

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС
“EnergyCS Line” V 3.5**

**для механического расчета проводов и тросов линий
электропередач, волоконно-оптических кабелей, гибких ошинок
открытых распределительных устройств, гибких токопроводов**

Руководство пользователя

©CSoft Development

2009 г.

©Copyright 2009 CSoft Development

Программный комплекс EnergyCS Line принадлежит семейству программ для электрических расчетов в энергетике EnergyCS. Он предназначен для выполнения механических расчетов проводов, тросов при проектировании воздушных линий электропередач, открытых распределительных устройств, гибких токопроводов, а также волоконно-оптических кабелей (ВОК) волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), располагаемых на опорах воздушных линий электропередач. Приводится описание методики расчета, описание возможностей программного комплекса и подробная инструкция по работе с ним.

Работа выполнена по личной инициативе в свободное от основной работы время, на собственной компьютерной технике и с использованием лицензионного программного обеспечения.

В программе не использованы никакие модули, библиотеки или пакеты других разработчиков, кроме тех, которые входят в стандартную поставку Borland Delphi Professional.

Содержание

Введение	7
1 Назначение и возможности программного комплекса	7
1.1 Постановка задачи	8
1.2 Интеграция в САПР	9
1.3 Стандарты и нормативные документы	10
2 Описание методики механического расчета проводов	10
2.1 Расчет кривой провисания провода в пролете	10
2.2 Расчет механических нагрузок	13
2.3 Расчет числа изоляторов в гирлянде	14
2.4 Учет остаточных деформаций при расчете монтажных тяжений и стрел провисания.	14
3 Состав программного комплекса и требования к конфигурации компьютера	14
4 Описание структуры базы данных и исходной информации для расчетов	15
5 Описание применения	17
5.1 Окно программы	17
5.2 Панель инструментов	18
5.3 Главное меню	19
5.4 Группа команд «Файл»	19
5.5 Группа команд «Правка»	23
5.6 Группа команд «Данные»	23
5.6.1 Команда «Общие данные».	23
5.6.2 Команда «Трассы линии»	27
5.6.3 Команда «Описание трассы».	28
5.6.4 Команда «Анкерные опоры».	31
5.6.5 Команда «Анкерные участки».	33
5.6.6 Команда «Сосредоточенные нагрузки»	36
5.6.7 Команда «Пересечения линий»	37
5.6.8 Пользователи земель	38
5.7 Группа команд «Опоры-пролеты»	38
5.7.1 Команда «Опоры участка»	38
5.7.2 Команда «Расставить опоры»	39
5.7.3 Команда «Схема расстановки опор»	41
5.7.4 Команда «Все опоры линии»	42
5.7.5 Команда «Расчет балластов, устойчивость»	43
5.7.6 Команда «Нормативная нагрузка на опоры»	44
5.7.7 Команда «Расстояние между проводами»	45
5.7.8 Команда «Нагрузка на опору»	45
5.7.9 Команда «Аварийный обрыв»	47
5.8 Группа команд «Провод»	47
5.8.1 Команда «Удельные нагрузки»	48
5.8.2 Команда «Обоснование режимов»	48
5.8.3 Команда «Расчетные режимы»	49
5.8.4 Команда «Изменение режима»	49
5.8.5 Команда «Кривая провисания провода»	50
5.8.6 Команда «Монтажные кривые»	52
5.8.7 Команда «Монтажные стрелы (кр.)»	52
5.8.8 Команда «Монтажные стрелы провода»	52
5.8.9 Команда «Монтажные тяжения провода»	52
5.8.10 Команда «Монтажные напряжения»	53

5.8.11 Команда «Гасители вибрации»	53
5.8.12 Команда «Шаблон»	53
5.8.13 Команда «Детальное описание кривой»	54
5.8.14 Команда «Сближение при КЗ»	54
5.9 Группа команд «Трос»	55
5.9.1 Команда «Удельные нагрузки»	56
5.9.2 Команда «Обоснование режимов троса»	56
5.9.3 Команда «Монтажные стрелы»	57
5.9.4 Команда «Монтажные тяжения»	57
5.9.5 Команда «Монтажные напряжения»	57
5.9.6 Команда «Расстояние трос-провод»	57
5.9.7 Команда «Кривая провисания»	58
5.9.8 Команда «Гасители вибрации»	58
5.10 Группа команд «Результаты»	59
5.10.1 Команда «Монтажные стрелы провеса провода и троса»	59
5.10.2 Команда «Ведомость общая»	60
5.10.3 Команда «Ведомость опор»	61
5.10.4 Команда «Ведомость опор с оборудованием»	61
5.10.5 Команда «Ведомость проводов и тросов»	61
5.10.6 Команда «Ведомость гасителей вибрации»	61
5.10.7 Команда «Ведомость гирлянд изоляторов»	62
5.10.8 Команда «Ведомость гирлянд поопорная»	62
5.10.9 Команда «Ведомость оборудования поопорная»	63
5.10.10 Команда «Ведомость арматуры подвески проводов и тросов»	63
5.10.11 Команда «Ведомость деталей опор»	63
5.10.12 Команда «Ведомость пересечений»	63
5.10.13 Команда «Настройка Ведомостей»	64
5.10.14 Команда «Все опоры на чертежи»	65
5.11 Группа команд «ВОК»	68
5.11.1 Команда «Общие данные для ВОК»	69
5.11.2 Команда «Монтажная ведомость опор»	69
5.11.3 Описание ввода данных в таблицу монтажной ведомости	71
5.11.4 Команда «Строительные длины»	73
5.11.5 Команда «Расчетные участки»	73
5.11.6 Команда «Удельные нагрузки»	74
5.11.7 Команда «Обоснование режимов»	74
5.11.8 Команда «Кривая провисания провода и ВОК»	75
5.11.9 Команды «Монтажные стрелы», «Монтажные тяжения»	76
5.11.10 Команда «Ведомость пересечений»	76
5.11.11 Команды «Ведомость материалов»	76
5.12 Группа команд «Справочник»	76
5.12.1 Команда «Содержание»	76
5.12.2 Команда «Схема опоры»	77
5.12.3 Другие команды справочника	77
5.13 Группа команд «Окна»	77
6 Описание построения интерфейса в программе	78
6.1 Использование клавиатуры и мыши.	78
6.2 Работа с таблицами	79
6.2.1 Основные команды для работы с таблицами	80
6.2.2 Контекстное меню для работы с таблицами	82
6.2.3 Ввод информации в таблицы	82
6.2.4 Добавление новых строк в таблицы	82
6.2.5 Ввод данных в таблицы из буфера обмена или из файла	82
6.2.6 Вывод данных таблицы в текстовый файл	83
6.2.7 Передача данных из таблицы в документ MS Word	83
6.2.7.1 Подготовка шаблонов проектных документов MS Word	83
6.2.7.2 Оформление шаблонов документов MS Word	84
6.2.8 Печать данных из таблицы	86

