

УДК 696.6:621.316.1

*С.Б. Светличный к.т.н.; А.П. Ткаченко к.т.н.;
В.Ю. Пелевин к.т.н.: научные сотрудники
ТОВ «Лира Софт».*

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ЭЛЬФ»

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрена возможность электротехнического проектирования объектов строительства при использовании программного комплекса «ЭЛЬФ». Представлены ключевые разделы программного комплекса: состав и функции программного комплекса, решаемые задачи, выполняемые функции, функциональное описание программного комплекса, организация работы с данными, проектирование, анализ и документирование, интеграция с другими САПР. Описываются данные, задаваемые в основных диалоговых окнах программного комплекса: задание общей информации о проекте, задание данных труб и коробок, задание данных электрофурнитуры, задание данных светильников, задание данных технологического оборудования, задание данных проводниковой продукции.

Ключевые слова: проектирование систем электроснабжения, силовое электроснабжение, распределительная сеть, автоматический выключатель, электрофурнитура, проводник.

В настоящее время технологии автоматизированного проектирования развиваются бурными темпами. Автоматизированы различные разделы строительного проекта (архитектура, конструирование, сантехника и т.д.), при этом вопросу автоматизации электротехнической части уделяется недостаточно внимания. Программный комплекс «Эльф» разработан как система автоматизированного проектирования электротехнической части проекта промышленных и гражданских объектов строительства, и его использование поможет исправить сложившуюся ситуацию в данной сфере.

На основе задания для проектирования и учета проектов-аналогов проектировщик решает вопросы по выбору систем и видов электросетей, типу питающих силовых щитов, электроприемников,

кабельно-трубной продукции, их расположению. Нужно отметить, что решение этих вопросов должно проводиться комплексным образом, т.к. приходится учитывать условия трассировки групповых сетей, условия селективности, аварийной и пожарной безопасности. При этом проектировщик руководствуется требованиями нормативных документов и ему необходима информация для выбора целесообразных проектных решений, которую он выбирает на основе своего опыта, изучения проектов аналогов или на основе рекомендаций справочной и нормативной литературы.

На основе этой информации специалист-проектировщик предварительно определяет вариант расположения питающих силовых щитов, электроприемников, кабельно-трубной продукции и их параметры. При этом он руководствуется ограничениями, содержащимися в специальных требованиях, характерных для данного объекта. Исходя из назначения помещения и условий среды в них, определяются типы, марки и модификации элементов электросети. Зачастую проектировщик должен хорошо знать технологический процесс проектируемого предприятия, в частности, условия работы на каждом рабочем месте [1] и мн. др.

Выполнение электротехнических расчетов до появления ЭВМ требовали от проектировщика исполнения больших объемов рутинной работы по расчету и подбору элементов электросети. Сейчас же, когда для этой цели используются специализированные расчетные комплексы, проектировщик сравнительно быстро может выполнить расчет нескольких вариантов расстановки элементов электросети и производительность его работы заметно возрастает.

1 Состав и функции ПК Эльф

1.1 Состав программного комплекса

ПК «Эльф» состоит из четырех программ: «Эльф Калькулятор», «Эльф Трубная разводка», «Эльф Внутреннее электрооборудование», «Эльф Силовое электроснабжение».

Программа «Эльф Калькулятор», предназначена для определения расчетной нагрузки для любого количества элементов электрической сети с неограниченным количеством приемников электроэнергии (рис.1).

Программы «Эльф Трубная разводка», «Эльф Внутреннее электрооборудование», «Эльф Силовое электроснабжение» предназначены для разра-

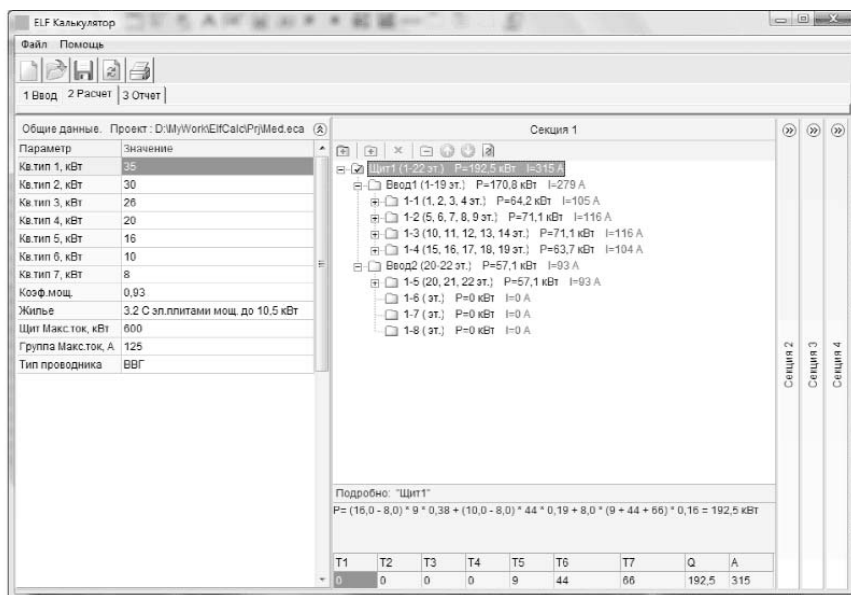


Рис.1. Общий вид программы «Эльф Калькулятор»

ботки проектов силового электрооборудования на всех стадиях проектирования — проект, рабочий проект, рабочая документация. Примеры проектирования силовой и осветительной части электротехнического проекта, сделанные в ПК Эльф, представлены на рис.2. Пример проектной документации, получаемый в программе: ведомость оборудования и принципиальная однолинейная схема автоматических выключателей представлены на рис.3.

