабель	0110038	КП-6	ИП-3Д	29	1	150	
38	Кабель	0110039	КП-6	ИП-3Е	29	1	150	
39	Кабель	0110040	КП-6	ИП-3Ж	29	1	150	
40	Кабель	0110041	КП-6	ИП-3З	29	1	150	
41	Кабель	0110042	КП-6	ИП-3И	29	1	150	
42	Кабель	0110043	КП-6	ИП-3Й	29	1	150	
43	Кабель	0110044	КП-6	ИП-3К	29	1	150	
44	Кабель	0110045	КП-6	ИП-3Л	29	1	150	
45	Кабель	0110046	КП-6	ИП-3М	29	1	150	
46	Кабель	0110047	КП-6	ИП-3Н	29	1	150	
47	Кабель	0110048	КП-6	ИП-3О	29	1	150	
48	Кабель	0110049	КП-6	ИП-3П	29	1	150	
49	Кабель	0110050	КП-6	ИП-3Р	29	1	150	
50	Кабель	0110051	КП-6	ИП-3С	29	1	150	
51	Кабель	0110052	КП-6	ИП-3Т	29	1	150	
52	Кабель	0110053	КП-6	ИП-3У	29	1	150	
53	Кабель	0110054	КП-6	ИП-3Ф	29	1	150	
54	Кабель	0110055	КП-6	ИП-3Х	29	1	150	
55	Кабель	0110056	КП-6	ИП-3Ц	29	1	150	
56	Кабель	0110057	КП-6	ИП-3Ч	29	1	150	
57	Кабель	0110058	КП-6	ИП-3Ш	29	1	150	
58	Кабель	0110059	КП-6	ИП-3Щ	29	1	150	
59	Кабель	0110060	КП-6	ИП-3Ъ	29	1	150	
60	Кабель	0110061	КП-6	ИП-3Ы	29	1	150	
61	Кабель	0110062	КП-6	ИП-3Ю	29	1	150	
62	Кабель	0110063	КП-6	ИП-3Я	29	1	150	
63	Кабель	0110064	КП-6	ИП-3А	29	1	150	
64	Кабель	0110065	КП-6	ИП-3Б	29	1	150	
65	Кабель	0110066	КП-6	ИП-3В	29	1	150	
66	Кабель	0110067	КП-6	ИП-3Г	29	1	150	
67	Кабель	0110068	КП-6	ИП-3Д	29	1	150	
68	Кабель	0110069	КП-6	ИП-3Е	29	1	150	
69	Кабель	0110070	КП-6	ИП-3Ж	29	1	150	
70	Кабель	0110071	КП-6	ИП-3З	29	1	150	
71	Кабель	0110072	КП-6	ИП-3И	29	1	150	
72	Кабель	0110073	КП-6	ИП-3Й	29	1	150	
73	Кабель	0110074	КП-6	ИП-3К	29	1	150	
74	Кабель	0110075	КП-6	ИП-3Л	29	1	150	
75	Кабель	0110076	КП-6	ИП-3М	29	1	150	
76	Кабель	0110077	КП-6	ИП-3Н	29	1	150	
77	Кабель	0110078	КП-6	ИП-3О	29	1	150	
78	Кабель	0110079	КП-6	ИП-3П	29	1	150	
79	Кабель	0110080	КП-6	ИП-3Р	29	1	150	
80	Кабель	0110081	КП-6	ИП-3С	29	1	150	
81	Кабель	0110082	КП-6	ИП-3Т	29	1	150	
82	Кабель	0110083	КП-6	ИП-3У	29	1	150	
83	Кабель	0110084	КП-6	ИП-3Ф	29	1	150	
84	Кабель	0110085	КП-6	ИП-3Х	29	1	150	
85	Кабель	0110086	КП-6	ИП-3Ц	29	1	150	