6.2.9 Копирование изображения схемы в другое приложение	87
7 Работа с базой данных справочной информации	88
7.1 Климатические районы	88
7.2 Провода.	89
7.3 Изоляторы	90
7.4 Опоры	90
7.5 Детали опоры	92
7.6 Арматура подвески проводов на гирляндах изоляторов	92
7.7 Комплекты арматуры.	93
7.8 Оборудование	94
7.9 Комплекты оборудования	94
7.10 Стандарты	94
7.11 Изготовители	94
7.12 Описания	95
8 АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ проектной задачи с использованием программного комплекса EnergyCS Line	95
8.1 Порядок работы при проектировании ВЛ при отсутствии приложения с цифровой моделью местности	95
8.1.1 Оформляется итоговый документ, в который входят	97
9 Пример решения задачи расчетов для ВЛ	97
9.1 Создание новой модели	97
9.2 Ввод общих данных для проектирования ВЛ, включая описание климатических условий	97
9.2.1 Ввод анкерных опор и конфигурации трассы	98
9.2.2 Ввод профиля по команде «Данные\Профиль»	99
9.2.3 Расстановка опор по трассе	101
9.2.4 Обоснование режима провода	102
9.2.5 Удельные нагрузки провода	103
9.2.6 Проверка пересечений.	103
10 Пример задачи проектирования ВОК	104
10.1 Состав исходных данных	104
10.2 Ввод топологических участков	105
10.3 Ввод описания опор	105
10.4 Ввод описания профиля	106
10.5 Ввод описания пересечений	106
10.6 Заполнение монтажной ведомости ВОК	106
10.7 Оценка полученного решения	107
10.8 Проверка допустимости нагрузок на опору	109
10.9 Документирование результатов	109
10.9.1 Документирование табличной информации	109
10.9.2 Документирование графической информации	109
10.10 Заключение по примеру	111
11 Форматы внешнего представления модели	111

11.1	Описания форматов	112
11.2	Форматы внешнего представления модели	112
11.2.1	Описание данных в CSV и TXT	112
11.2.2	Описание данных в XML.	112
	Список литературы	113

Введение

1 Назначение и возможности программного комплекса

Программный комплекс EnergyCS Line предназначен для автоматизации проектирования механической части воздушных линий (ВЛ) электропередачи, гибких ошинок открытых распределительных устройств (ОРУ) электрических станций и подстанций, а также волоконно-оптических кабелей (ВОК) волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), располагаемых на опорах воздушных линий электропередач.

На основе механического расчета проводов в программном комплексе решаются следующие задачи:

- автоматизированная расстановка опор по профилю трассы.
- Ввод профиля трассы вводится вручную или из специального файла обмена, подготовленного в программе, работающей с профилем, например, GeoniCS или Credo или непосредственно с чертежа AutoCAD.
- определяются кривые провисания провода в заданном пролете в любых расчетных режимах, в том числе, с учетом действия на провод нескольких вертикальных сосредоточенных нагрузок (при расчете ошинок ОРУ);
- получаются монтажные кривые провода с определением значений горизонтального и максимального тяжения провода, максимальных стрел в зависимости от температуры окружающей среды с построением графиков;
- определяются монтажные стрелы провеса проводов и тросов для всех пролетов ВЛ, а также монтажные тяжения проводов и тросов для всех анкерных участков.
- оценивается необходимость установки гасителей вибрации, рассчитываются оптимальные расстояния от зажимов провода до точек крепления гасителей вибрации или размеры петлевых гасителей вибрации. Составляется ведомость гасителей вибрации для проводов и грозотросов;
- определяются нагрузки, действующие на опоры, от провода проектируемого участка, от грозотроса, от ветра на опору;
- выполняется автоматизированная расстановка промежуточных опор по профилю трассы ВЛ на заданном анкерном участке с участием проектировщика в принятии решения по расстановке опор;
- выполняется автоматизированная сквозная нумерация опор после их расстановки.
- выполняется проверка допустимых габаритов, формируется перечень переходов (пересечений).
- Расчет габаритов отдельных пересечений с учетом аварийного режима при обрыве провода в любом из пролетов.
- рассчитываются параметры грозозащитного троса по условию обеспечения необходимого угла грозозащиты. Определяются расстояния провод-трос, выполняется проверка на основе их сопоставления с допустимыми значениями по ПУЭ для всех пролетов.
- формируется табличная проектная документация в виде документов MS Word, адаптированных и адаптируемых под стандарт проектной организации с рамками, штампами, эмблемами и т.п.
- предлагается механизм формального ввода описаний всех опор трассы, расставленных в другом проекте. Например, для реконструкции, связанной с заменой проводов и тросов без замены опор, или для проектирования ВОЛС с подвеской на опорах существующей ВЛ.
 - предлагается механизм автоматизированной расстановки кабельных муфт ВОК.
 - выполняется расчет натяжения ВОК типа ОКГТ (оптический кабель, встроенный в грозотрос) или ОКСН (оптический кабель самонесущий). Для ОКГТ используется

алгоритм для расчета натяжения грозотросов. Для ОКСН используется специальный алгоритм, для расчета подвески, который обеспечивает условия нахождения большей части кабеля в зоне с наименьшей напряженностью электрического поля, создаваемого фазными проводами ВЛ, с учетом ограничений по максимальному и минимальному натяжению, обеспечению сохранения габарита ВЛ, обусловленного натяжением фазных проводов (в любом режиме нижняя точка ВОК, не оказывается ниже нижней точки нижнего провода);

– расстановка опор может быть нанесена на имеющийся чертеж AutoCAD профиля трассы или создана заготовка такого чертежа с возможностью последующей доработки.

– расставленные опоры могут быть нанесены на имеющийся план трассы - чертеж AutoCAD.

– Описание трасс с расставленными анкерными опорами можно ввести с чертежа AutoCAD.

–.

Программный комплекс "EnergyCS Line" осуществляет ведение базы данных выполненных ранее расчетов и базы данных справочной информации о проводах и тросах, опорах ВЛ, изоляторах и климатических районах.

В программном комплексе предусмотрены возможности экспорта чертежей в виде файлов формата обмена с графической системой AutoCAD или MS Word, а также результатами расчетов в виде текстовых файлов для их использования в электронных таблицах, например, MS Excel.

Предусмотрена возможность формального ввода исходных данных в известных текстовых форматах *.CSV, *.XML, *.TXT, а также вывода полной модели или содержимого любой таблицы в перечисленных форматах.

1.1 Постановка задачи

Каждый проект представляется множеством линий – трасс – топологических участков. Каждая линия представляет собой цепочку анкерных участков. Так же ВЛ по конфигурации состоит из основной линии и отпаяк, где каждая отпайка это отдельная линия со своей трассой.

Анкерный участок – участок между двумя анкерными или угловыми опорами (анкерными конечными, анкерными угловыми и анкерными отпаячными). Анкерная опора может выдерживать допустимое натяжение провода, или определять допустимое натяжение провода. Угловая опора предполагается, что не обязательно анкерная. Просто опора изменения направления трассы. Расчет нагрузок для нее ведется как для анкерной опоры, но расчет анкерных участков, границей которых является такая опора производится как для единого участка. На всем анкерном участке или на смежных анкерных участках с угловой опорой в нормальном режиме натяжение провода одинаково. Между анкерными опорами могут иметь место промежуточные опоры. Положение анкерных и угловых опор определяется на плане с трассой ВЛ до начала работы с программой. Необходимое число промежуточных опор и точки их установки определяются в результате работы программы.

Анкерный участок определяется номерами анкерных и угловых опор с их координатами на плане. Каждый анкерный участок определяется двумя опорами. Каждая анкерная опора может принадлежать одному или нескольким смежным участкам. Если опора принадлежит более чем двум участкам, то она одновременно и принадлежит двум или более линиям. Причем если для одной линии такая опора не первая, то для остальных отпаячных линий – первая.

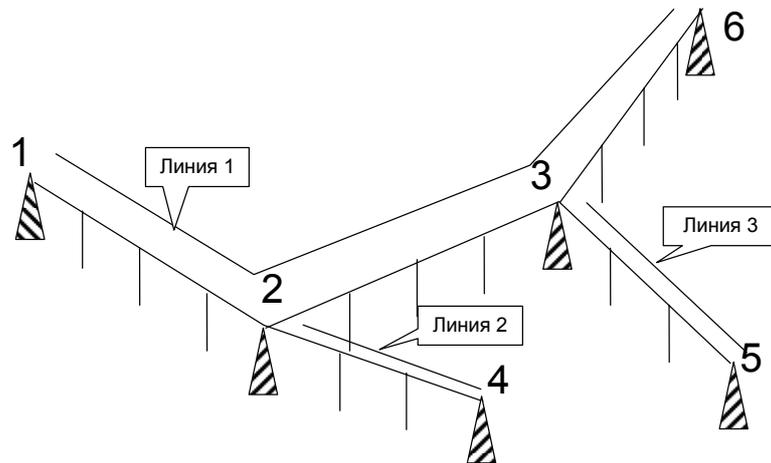


Рис. 1 К постановке задачи для ВЛ

При описании ОРУ предполагается, что каждый его пролет это анкерный участок без промежуточных опор. Каждый портал рассматривается как анкерная опора. Таким образом, все пролеты ОРУ могут быть описаны в одной модели.