1.2 Решаемые задачи

В программах ПК «Эльф» решаются следующие задачи:

- формирование структуры и конфигурации питающих и распределительных электрических сетей;
- расчет электрических нагрузок распределительных устройств различного уровня;
- расчет и выбор электрооборудования, проводниковой продукции и монтажных материалов;
- формирование проектной документации - планов размещения распределительных устройств и сетей, принципиальных однолинейных схем питающей и распределительной сетей, принципиальных схем распределительной сети (расчетно-монтажных таблиц), ведомость оборудования и материалов.

1.3 Выполняемые функции

Программы ПК «Эльф» обеспечивают выполнение следующих функций:

- размещение на рабочем чертеже и подбор параметров труб, коробок, электрофурнитуры, технологического оборудования, светильников, кабелей и проводов, силовых щитов;
- построение линейных схем с динамическим отображением внесенных изменений;
- прокладка трассы, участка кабеля или провода с учетом величины отступа от конструкций;
- определение длины кабелей и проводов в разных состояниях трассы с учетом масштаба чертежа;
- разводка силовых и осветительных сетей с выбором марки,

сечения и жилности проводников, а также расчет номинального тока и получение схемы автоматического выключателя;

- расчет мощности щита в рабочем и аварийном режимах;
- динамическое изменение однолинейной схемы при внесении изменений в любой элемент сети;
- экспорт и импорт данных электротехнического оборудования;
- расстановка размерных линий и высотных отметок электротехнических объектов;
- предварительный выбор параметров проводника при подборе автоматического выключателя по предварительно выбранной нагрузке на трассе;
- комплексное наполнение силового щита автоматическими выключателями.

В основу алгоритмов положены методики, требования и рекомендации нормативных документов по проектированию силового электрооборудования

2 Функциональное описание программного комплекса

В программном комплексе ПК «Эльф» используется возможность простого и доступного задания входной информации проекта. После проведенного анализа требований проекта проектировщик вводит в качестве исходных данных общую информацию о проекте и данные, необходимые для установки требуемого электротехнического оборудования (рис. 4).

2.1 Задание общей информации о проекте

Масштаб на плане – масштаб, в котором создана подоснова. Например, если подоснова начерчена в натуральную величину, то масштаб соответственно 1:1.

Отступ от конструкции – возможность задать величину отступа от конструкции, например стены при прокладке трассы.

Автоматический разворот текста – режим для осуществления автоматического разворота текста после изменения его положения.

Выбор прототипа схемы автоматического выключателя – возможность вносить изменения в базе прототипов схем автоматического выключателя.

Автоматическая модификация схем автоматического выключателя – режим модификации схем автоматических выключателей, расположенных в силовом щите, по результатам расчетов или изменений параметров электрооборудования на подключенной трассе.

Геометрический расчет / Аналитический расчет – выбор режима работы расчета нагрузок для подключенных трасс электроприемников, подбора параметров автоматических выключателей, подбора сечений проводниковой продукции.

Учитывать этажное расположение - учет поэтажного расположения шаблонов этажей объекта, ранее сделанных корректировкой этажного расположения относительно контрольной точки базового этажа.

Коэффициент запаса для формирования спецификации оборудования – задание величины коэффициента запаса для формирования спецификации оборудования.

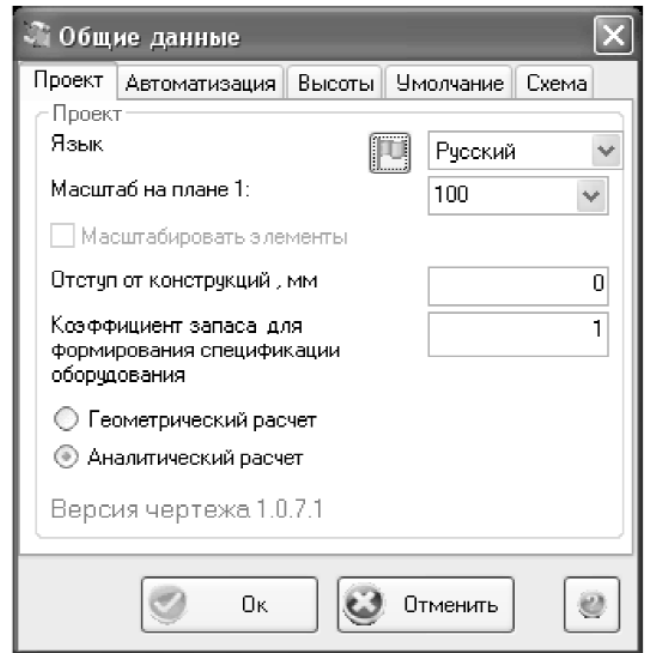


Рис. 4. Диалоговое окно «Общие данные», раздел «Проект».