86	Кабель	0110087	КП-6	ИП-3Ч	29	1	150	
87	Кабель	0110088	КП-6	ИП-3Ш	29	1	150	
88	Кабель	0110089	КП-6	ИП-3Щ	29	1	150	
89	Кабель	0110090	КП-6	ИП-3Ъ	29	1	150	
90	Кабель	0110091	КП-6	ИП-3Ы	29	1	150	
91	Кабель	0110092	КП-6	ИП-3Ю	29	1	150	
92	Кабель	0110093	КП-6	ИП-3Я	29	1	150	
93	Кабель	0110094	КП-6	ИП-3А	29	1	150	
94	Кабель	0110095	КП-6	ИП-3Б	29	1	150	
95	Кабель	0110096	КП-6	ИП-3В	29	1	150	
96	Кабель	0110097	КП-6	ИП-3Г	29	1	150	
97	Кабель	0110098	КП-6	ИП-3Д	29	1	150	
98	Кабель	0110099	КП-6	ИП-3Е	29	1	150	
99	Кабель	0110100	КП-6	ИП-3Ж	29	1	150	
100	Кабель	0110101	КП-6	ИП-3З	29	1	150	
101	Кабель	0110102	КП-6	ИП-3И	29	1	150	
102	Кабель	0110103	КП-6	ИП-3Й	29	1	150	
103	Кабель	0110104	КП-6	ИП-3К	29	1	150	
104	Кабель	0110105	КП-6	ИП-3Л	29	1	150	
105	Кабель	0110106	КП-6	ИП-3М	29	1	150	
106	Кабель	0110107	КП-6	ИП-3Н	29	1	150	
107	Кабель	0110108	КП-6	ИП-3О	29	1	150	
108	Кабель	0110109	КП-6	ИП-3П	29	1	150	
109	Кабель	0110110	КП-6	ИП-3Р	29	1	150	
110	Кабель	0110111	КП-6	ИП-3С	29	1	150	
111	Кабель	0110112	КП-6	ИП-3Т	29	1	150	
112	Кабель	0110113	КП-6	ИП-3У	29	1	150	
113	Кабель	0110114	КП-6	ИП-3Ф	29	1	150	
114	Кабель	0110115	КП-6	ИП-3Х	29	1	150	
115	Кабель	0110116	КП-6	ИП-3Ц	29	1	150	
116	Кабель	0110117	КП-6	ИП-3Ч	29	1	150	
117	Кабель	0110118	КП-6	ИП-3Ш	29	1	150	
118	Кабель	0110119	КП-6	ИП-3Щ	29	1	150	
119	Кабель	0110120	КП-6	ИП-3Ъ	29	1	150	
120	Кабель	0110121	КП-6	ИП-3Ы	29	1	150	
121	Кабель	0110122	КП-6	ИП-3Ю	29	1	150	
122	Кабель	0110123	КП-6	ИП-3Я	29	1	150	
123	Кабель	0110124	КП-6	ИП-3А	29	1	150	
124	Кабель	0110125	КП-6	ИП-3Б	29	1	150	
125	Кабель	0110126	КП-6	ИП-3В	29	1	150	
126	Кабель	0110127	КП-6	ИП-3Г	29	1	150	
127	Кабель	0110128	КП-6	ИП-3Д	29	1	150	
128	Кабель	0110129	КП-6	ИП-3Е	29	1	150	
129	Кабель	0110130	КП-6	ИП-3Ж	29	1	150	
130	Кабель	0110131	КП-6	ИП-3З	29	1	150	
131	Кабель	0110132	КП-6	ИП-3И	29	1	150	
132	Кабель	0110133	КП-6	ИП-3Й	29	1	150	
133	Кабель	0110134	КП-6	ИП-3К	29	1	150	
134	Кабель	0110135	КП-6	ИП-3Л				