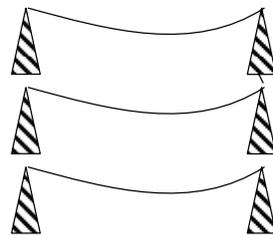
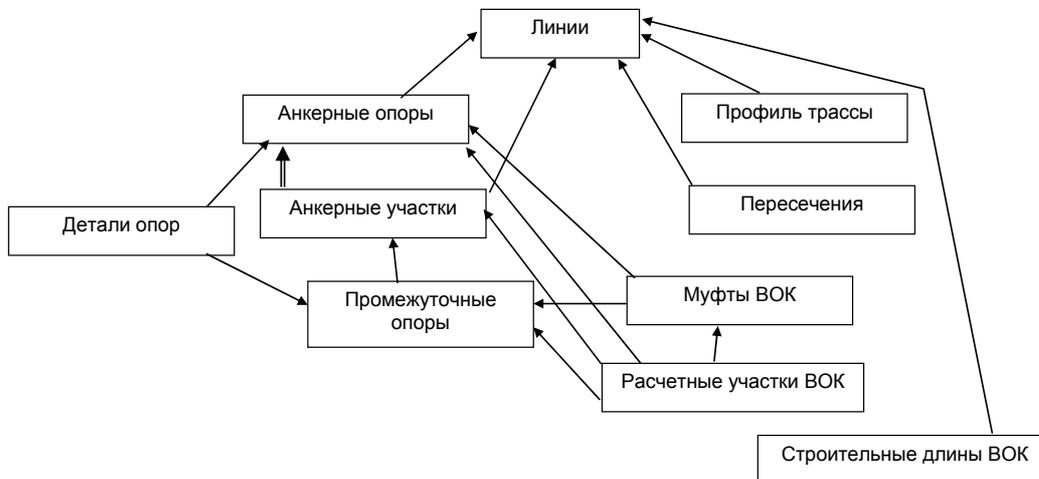


Рис. 2 К постановке задачи для ОРУ

Структура модели



1.2 Интеграция в САПР

Программный комплекс EnergyCSLine может быть интегрирован в САПР. Предполагается, что план трассы, а также профиль должны быть получены в программе, позволяющей решать подобные задачи. Так, профиль трассы может быть получен из системы, поддерживающей цифровую модель местности, например GeonCS или Credo. Возможно получение профиля и непосредственно с чертежа AutoCAD. Отчеты и спецификации также могут быть получены во внешних программах. Связь с внешними программами может выполняться через файлы обмена. Для этого предусмотрены следующие текстовые форматы обмена данными (в том числе геометрическими).

Для ввода информации в программный комплекс:

- XML – таблицы;

– CSV - таблицы.

Для вывода информации во внешние программы:

– XML - таблицы;

– CSV - таблицы;

– TXT – текст таблицы со знаками табуляции для разделения колонок;

– DXF - графика с результатами для AutoCAD;

– WMF - графика с результатами для графических редакторов.

Поддерживается интерфейс через системный буфер обмена, как для таблиц, так и для графических изображений. При обмене для каждой строки таблицы в памяти строится текстовая строка со знаками табуляции в качестве разделителей полей. Строки разделяются символами «возврат каретки». Графика через буфер обмена передается как рисунок в формате EWMF.

1.3 Стандарты и нормативные документы

При разработке программного комплекса в основу алгоритмов расчетов положены следующие нормативные документы:

- Правила устройства электроустановок. ПУЭ-7 издание 7. Утверждены Приказом Минэнерго России От 08.07.2002 № 204
- РД 34.20.182-90. Методические указания по типовой защите от вибрации и субколебаний проводов и грозозащитных тросов воздушных линий электропередач напряжением 35-750 кВ. М.: СПО ОРГРЭС, 1991 г.
- Временные руководящие указания по расчету монтажных стрел провеса с учетом остаточной деформации.

Описание применяемых в программном комплексе математических моделей и методик приведено ниже.

2 Описание методики механического расчета проводов

При проектировании механической части ВЛ и гибких ошинок ОРУ наиболее трудоемкой процедурой является механический расчет проводов и тросов. Известная методика механического расчета проводов и тросов, применяемая для ручных расчетов, основана на аппроксимации кривой провисания провода квадратичной параболой [1, 2] и является весьма трудоемкой для проектировщиков. Её реализация на ЭВМ позволяет в значительной степени ускорить процесс проектирования и в простейших случаях дает достаточно хорошие результаты. Однако область применения такого подхода ограничена определенными видами расчетов.

Проблемы возникают в следующих случаях.

- при необходимости выполнения расчетов с учетом веса гирлянд натяжных изоляторов;
- с учетом разных высот крепления провода;
- при наличии сосредоточенных нагрузок на проводе.
- при подвеске нескольких проводов в одной фазе, особенно, когда не все провода фазы должны нести механическую нагрузку.

В настоящем программном комплексе для механического расчета проводов применены численные методы решения дифференциального уравнения кривой провисания и уравнения состояния провода, которые позволяют снять перечисленные ограничения.

2.1 Расчет кривой провисания провода в пролете

Для получения кривой провисания провода по предлагаемому методу приняты следующие основные положения:

- провод фазы может состоять из множества проводов, связанных распорками, причем нести механическую нагрузку могут не все провода фазы, а только несущие, при этом остальные провода оказываются в ненапряженном состоянии и учитываются только собственным весом и весом гололедных отложений на них. Такие провода в отличие от несущих будем называть токопроводящими.
- провод в пролете представляется как гибкая упругая нить (не учитывается изменение жесткости провода при подвеске нескольких проводов в фазе, связанных распорками, учитывается дополнительная нагрузка от распорок и проводов, не несущих механическую нагрузку, то есть токопроводящих);
- гирлянда изоляторов принимается жесткой (не растягивающейся и не изгибающейся) и при этом считается, что она шарнирно прикреплена к опоре и к проводу, а ее вес приложен к центру гирлянды;
- весь пролет рассматривается состоящим из множества участков (рис.3.1): гирлянда изоляторов Γ_1 , участок провода до сосредоточенной нагрузки G_{H1} , участок провода до сосредоточенной нагрузки G_{H2} и так далее, участок провода до сосредоточенной нагрузки G_{HN} , участок провода до гирлянды изоляторов Γ_2 , гирлянда изоляторов Γ_2 . Если на проводе нет натяжных изоляторов и сосредоточенных нагрузок, то весь пролет рассматривается как один участок;
- сосредоточенные нагрузки направлены вертикально.

С учетом этого кривая провисания провода на любом участке пролета в системе координат XoY будет описываться уравнением

$$y = \frac{\sigma}{\gamma} ch\left(\frac{\gamma}{\sigma}(x - x_0)\right) + y_0, \quad (1)$$

где σ - напряжение в проводе; γ - удельная нагрузка на провод; x_0, y_0 - параметры кривой провисания, определяемые взаимным расположением точек границ участков и началом отсчета координат.

Удельная нагрузка на провод γ для одиночного провода - это вес провода, возможно, вес гололеда и нагрузка от ветра на единицу длины и на единицу площади поперечного сечения. Для проводов с расщепленной фазой это вес всех проводов фазы и распорок на единицу длины, возможно с учетом веса гололеда и ветровой нагрузки на единицу площади поперечного сечения проводов, несущих нагрузку (предполагается, что в фазе только часть проводов несут механическую нагрузку).