2.2 Задание данных труб и коробок

Задаются параметры коробки: обозначение, вид, изготовитель, ГОСТ. Выбирается метод установки труб и коробок. Задаются параметры трубной продукции: наименование, тип, диаметр, длина (для установки методом вертикально), изготовитель, ГОСТ. Существует возможность установки горизонтальной трубы или вертикальной, задав ее высоту. Также можно выбрать режим прокладки трубы одновременно с проводником, задав необходимые параметры проводника (рис. 5).

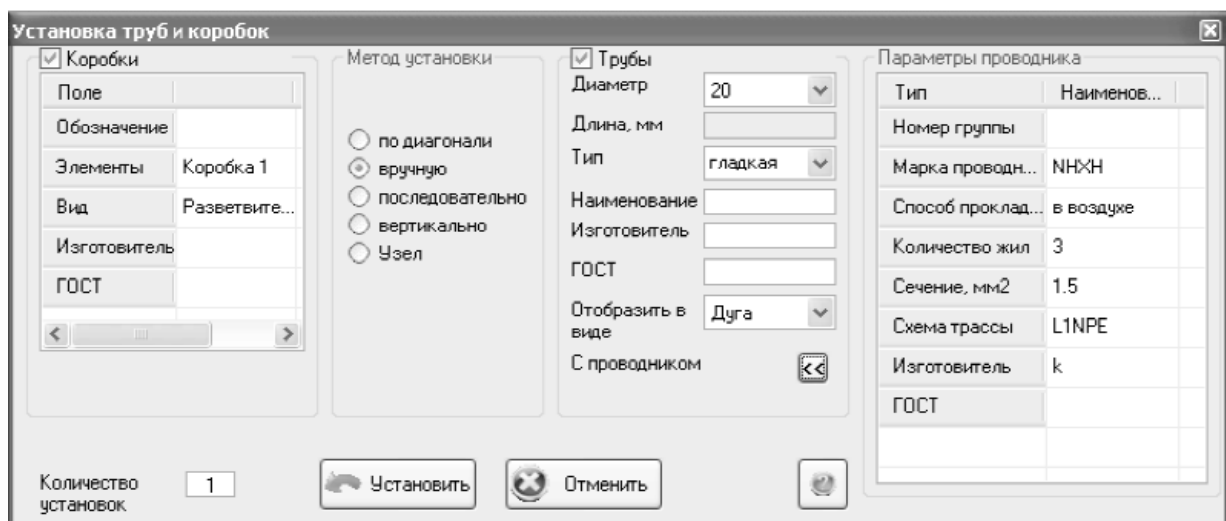


Рис. 5. Диалоговое окно «Установка труб и коробок», режим прокладки трубы с проводником

2.3 Задание данных электрофурнитуры

Диалоговое окно «Установка электрофурнитуры» представлено на рис. 6.

Для розеток задаются: наименование, номер группы, тип установки, класс защиты, номинальный ток, изготовитель, ГОСТ.

Для выключателей задаются: наименование, номер группы, тип установки, класс защиты, номинальный ток, количество полюсов, управление, изготовитель и ГОСТ.

Для переключателей задаются: наименование, номер группы, тип установки, класс защиты, номинальный ток, количество полюсов, изготовитель, ГОСТ.

Для клеммных колодок задаются: наименование, номер группы, подвесной патрон, класс защиты, номинальный ток, количество зажимов, изготовитель, ГОСТ.

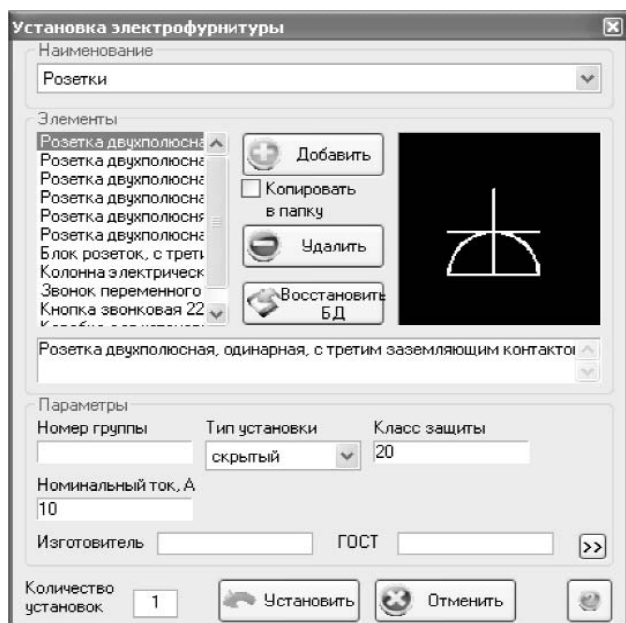


Рис. 6. Диалоговое окно «Установка электрофурнитуры»

2.4 Задание данных светильников

Диалоговое окно «Установка светильников» представлено на рис. 7.

Для светильников задаются: тип светильника, наименование, номер группы, мощность, тип освещения, цоколь, класс защиты, взрывозащита, управление, тип, количество ламп, изготовитель, ГОСТ.