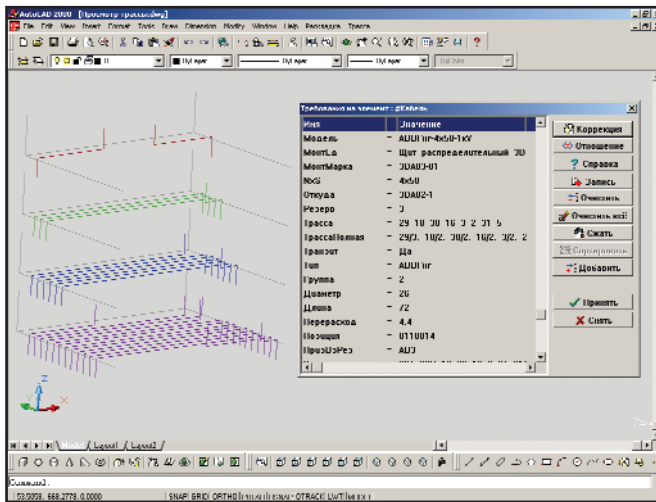


Рис. 6

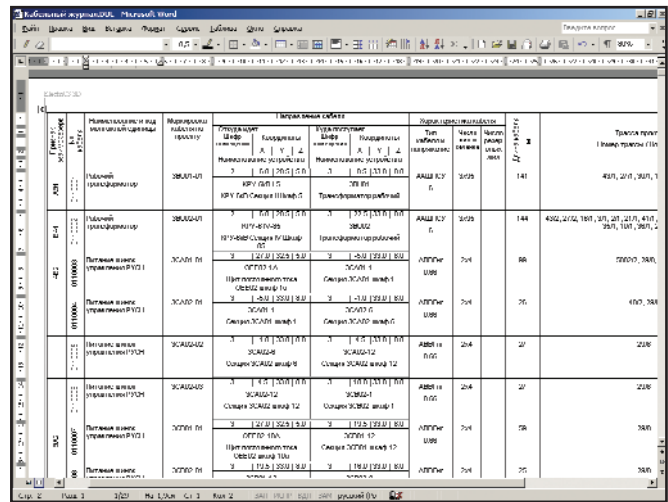


Рис. 7

являются трассы, реальное число полок у которых больше заданного. Процентная доля таких трасс определяется качеством составления схемы кабельных коммуникаций.

В этом случае возможны следующие варианты:

- Добавление дополнительных полок конкретной трассы. Например, если есть одна лишняя полка, на которой находится один высоковольтный кабель, то его можно подвесить на скобах и считать это первой полкой.
- Увеличение размеров кабельных конструкций (например, длины консолей).
- Уменьшение резерва на кабельных конструкциях.
- Изменение схемы кабельных коммуникаций (например, добавление дополнительной трассы с входом на кабельный полуэтаж) с последующей перекладкой всех кабелей.
- Автоматизированная перекладка кабелей. На указанных трассах кабели автоматически перекладываются так, чтобы число полок было равно заданному, а длина кабелей увеличилась минимально. Следует помнить, что применение этого режима оправдано лишь при относительно небольшом количестве переполненных трасс – в противном случае процесс может не сходиться. Более правильным было бы применять критерий минимума не длины кабелей, а их стоимости, но этот

критерий требует отслеживать в базе кабелей их цену, что достаточно трудоемко.

Поскольку в последние годы выполняется большой объем проектных работ по реконструкции существующих объектов, в системе ElectriCS 3D реализован режим "докладки" кабелей на уже физически существующие кабельные конструкции. Для любой трассы можно задать число полок под определенную группу кабелей и степень заполнения этих полок. Кабели перекладываются оптимальным образом, их

По окончании раскладки выдаются необходимые проектные документы, форма которых может настраиваться под требования конкретной организации или даже под отдельный проект.

длина увеличивается минимально. Этот же режим можно применять при раскладке кабелей одного и того же объекта, когда некоторые кабельные конструкции первой очереди используются для раскладки кабелей следующих очередей.

По окончании раскладки выдаются необходимые проектные доку-

менты, форма которых может настраиваться под требования конкретной организации или даже под отдельный проект. Вариант формы кабельного журнала приведен на рис. 7.

Для проектирования зарубежных объектов предусмотрены встроенный переводчик на английский и словарь электротехнических терминов.

Применение системы ElectriCS 3D позволяет:

- снизить расход кабельной продукции на проект (до 10%);
- снизить расход защитных труб (металлорукава) на проект (до 5%);
- повысить производительность труда проектировщиков;
- повысить качество проекта за счет снижения числа ошибок, неизбежных при неавтоматизированном проектировании, либо полного исключения таких ошибок;
- сократить сроки проектирования в части кабельного хозяйства.

*Александр Салин,
Евгений Целищев,
Александр Шемякин,
Дмитрий Куликов
Ивановский государственный
энергетический университет
E-mail: adt_group@aport2000.ru
По вопросам приобретения:
sales@csoft.ru или plant4d@csoft.ru*