Тангенс угла наклона касательной провода к горизонтали определится как

$$tg(\vartheta) = y' = sh\left(\frac{\gamma}{\sigma}(x - x_0)\right). \quad (2)$$

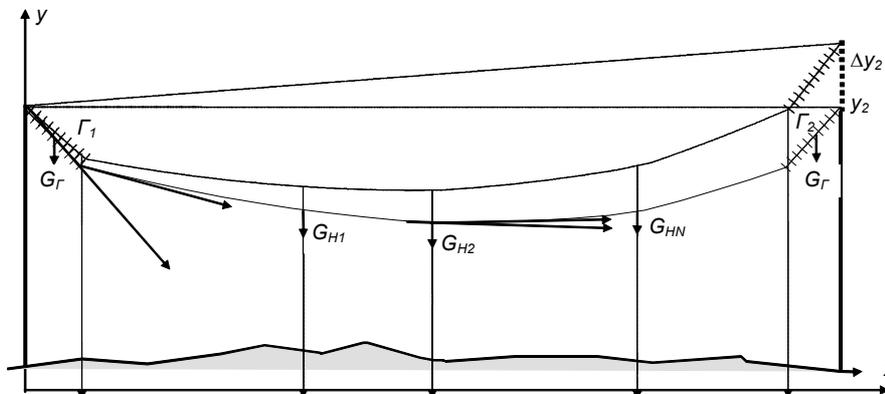


Рис. 3 Пояснения к расчету кривой провисания провода

Тогда при известном угле наклона касательной кривой провисания провода (или тангенсе этого угла) и высоте провода в точке с абсциссой x можно определить параметры x_0, y_0 по выражениям

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= \frac{\sigma}{\gamma} \operatorname{arsh}(y') + x \\ y_0 &= \frac{\sigma}{\gamma} \operatorname{ch}\left(\frac{\gamma}{\sigma}(x - x_0)\right) + y \end{aligned} \right\}. \quad (3)$$

По значению тангенса угла наклона касательной в точке крепления провода к гирлянде изоляторов $\operatorname{tg}(\vartheta_n)$ из баланса моментов найдется тангенс угла наклона гирлянды изоляторов $\operatorname{tg}(\vartheta_M)$:

для правой гирлянды

$$\operatorname{tg}(\vartheta_c) = \operatorname{tg}(\vartheta_n) + \frac{G_r}{2\sigma F} \quad (4)$$

и для левой гирлянды

$$\operatorname{tg}(\vartheta_c) = \operatorname{tg}(\vartheta_n) - \frac{G_r}{2\sigma F}, \quad (5)$$

где G_r - вес гирлянды изоляторов, F - площадь поперечного сечения провода.

Аналогично, если известен тангенс угла наклона участка провода левее точки приложения сосредоточенной нагрузки $\operatorname{tg}(\vartheta_1)$, то тангенс угла наклона участка провода правее точки приложения нагрузки определится как

$$\operatorname{tg}(\vartheta_2) = \operatorname{tg}(\vartheta_1) + \frac{G_H}{\sigma F}. \quad (6)$$

На основе этих выражений построен итерационный процесс расчета кривой провисания провода по следующему алгоритму.

Принимается, что в пролете нет гирлянд изоляторов и нет сосредоточенных нагрузок, а обе точки подвеса имеют одинаковую высоту. С учетом этого определяется тангенс угла наклона касательной провода в точке подвеса к левой опоре

$$\operatorname{tg}(\vartheta_{n0}) = \operatorname{sh}\left(-\frac{\gamma}{\sigma} \frac{l}{2} \vartheta_1\right). \quad (7)$$

По выражению (5) определяется начальное значение тангенса угла наклона левой гирлянды.

Координаты точки крепления провода к гирлянде определяются как

$$\left. \begin{aligned} x_n &= 0 + \frac{l_r}{\sqrt{1 + (\operatorname{tg}(\vartheta_r))^2}} \\ y_n &= y_1 + \frac{l_r \operatorname{tg}(\vartheta_r)}{\sqrt{1 + (\operatorname{tg}(\vartheta_r))^2}} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

По выражению (5) находится тангенс угла наклона касательной провода в точке его крепления к левой гирлянде - $\operatorname{tg}(\vartheta_n)$.

Зная значения $\operatorname{tg}(\vartheta_n)$ и координаты x , y , по выражению (3) определяются параметры кривой x_0 , y_0 .

Если в пролете имеются сосредоточенные нагрузки, то для точки приложения каждой из них по уравнению кривой провисания (1) определяется высота провода (координата y).

По соотношению (6) находится значение тангенса угла наклона касательной на следующем участке провода после точки приложения нагрузки.

Для следующего за сосредоточенной нагрузкой участка по выражению (3) определяются параметры x_0 , y_0 .

Расчеты повторяются для всех сосредоточенных нагрузок начиная с п.6.

По выражению (4) находится значение тангенса угла наклона правой гирлянды изоляторов - $tg(\vartheta_{r2})$, после чего определяются координаты точки крепления к ней провода. Так как значение $tg(\vartheta_{r2})$ в свою очередь зависит от координаты x , то эти величины определяются методом простой итерации по соотношениям

$$x_{r2}^{(j)} = l - \frac{l_{\partial 2}}{\sqrt{1 - tg(\vartheta_{r2}^{(j-1)})}}; \quad (9)$$

$$tg(\vartheta_{r2}^{(j)}) = sh\left(\frac{\gamma}{\sigma}(x_{r2}^{(j)} - x_0)\right)$$

За начальное приближение координаты x принимается $x_{r2}^{(0)} = l$.

После этого находится ордината точки крепления правой гирлянды изоляторов к опоре

$$y_2^{(1)} = y_{r2} + \frac{l_{r2} tg(\vartheta_{r2})}{\sqrt{1 - tg(\vartheta_{r2})}}. \quad (10)$$

Определяется отклонение значения ординаты точки крепления правой гирлянды от заданного значения

$$\Delta y_2 = y_2 - y_2^{(i)}$$

Если это отклонение меньше заданной малой величины (в программе эта величина принята равной 5 мм), то кривая получена правильно и расчет заканчивается. В противном случае определяется новое значение тангенса угла наклона левой гирлянды изоляторов с учетом поправки

$$tg(\vartheta_{\partial 1})^{(i)} = tg(\vartheta_{\partial 1})^{(i-1)} + \frac{\Delta y_2^{(i)}}{l} \quad (11)$$

После этого выполняется следующая итерация расчета кривой провисания провода, в заданном пролете начиная с п.3.

Как показали контрольные расчеты, приведенный алгоритм обеспечивает сходимость итерационного процесса за 5-10 итераций.

Уравнение состояния провода может быть записано в виде

$$\lambda(\sigma_u, \gamma_u) = \lambda(\sigma_p, \gamma_p) + E(\sigma_u - \sigma_p) + \alpha(t_u - t_p) \quad (12)$$

где E - модуль упругости провода; α - температурный коэффициент линейного удлинения; $\lambda(\sigma_u, \gamma_u)$ и $\lambda(\sigma_p, \gamma_p)$ - длина провода в функции от напряжения и удельной нагрузки для исходного и расчетного режима.

Общая длина провода определяется суммированием длин на отдельных участках

$$\lambda(\sigma, \gamma) = \frac{\sigma}{\gamma} \sum_{i=1}^{N-2} \left(sh\left(\frac{\gamma}{\sigma}(x_{i+1} - x_{0i})\right) - sh\left(\frac{\gamma}{\sigma}(x_i - x_{0i})\right) \right), \quad (13)$$

где N - число участков; x_i , x_{i+1} - абсциссы координат точек раздела участков; x_{0i} - параметр кривой провисания на i -ом участке, определяемый по выражению (3).