2.5 Задание данных технологического оборудования

Диалоговое окно «Технологическое оборудование» представлено на рис. 8.

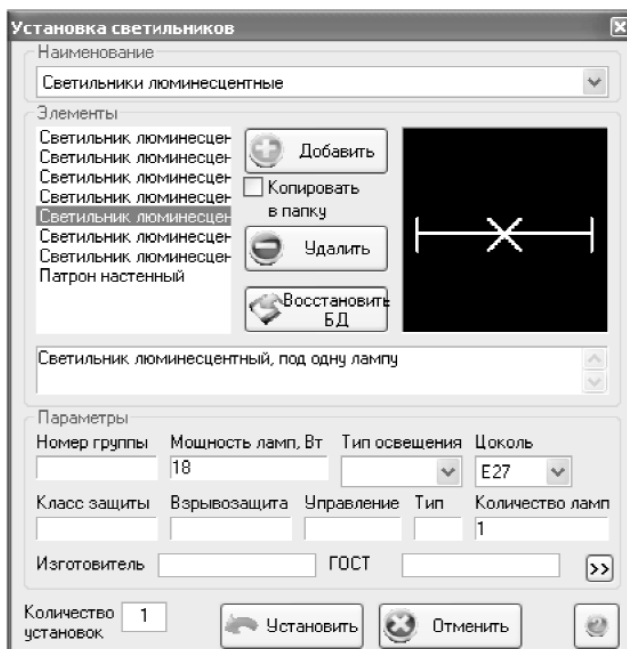


Рис. 7. Диалоговое окно «Установка светильников»

Для технологического оборудования задаются: наименование, обозначение, номер группы, суммарная мощность, фазность, косинус ϕ_i , расчетный или установленный ток, изготовитель, ГОСТ.

2.6 Задание данных силовых щитов

Для силовых щитов задаются: наименование, номер щита, номер группы, суммарные мощности для нормального и аварийного режимов, фазности, косинус ϕ_i , расчетные или установленные токи, изготовитель, ГОСТ.

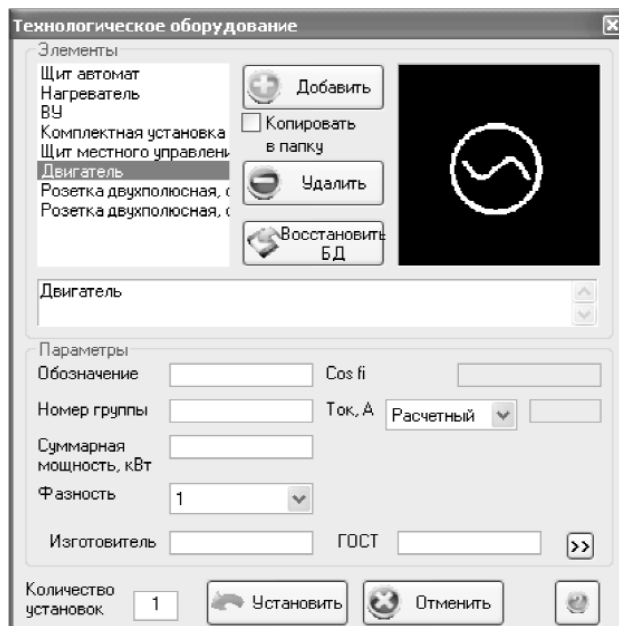


Рис. 8. Диалоговое окно «Технологическое оборудование»