Уравнение состояния провода решается методом деления пополам за 8-10 итераций.

2.2 Расчет механических нагрузок

Расчет механических нагрузок выполняется в соответствии с ПУЭ издание 7(см. [1]). При необходимости обоснованного отказа от учета поправочных коэффи-

циентов следует задать их значения равными единице, в этом случае расчет можно привести к требованиям ПУЭ издание 6, что может быть значимо при анализе стрел провисания существующих ВЛ.

2.3 Расчет числа изоляторов в гирлянде

Число изоляторов в гирлянде рассчитывается согласно [2] по номинальному напряжению, длине пути утечки изолятора, коэффициенту эффективности, степени загрязнения района.

$$I_{\text{эф}} = \frac{I_{\text{из}}}{K};$$

$$n_{\text{из}} = \frac{I_0 U_{\text{л}}}{I_{\text{эф}}},$$

где $I_{\text{из}}$ – длина пути утечки выбранного изолятора по каталожным данным; K – коэффициент эффективности использования пути утечки (задается в каталоге изоляторов). $U_{\text{л}}$ – наибольшее линейное напряжение данного класса изоляции (принимается 1.1 Уном); I_0 – рекомендуемая удельная длина пути утечки в зависимости от района загрязнения [2]

Степень загрязнения	1	2	3	4	5	6
Путь утечки мм/кВ	13	15	18	22.5	30	35

Для многоцепных гирлянд I_0 увеличивается на 5%. Для натяжных гирлянд (на анкерных опорах) количество изоляторов увеличивается на Δn [2]

Уном	35-220 кВ	330 кВ	500 кВ	750 кВ
Δn	1	2	3	4

2.4 Учет остаточных деформаций при расчете монтажных тяжений и стрел провисания.

При построении таблицы монтажных тяжений и монтажных стрел провисания учитываются возможность начальной вытяжки провода и остаточных деформации. В программе реализовано два подхода к учету остаточных деформаций.

- прямым вводом коэффициента перетяжки для исходного режима;
- расчетом монтажных стрел провисания в полном соответствии с временными руководящими указаниями по учету остаточных деформаций [4]. Для этого в справочнике проводов должны быть указаны кроме модуля упругой деформации **E**, еще и модули начальной деформации **D** и предельного растяжения **G**.

3 Состав программного комплекса и требования к конфигурации компьютера

Программный комплекс “EnergyCS Line” представляет собой набор файлов с программами и дополнительными данными, поставляемыми на дистрибутивном диске. В его состав входят следующие файлы:

SETUP.EXE - исполняемый файл для установки в системе и удаления программного комплекса из системы

EnerLine.EXE - исполняемый программный файл;

EnerLine.HLP - файл помощи; (этот файл может быть заменен на EnerLine.Doc, EnerLine.htm, EnerLine.pdf или EnerLine.mht

EnerLine.SPR - файл, содержащий общую справочную информацию о параметрах проводов, опор, изоляторов.

EnergyCS_LineP.DLL - файл с библиотекой динамической загрузки модулей, необходимых для работы с файлами и для расчетов.

EnerLine_PUE.mht – файл с ссылками на главы ПУЭ в составе информационной системы NormaCS. При отсутствии NormaCS этот файл может быть заменен на файл с текстом необходимых глав ПУЭ и других документов. (Этот текст может быть на установочном диске, но он не входит в обязательную поставку программы).

*.dot – файлы шаблонов выходных документов MS Word. Файлы, входящие в поставку, следует рассматривать, как примеры разработки шаблонов. Их следует довести до требований стандарта организации, а также создавать новые по мере необходимости.

В процессе работы комплекса создается файл базы данных расчетной модели (БДМ), который имеет имя, определяемое пользователем и расширение *.PRO. В программном комплексе применено простое использования файловой системы. Одна расчетная модель (БДМ) с множеством режимов – это один файл; Один справочник с множеством таблиц - один файл БДС. Проект может состоять из множества файлов с БДМ (например, для множества ВЛ, отходящих от подстанции) и одного файла с БДС.

При загрузке существующего файла с БДМ всегда создается его резервная копия – файл с тем же наименованием, но с символом «~» в расширении. Для полной отмены внесенных изменений следует изменить расширение (если необходимо, то и имя) файла резервной копии. При повторном неудачном открытии модели файл откат становится невозможным.

Дополнительно могут создаваться текстовые файлы обмена данных с расширениями «CSV» (это формат данных с разделителями, ‘,’ или ‘;’ который понятен таким программам как MS EXCEL, MS ACCESS, и др.) или «XML» - расширенный язык разметки, или «TXT» текстовые со знаком табуляции в качестве разделителя. Текстовые файлы *.TXT, *.CSV, *.XML на работу программного комплекса не влияют. Они могут быть удалены в любой момент.

Программный комплекс способен работать на персональном компьютере с процессором старше Pentium 100 под управлением ОС Windows 95, 98, ME или Windows NT, 2000, XP при наличии достаточной памяти. Однако, для эффективной работы с программой необходим компьютер с процессором не ниже Pentium III с тактовой частотой 500 МГц и с оперативной памятью не менее 256М. На жестком диске необходимо не менее 20 М свободного пространства. Возможна работа программы в ОС Vista. Для полноценной работы программы желательно иметь установленный MS Word и AutoCAD 2002...2008.

Предусмотрена возможность запуска программы из командной строки или с использованием ярлыка. В этом случае имя файла модели с указанием полного пути может быть указано в качестве параметра. Для возможности запуска из командной строки и по расширению имя файла и описание полного пути не должны иметь пробелов.

В процессе инсталляции на жестком диске создается папка с именем «EnerLine», в должны быть размещены только файлы, сформированные в процессе инсталляции программного комплекса. Файлы с БДМ и с рабочими БДС должны храниться в специальных рабочих папках по проектам, размещение которых **не регламентируется программным комплексом**, а определяется общей политикой использования дискового пространства проектной организации.

4 Описание структуры базы данных и исходной информации для расчетов

Модель ВЛ в расчете представляется следующими таблицами-сущностями
1. Анкерные опоры. В данном случае «Анкерные опоры» - понятие условное. К анкерным опорам следует отнести и те промежуточные угловые опоры. Наиболее важ-

ным признаком является то, что эта опора определяет трассу. Каждая такая опора имеет простой код, состоящий из номера трассы и порядкового номера «Анкерной» опоры на трассе и собственное обозначение до 9 символов. Собственное обозначение - это внешний номер опоры на трассе. Номер опоры (обозначение) может включать сквозной номер и буквенные префикс и постфикс или вводиться произвольно. Для каждой анкерной опоры могут быть заданы координаты на плане (но можно и не задавать), тип опоры, тип изоляторов, число гирлянд и число изоляторов в гирлянде.

2. Анкерные участки. Каждый анкерный участок имеет свой простой порядковый номер. Каждый участок ссылается на две «анкерные» опоры. Условно опору начала и опору конца. Внутри анкерного участка углов быть не может. Но 2 и более анкерных участка в расчете могут быть объединены в один, если граничные опоры угловые промежуточные. Расстановка промежуточных опор будет выполняться от начала к концу.

3. Профиль трассы. Каждая строка профиля трассы описывает точку с ее расстоянием от начала участка и высотой по отношению к некоторой принятой условной нулевой высоте, например к уровню моря или уровню первой опоры первого участка. Код строки таблицы профиля строится из номера участка и расстояния от его начала. Программа допускает не более двух точек с одинаковым расстоянием от начала трассы.

4. Промежуточные опоры. Код каждой промежуточной опоры формируется из номера участка и порядкового номера промежуточной опоры на участке. Для каждой опоры хранится ее положение по отношению к началу участка, обозначение, тип использованной опоры, тип изолятора, высота опоры (с учетом возможного отличия высоты конкретной опоры от типовой ее высоты).

5. Линии пересечений. Для каждой линии пересекающей трассу хранится наименование, максимальная и минимальная высота провода с указанием прокладки выше проводов проектируемой ВЛ или ниже.

6. Таблица – справочник типов опор

7. Таблица – справочник проводов.

8. Таблица – справочник изоляторов.

9. Таблица – справочник климатических районов.

Таблицы 1-5 содержат описание расчетной модели. Таблицы 6-9 содержат справочную информацию. Эти таблицы располагаются в отдельном файле-справочнике, который может быть применен ко многим расчетам.

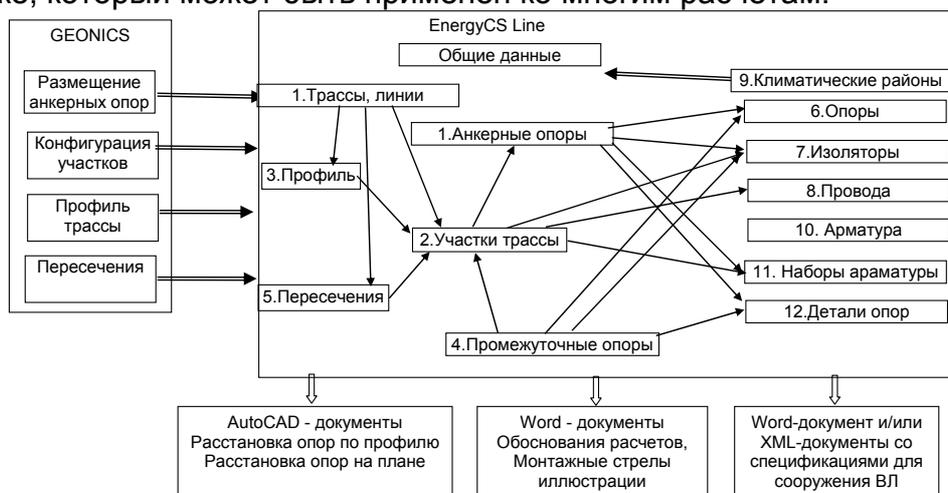


Рис. 4 Схема базы данных модели

– Программный комплекс предназначен как для проектирования новых, так и для анализа существующих линий электропередач.

Исходные данные, необходимые для выполнения того или иного расчета, как правило, вводятся в различные таблицы программного комплекса, а конфигурация схемы сети может быть введена и в графическом виде с помощью специального встроенного редактора. Подробное описание вида таблиц и состава параметров приведено ниже в следующих разделах.

В процессе работы программного комплекса вся информация БДМ хранится на диске (или в дисковом КЭШе операционной системы), а в память подгружается страницами по мере необходимости. Соответственно и сохранение данных осуществляется страницами по мере внесения изменений. Такой подход обеспечивает высокую вероятность сохранения последних изменений модели при некорректном завершении работы, например, при внезапном отключении питания компьютера.

5 Описание применения

5.1 Окно программы

Взаимодействие пользователя с программным комплексом EnergyCS Line производится в соответствии со стандартами системы Windows с использованием многооконного интерфейса. В основном окне программного комплекса, которое появляется при его загрузке, располагаются главное меню, панель инструментов и рабочие окна для ввода информации и просмотра результатов расчетов.

Предполагается, что пользователь знаком с основными приемами работы с многооконной системой Windows, такими как изменение размеров окна, его перемещение, работа с полосами прокрутки и т.п.

Управление работой комплекса может производиться с использованием:

- команд главного меню;
- кнопок панели инструментов;
- системы горячих клавиш (их назначение отражено в меню);
- команд контекстного меню рабочих окон.

Если файл БДМ не открыт, то главное меню имеет минимальный состав и содержит только пункты **Файл** и **?(Справка)**, а большинство кнопок панели инструментов недоступны (см.Рис. 5). Начинать работу следует с одной из команд пункта главного меню «Файл» или кнопок «Создать», «Открыть» панели инструментов.

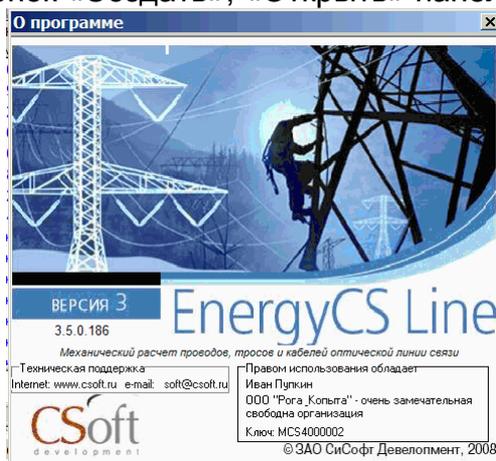


Рис. 5 Окно «О программе»

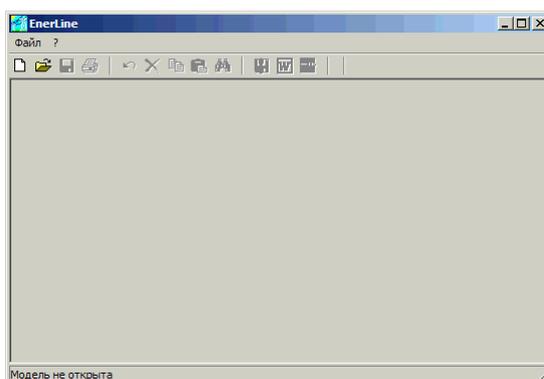


Рис. 6 Окно программы без открытой БДМ.

5.2 Панель инструментов

Панель инструментов содержит набор кнопок-инструментов, наиболее часто используемых при работе с программой. Любую команду панели инструментов можно найти в главном и контекстном меню, кроме того, для большинства команд предусмотрены горячие клавиши. В Табл. 1 приведен список всех кнопок, расположенных на панели инструментов главного окна программного комплекса, и дано описание действия команд при их нажатии.

Табл. 1 Описание команд панели инструментов

Значок кнопки	Описание
	Создать новую расчетную модель. Файл расчетной модели создается до начала работы и остается открытым до завершения работы с ним.
	Открыть существующую модель
	Сохранить открытую модель на диске. Собственно данные сохраняются по мере ввода. Эта команда гарантирует сохранение буфера на диске. Физически по этой команде файл расчетной модели закрывается и тотчас же открывается.
	Печать таблицы или схемы. Вывод на принтер информации из текущего окна.
	Отмена последнего удаления информации. Отмена удаления возможна только в том случае, если после удаления не было добавления, так как при добавлении могут оказаться занятыми значения ключей удаленных записей. Как правило, удаление объекта связано с изменениями во многих таблицах, то и восстановление производится в полном объеме.
	Удалить информацию. Можно удалить выделенную строку таблицы.
	Копировать данные в системный и/или локальный буфер обмена. В системный буфер обмена может копироваться текстовая информация из одного поля или целиком из выделенной таблицы, а также графическая информация. Текстовая информация из таблицы в буфере обмена представляется текстом с символами «табуляция» в качестве разделителей полей и символами «возврат каретки», в качестве разделителей строк. Графическая информация представляется в формате WMF. В локальный буфер обмена копируются выделенные строки таблиц и участки графического изображения, выделенные рамкой.
	Вставка информации из локального или системного буфера обмена. Из системного буфера обмена может быть вставлена информация в поле таблицы. Из локального буфера обмена может быть вставлена строка таблицы со всеми полями или помещен на схему скопированный фрагмент.
	Поиск данных в таблице. Данные отыскиваются по вхождению указанной подстроки.
	Сохранение информации из таблицы или схемы в виде файла обмена на диске. Табличные данные могут быть сохранены в виде текста с разделителями «табуляция» между полями и символами «возврат каретки» или «конец абзаца» между строками в файлах с расширением *.TXT; в виде текста с запятыми в качестве разделителей между полями и «возврат каретки» между строками в файлах с расширением *.CSV; в виде текста в формате XML, с оформлением полей в виде тегов или в виде параметров, в файлах с расширением *.XML. Графические данные могут быть сохранены в формате WMF или в формате DXF AutoCAD-12 (Проверена совместимость до AutoCAD 2006)
	Передача информации из таблицы в MS Word с использованием технологии ActiveX. При передаче информации этим путем может быть использован шаблон (template) с заготовкой таблицы, который позволяет автоматически оформить документ.