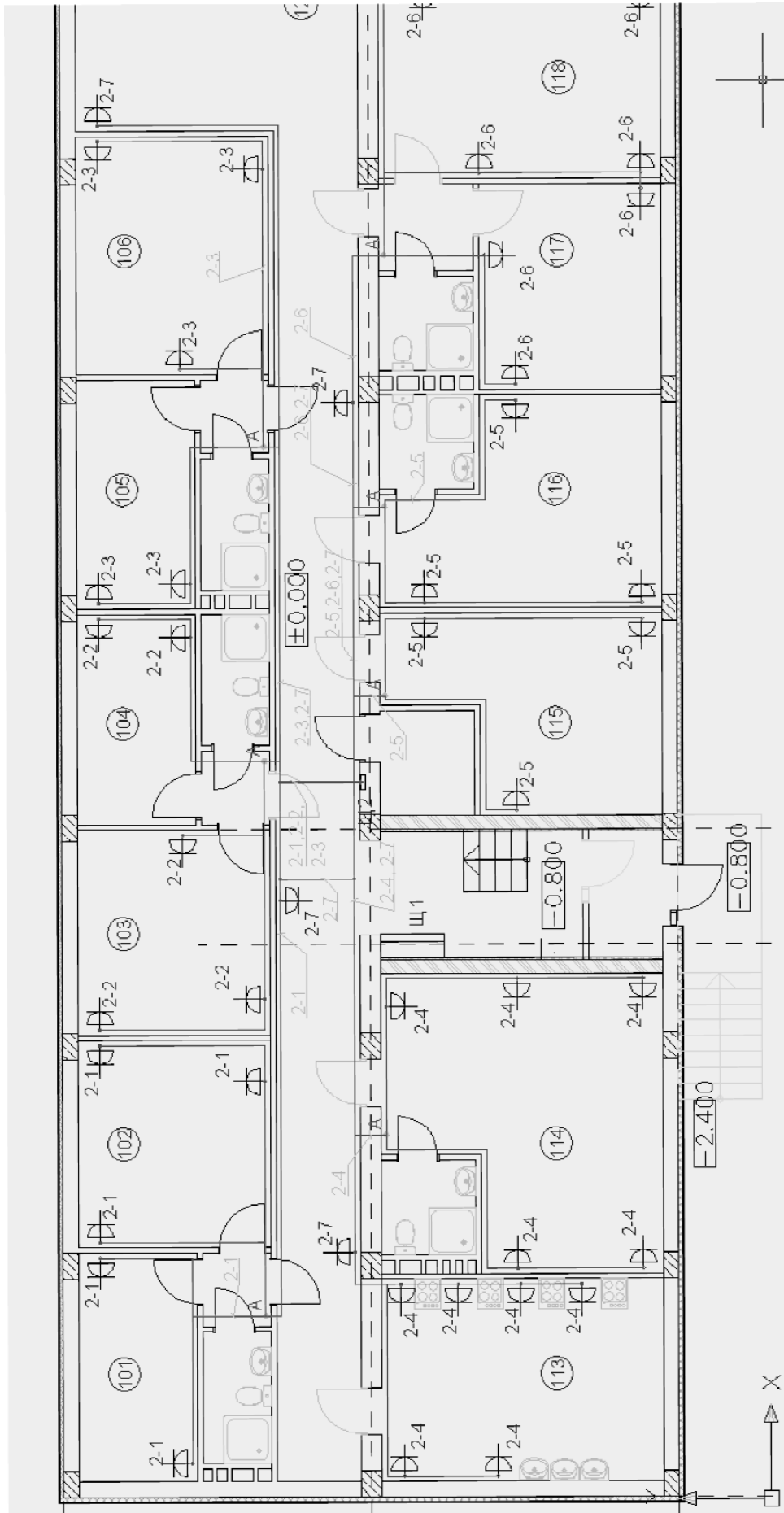


Рис.2 (а). Примеры проектирования силовой части электротехнического проекта

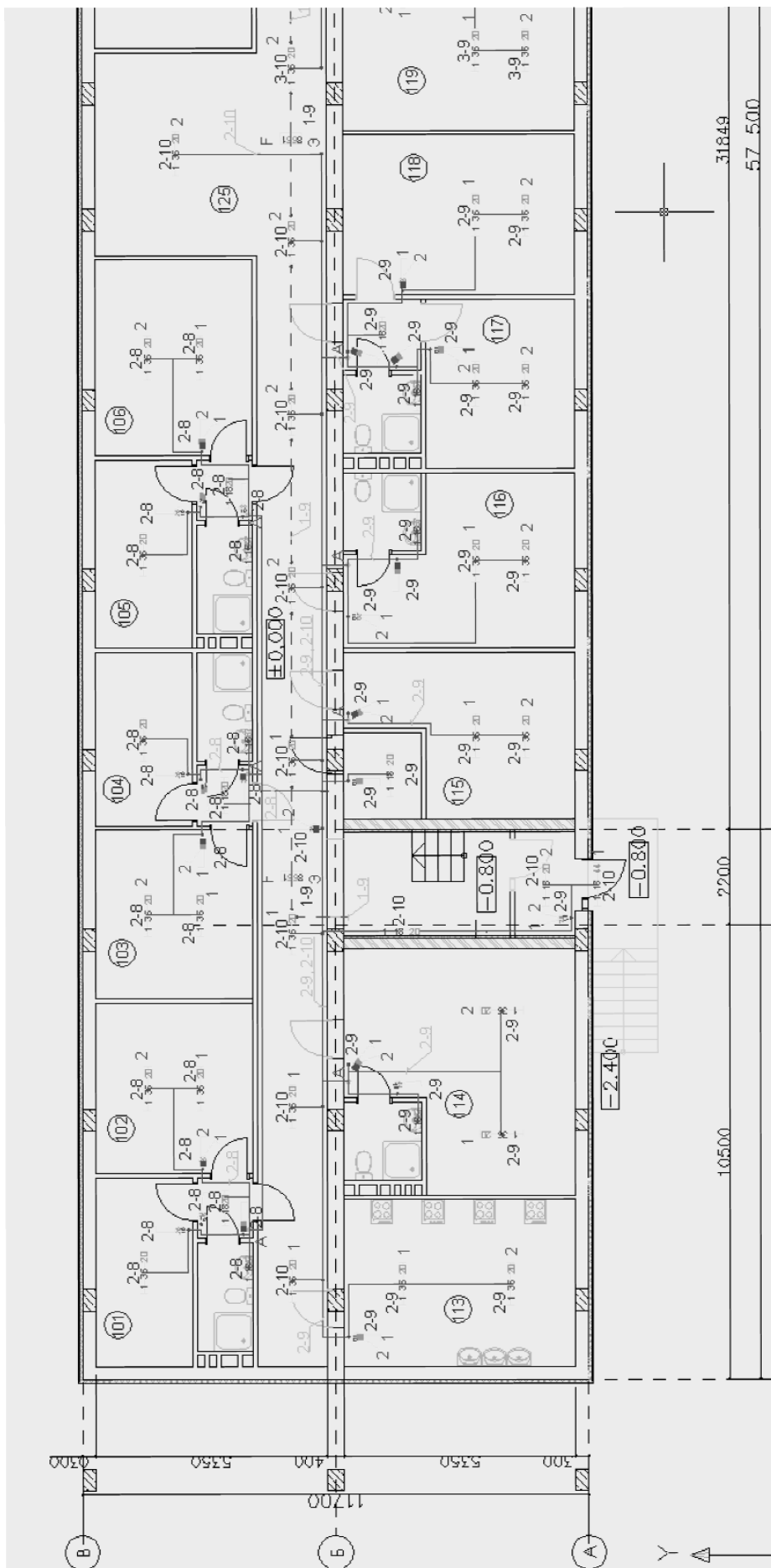


Рис.2(б). Примеры проектирования осветительной части электротехнического проекта

№ п/п	Наименование и техническое описание	Тип, марка, обозначение	Код	Значение	Единица	Количество	Масса	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Штепсельные розетки								
ШС	розетка штепсельная				шт.	1		
ШС	розетка штепсельная				шт.	1		
ШС	розетка штепсельная				шт.	1		
ШС	розетка штепсельная				шт.	1		
ШС	розетка штепсельная				шт.	1		