Значок кнопки	Описание
	Построение чертежа в AutoCAD с использованием технологии ActiveX. При передаче информации программа работает с текущим открытым чертежом, который в свою очередь может быть создан на основе заранее заготовленного шаблона или просто уже содержать информацию – подоснову для построений программой.
	Переключение таблицы в режим таблицы с множеством столбцов и в режим формы - транспонированной таблицы с двумя столбцами: Шапкой слева и столбцом данных справа. Переключение возможно, если таблица не пуста и имеет более двух столбцов. Одна кнопка используется для переключения в обе стороны. Ее изображение соответствует тому режиму, который будет включен при нажатии.
	Выполнение последнего расчета, выбранного в главном меню. Обновление таблицы расчета по изменившимся условиям.
	Расстановка опор по трассе. Определение необходимого числа промежуточных опор
	Изменение общих параметров расчетной модели. Изменение общих условий расчета, настройка ограничений под принятый стандарт расчета и т. п..
	Настройка форматов отображения информации: размер и вид шрифта представления текстовой информации, число значащих цифр в представлении числовых данных, стандартные цвета для текста, видимость панели инструментов и т.п.
	Работа со справочником. Предоставляется возможность просмотра содержимого справочника по всем предусмотренным видам оборудования, а также изменения и дополнения параметров из его таблиц.
	Выбор схемы расположения окон. Программа предусматривает работу с множеством окон. Предлагаются варианты их стандартного размещения.
	Обращение к информационной системе с нормативной документацией NormaCS
	Открытие глав ПУЭ [1] в электронном виде из системы NormaCS или из специального файла

5.3 Главное меню

Главное меню программы содержит все команды управления программой. Команды главного меню разбиты на группы, соответствующие пунктам горизонтального меню:

- Файл
- Правка
- Данные
- Опоры-пролеты
- Провод
- Трос
- Результаты
- ВОК (видим только для вида расчета «ВОК на ВЛ»)
- Справочник
- Сервис
- Справка
- Окна
- ? (справка)

Ниже все группы команд будут рассмотрены подробнее.

5.4 Группа команд «Файл»

При обращении к позиции «Файл» всплывает следующее меню

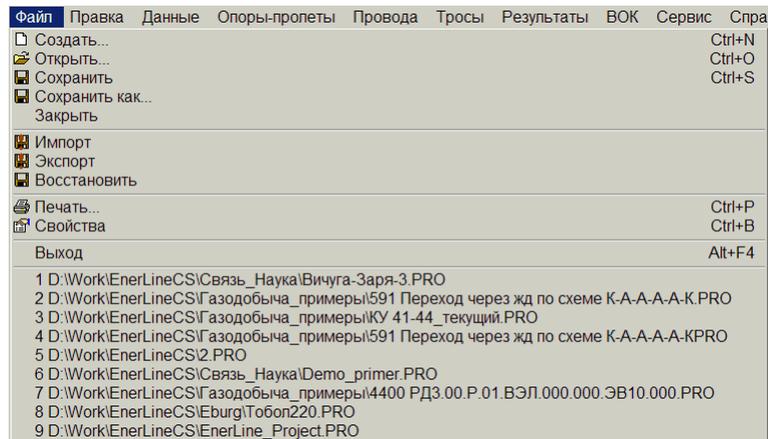
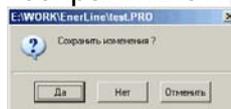


Рис. 7 Команды позиции «Файл»

Для того чтобы начать расчет, следует открыть одну из существующих моделей или создать новую. Эти операции могут быть выполнены соответствующими командами позиции «Файл» главного меню (Рис. 7). Наиболее часто используемые команды из этой группы вынесены на панель инструментов и описаны в таблице 1.

«Создать» - выполняются процедуры создания нового файла базы данных расчетной модели. Если эта команда выбрана в процессе работы с открытым файлом БДМ, то вначале предлагается сохранить открытый файл



а затем с помощью стандартного окна системы Windows вида

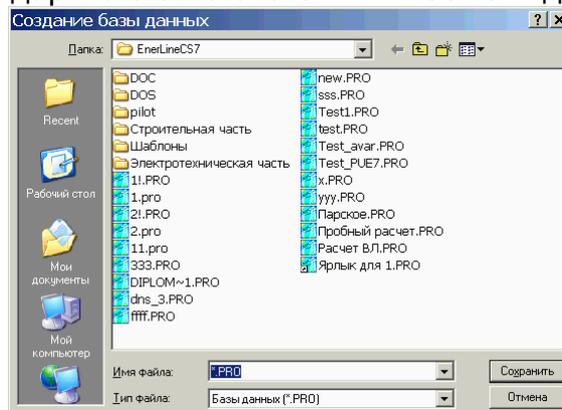


Рис. 8 Диалоговое окно создания файла модели

задать новое или выбрать существующее имя создаваемого файла.

5.4.1 Создание новой модели из прототипа.

Новая модель создается при запуске программы или по команде «Создать». Создаваться модель может двумя способами.

1. Путем использования прошитых настроек по умолчанию.
2. Путем копирования прототипа модели.

Вновь созданная модель имеет стандартное имя EnerLine_Project.pro – такое имя следует считать как отсутствие имени модель с таким именем, конечно сохранить можно, но НЕ СЛЕДУЕТ. Модель будет уничтожена при последующем запуске программы. Имя сохраненной модели должно отличаться от EnerLine_Project.pro. Прототип модели имеет имя EnerLine_Project!.pro (восклицательный знак в конце имени). Этот файл и используется при создании очередной новой модели простым копированием. В этом файле следует сохранить настройки программы, сохраняемые в модели:

- Имя справочника;
- Начальное наименование расчета;
- Настройка полей штампа;
- Настройка опор и проводов по умолчанию.
- Соотношение масштабов для схемы расстановки опор
- и т.п.

При каждом создании новой модели файл EnerLine_Project!.pro копируется в файл EnerLine_Project.pro и открывается. Далее при сохранении модели следует присвоить имя и определить ее размещение на диске. См. команды «Сохранить как ..». Программа при сохранении новой модели, той, что имела имя EnerLine_Project.pro программа сохранения работает как «Сохранить как...»

Файлы EnerLine_Project!.pro и EnerLine_Project.pro могут лежать в папке программы.

«Открыть» - производится открытие ранее созданного файла БДМ, при этом, в стандартном окне предлагается выбрать имя загружаемого файла с диска. Если эта команда выбрана в процессе работы с открытым файлом БДМ, то вначале предлагается сохранить открытый файл (аналогично команде «Создать»).

«Сохранить» - сохранение открытого файла БДМ на диске с тем же именем. После сохранения можно продолжить работу с расчетной моделью.

«Сохранить как» – создание копии модели с новым именем. Перед сохранением предлагается стандартное окно Windows для выбора файла. В процессе сохранения выполняются внутренние сервисные функции, связанные с упаковкой индексов и упорядочением информации на страницах базы данных.

Перед сохранением будет предложено диалоговое окно (Рис. 9) с запросом о том в каком состоянии должен остаться файл исходной модели. Он может быть восстановлен, как до редактирования, или стать копией нового файла.