ШС	розетка штепсельная				шт.	1		
ШС	розетка штепсельная				шт.	1		
ШС	розетка штепсельная				шт.	1		
Системный блок								
	Описание комплектации ПК, над. модуль памяти 4GB DDR3, DVD				шт.	208		
	Описание комплектации ПК, над. модуль памяти 4GB DDR3, DVD				шт.	48		
	Описание комплектации ПК, над. модуль памяти 4GB DDR3, DVD				шт.	47		
	См. описание комплектации ПК, над. модуль памяти 4GB DDR3, DVD				шт.	3		
	См. описание ПК, описание комплектации ПК, над. модуль памяти 4GB DDR3, DVD				шт.	12		г

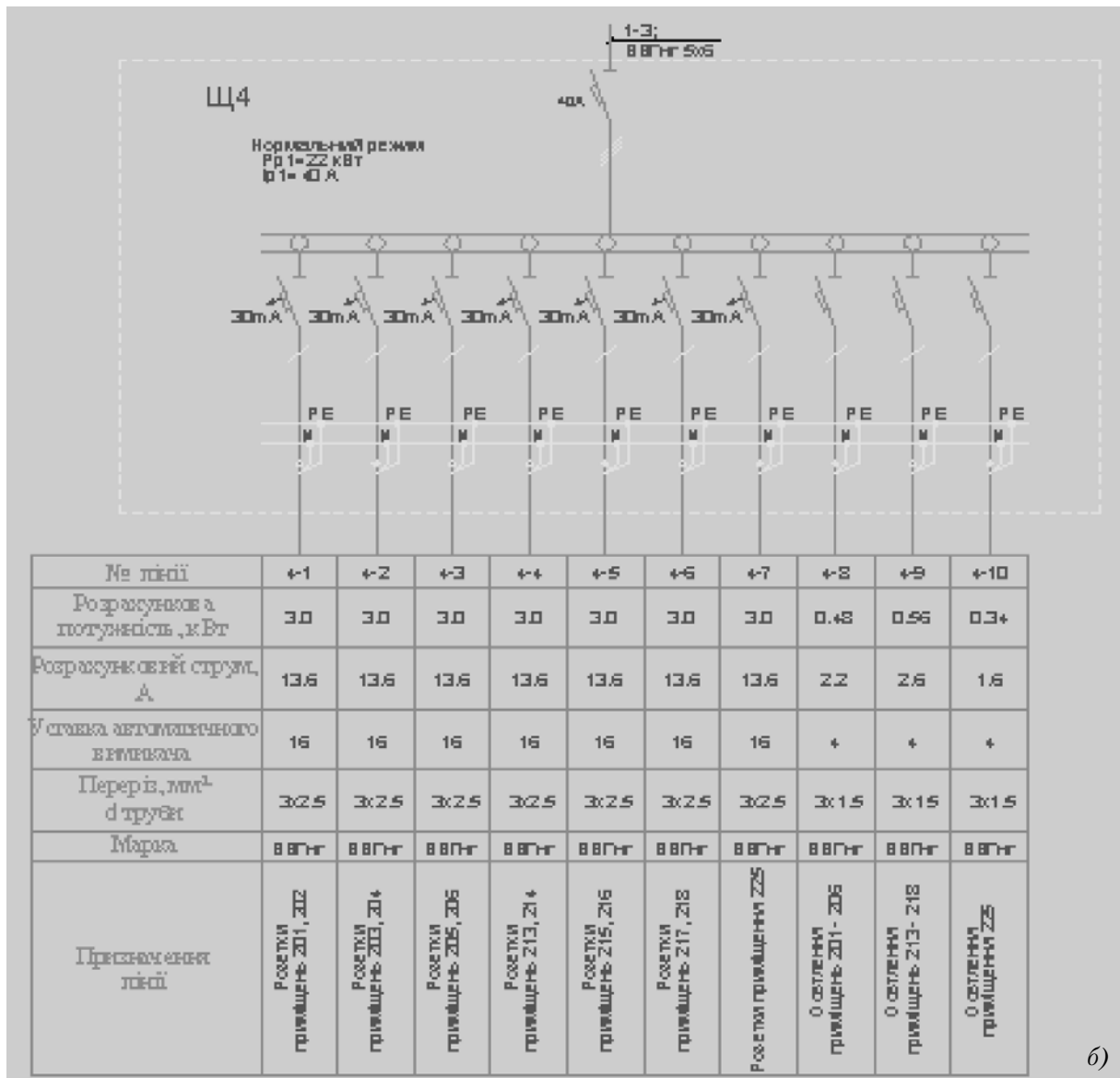
Итого					
№ п/п	Кол.	Лист	Масштаб	Подпись	Дата

Объектные данные		Наименование проектируемого объекта		
Изм.	Кол.	Лист	Масштаб	Дата

Наименование проектируемого здания	Страна	Лист	Листов
		1	?

Спецификация оборудования	Наименование организации	

a)



b)

Рис.3 Пример проектной документации программы спецификация оборудования (а), и однолинейная схема автоматических выключателей (б)

Диалоговое окно «Щит силовой» представлено на рис. 9.

2.7 Задание данных проводниковой продукции

Диалоговое окно «Прокладка трассы» представлено на рис. 10.

Для проводниковой продукции задаются: марка проводника, номер группы, количество жил, се-

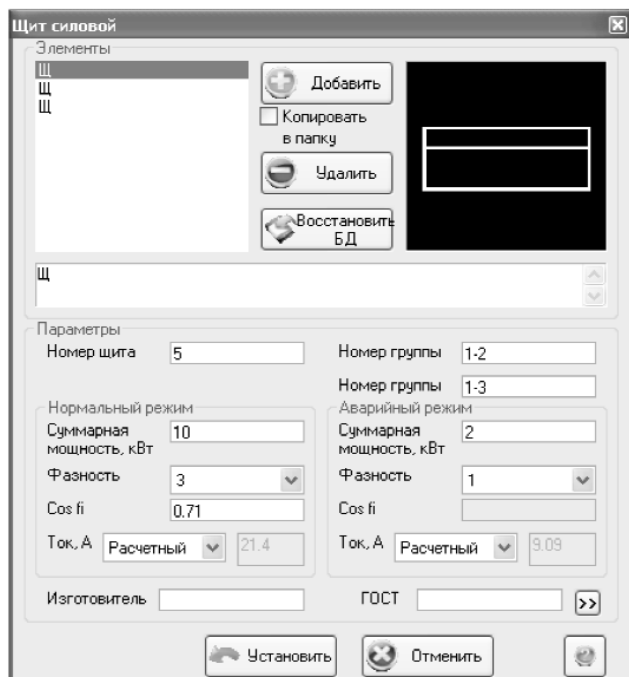


Рис. 9. Диалоговое окно «Щит силовой»

чение, схема трассы, тип установки, изготовитель, ГОСТ. Существует возможность установки горизонтального проводника или вертикального, задав его высоту.

Есть два варианта прокладки трассы проводниковой продукции:

1. Одиночная: один проводник – одна силовая группа;

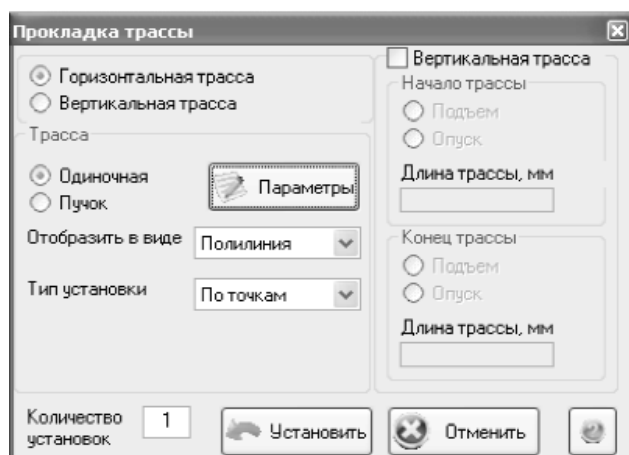


Рис. 10. Диалоговое окно «Прокладка трассы»

2. Пучком: каждый проводник (кабель или провод) собран в пучок и несколько разных силовых групп прокладываются одновременно.

2.8 Организация работы с данными

Особенностью формирования данных в ПК «Эльф» является то, что электрооборудование заданной текущей конфигурации можно установить несколько раз, используя опцию «Количество установок». Текущая конфигурация электрооборудования сохраняется в системе и может быть использована для последующих установок.

Установленное оборудование можно скопировать, отредактировать его параметры или удалить.

Расчет и выбор электрооборудования и материалов выполняется на основе нормативной базы данных. В ПК Эльф используются открытые базы данных электрооборудования и проводниковой продукции, наполнение и корректировку которых может выполнять пользователь ПК.

3 Проектирование, анализ и документирование

В зависимости от требований проекта проектировщик может использовать один или несколько критериев при расстановке электрооборудования, проводниковой или трубной разводки. К примеру, для трубной разводки используется несколько критериев установки коробок и труб на чертеже (рис. 5):

«По диагонали» – первая коробка устанавливается в центре помещения. Для задания габаритов помещения необходимо указать начальную и конечную точки, соответствующие вершинам его условной диагонали. Коробка будет установлена в середине этой условной линии. Вторая коробка устанавливается вручную в выбранной точке.

«Вручную» – обе коробки устанавливаются вручную в выбранных точках.

«Последовательно» – последовательно устанавливаются протяжные коробки и трубы.

«Вертикально» – трубы устанавливаются вертикально с возможностью задания высоты установки на текущем этаже.

«Узел» – устанавливаемые коробки, трубы и проводники объединяются в узел.

Результаты проектирования в ПК «Эльф» получаются при помощи «геометрического и аналитического» расчетов электрических нагрузок распределительных устройств разного уровня и электрооборудования, а также в результате подбора сечения проводниковой продукции. Выполнение этих расчетов в обычной процедуре электротехнического проектирования трудновыполнимо из-за трудоемкости их проведения, но при использовании ПК «Эльф» возможны варианты вычисле-

ния всех элементов электросети, что обеспечивает получение наиболее точной оценки данного проектного решения.

На этапе анализа результатов проектирования и расчета проектировщик должен оценить полученные результаты. Если результаты соответствуют требованиям, предъявленным к проекту, тогда данный вариант принимается, иначе в проект могут вноситься изменения путем редактирования элементов электросети, причем в ПК реализован процесс диагностики на каждом этапе редактирования. Этот процесс является творческим, и по сути определяет профессиональное качество проекта. На заключительном этапе происходит выдача проектной документации на основе принятых проектных решений.

Быстродействие расчетных модулей и реализация концепций современных информационных систем позволяет проводить специалисту многовариантное проектирование в режиме реального времени. Технология автоматизированного проектирования в ПК «Эльф» дает возможность специалисту в течение нескольких минут получить обоснованное проектное решение достаточно больших и сложных объектов.

Этап выдачи проектной документации, отражающий результаты работы ПК «Эльф», полностью автоматизирован. Пользователь получает спецификации оборудования (рис. 3,а), однолинейные схемы автоматических выключателей (рис.3,б), чертежи размещения электрооборудования на технологических планах объекта (рис.2).

4 Интеграция с другими САПР

Полученные чертежи в формате DWG могут переданы в другие САПР.

Цифровая модель разработанного проекта может быть передана в формате XML-файла в систему архитектурного проектирования, формообразования и расчетов САПФИР [2].

Программы «Эльф Трубная разводка», «Эльф Внутреннее электрооборудование», «Эльф Силовое электроснабжение» реализованы в графической среде AutoCAD.

Одной из важных задач ПК «Эльф» является обеспечение интеграции с другими средствами САПР. Это позволит реализовать задачу использования в ПК «Эльф» проектов-аналогов из других САПР и типизацию проектных решений.

Следующей важной задачей перед ПК «Эльф» стоит интеграция в широко распространенные программы ZWCAD, BRISCAD и т.д.

Программный комплекс постоянно развивается и дополняется с учетом пожеланий пользователей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барабаш М.С., Крашевский А.С. Создание функциональной модели интеллектуальной компьютерной системы проектирования освещения. *Научовий вісник будівництва: Збірник наукових праць. Вип.31, – Х.: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2005. С. 272-277.*

2. Бойченко В., Палиенко О., Водопьянов Р., Шут А. Программа «САПФИР» для архитектурного проектирования зданий и сооружений. *Журнал САПР и графика, 2009. – № 11. С.66-68.*

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто можливість електро-технічного проектування об'єктів будівництва при використанні програмного комплексу «Эльф». Перераховані такі ключові розділи програмного комплексу: як склад та функції програмного комплексу, які вирішуються; завдання, функції, що виконуються, функціональний опис програмного комплексу, організація роботи з даними, проектування, аналіз і документування, інтеграція з іншими САПР. Описуються дані, що задаються в основних діалогових вікнах програмного комплексу: завдання загальної інформації про проект, завдання даних труб і коробок, завдання даних електрофурнітури, завдання даних світильників, завдання даних технологічного обладнання, завдання даних провідникової продукції.

Ключові слова: проектування систем електропостачання, силове електропостачання, розподільна мережа, автоматичний вимикач, електрофурнітура, провідник.

ANNOTATION

This article describes the possibility of electrical engineering construction sites using the software ELF. Listed are key sections of the software as: composition and functions of PCs, tasks, functions performed the functional description of the software, the organization of data management, design, analysis and documentation, integration with other CAD systems. Section 2 contains a description of the data defined in the main dialogs software, such as: the job of general information about the project, the task of data pipes and boxes, the task of data electrical, task lighting data, the task of data processing equipment and the task of data wires.

Keywords: designing power supply systems, power electricity, distribution system, circuit breakers, Electrical, conductor.