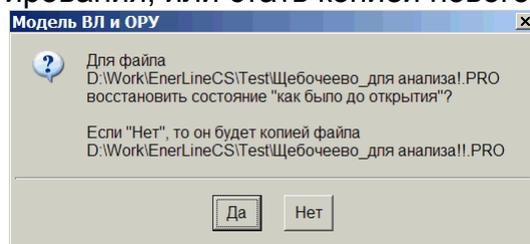


Рис. 9 Запрос при выполнении команды Сохранить как...

Даже если выбрать вариант с копией, все равно итоговый файл может быть меньше исходного по размерам и не является его точной копией с точки зрения операционной системы. Сравнение исходного и результирующего файла с помощью утилиты сравнения, скорее всего, покажет разницу.

«Восстановить» - восстановление резервной копии в рабочий файл. По этой команде предлагается список файлов резервных копий из которых следует выбрать тот, который подлежит восстановлению

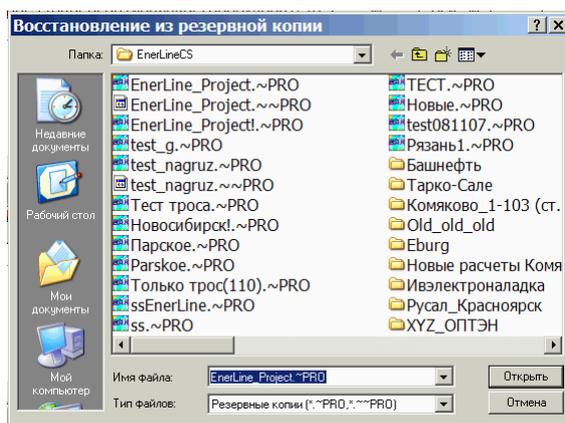


Рис. 10 Список файлов – резервных копий моделей.

«Закрыть» – сохранение текущей модели и отключение от нее. Переход в такое же состояние, которое имеет место при запуске программы без указания имени файла модели, при этом вначале предлагается сохранить открытый файл.

«Импорт» – ввод всей модели или ее части, подготовленной во внешних форматах. Команды используются для получения информации для модели из внешних источников. Поддерживается формат *.CSV с представлением множества таблиц в одном файле и формат *.XML V 1.0 с кодировками Windows 1251 или UTF-8.

«Экспорт» - вывод расчетной модели в формате обмена.

Команды «Импорт» и «Экспорт» используются для связи с внешними программами, например, программой для проектирования планов получения цифровых моделей местности и профилей трасс GeonICS.

«Печать» – вывод на печатающее устройство информации из активного окна. Перед началом вывода всегда предлагается диалоговое окно для настройки печати. Это диалоговое окно зависит от вида текущего окна. Диалоговые окна для печати таблицы и схемы описаны в 0

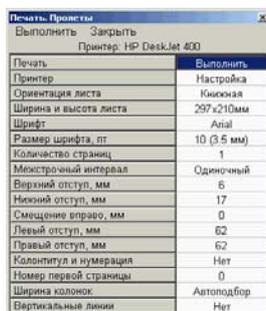


Рис. 11 Окно настройки параметров печати таблицы

«Свойства» – заполнение общей информации для штампов создаваемых документов. По этой команде предлагается таблица вида Рис. 12



Рис. 12 Параметры для штампа

В эту таблицу вводятся имена полей используемые с полем DOCPROPERTY документа и значения этих полей. Имена полей выбираются таким образом, чтобы

эта информация могла быть использована в системе документооборота. Если такой в организации нет, то можно сделать так, как предложено на рисунках и в готовых шаблонах. Описание процесса подготовки штампа приведено в разделе Оформление штампов документов MS Word «Оформление штампов документов MS Word»

«Выход» – завершение работы с программным комплексом. По этой команде предлагается сохранить открытый файл с расчетной моделью, сохранить справочник, если имели место его изменения, после чего происходит закрытие главного окна программного комплекса.

5.5 Группа команд «Правка»

Команды группы главного меню «Правка» применяются только к текущему окну. Они предназначены для редактирования, поисков, и копирования. Состав команд зависит от вида активного окна и приведен на Рис. 13.

Команды меню «Правка» подробно рассматриваются ниже при описании работы с таблицами.

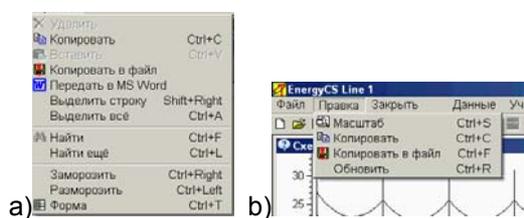


Рис. 13 Команды группы «Правка» главного меню:
а) для таблиц; б) для схемы

5.6 Группа команд «Данные»

Команды этой группы используются для ввода исходных данных и формирования структуры расчетной модели. К исходным данным относятся:

- - Общие данные: Климатический район, особенности представления информации в данном расчете.
- - Информация о размещении и характеристиках анкерных опор;
- - Информация о структуре анкерных участков: конечные анкерные опоры, тип провода, тип промежуточных опор, характеристика гирлянд изоляторов и т.п.
- - Описание профиля на каждом анкерном участке;
- - Описание сосредоточенных нагрузок, если речь идет о пролете ОРУ.
- - Описание мест пересечения с существующими линиями связи и линиями электропередачи.

Вид окна с набором команд позиции «Данные» приведен на Рис. 14

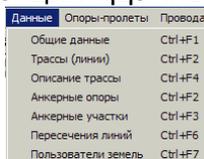


Рис. 14 Команды группы «Данные» главного меню

5.6.1 Команда «Общие данные».

Таблица для ввода общих данных приведена на Рис. 15

Общие данные	
1. Наименование ВЛ	Радищево-Ямуга
2. Справочник	EnerLine.SPR
3. Номинальное напряжение ВЛ, кВ	110
4. Конструкция фазы	Один провод
5. Вид проекта (расчета)	ВЛ
6. Допустимый габарит до провода, м	0
7. Климатический район	Клин
8. Температура низшая (tn), °C	-40
9. Температура среднегодовая (tz), °C	3.8
10. Температура высшая (tv), °C	40
11. Температура грозовой активности (tr), °C	15
12. Температура наибольшего ветрового напора (tw), °C	15
13. Нормативный скоростной напор ветра (W), Па	500
14. Нормативная скорость ветра (V), м/с	28.284
15. Температура образования гололеда (ti), °C	-5
16. Толщина стенки гололеда (bэ), мм	15
17. Нормативный напор ветра при гололеде (Wi), Па	160
18. Нормативная скорость ветра при гололеде (Vi), м/с	16
19. Преобладающий тип местности	В
20. Региональный коэфф. по ветровой нагрузке (Гр)	1
21. Региональный коэфф. по гололедной нагрузке (Гр)	1
22. Район по степени загрязнения для изоляторов	I
24. Марка провода большинства участков ВЛ	АС-150/24
25. Предпочтительный тип анкерной опоры	У110-2
26. Стандартные изоляторы анкерной опоры	9*ПС-70Е
27. Арматура подвески провода	1229*9.39
28. Предпочтительный тип промежуточной опоры	ПБ110-8
29. Стандартные изоляторы промежуточной опоры	8*ПС-70Е
30. Арматура подвески провода	374*4.18

Рис. 15 Форма для ввода общих данных

В следующей таблице приведен полный перечень данных с примерами заполнения:

Наименование параметра	Пример ввода данных	Примечание
1. Наименование ВЛ	Радищево-Ямуга	Строка текста может быть помещена в штамп документа
2. Справочник	EnerLine.SPR	
3. Номинальное напряжение ВЛ, кВ	110	0.4 – 1150 и др.
4. Конструкция фазы	Один провод	Одиночный провод или Расщепленная фаза или фаза с несущими и токопроводящими проводами
5. Вид проекта (расчета)	ВЛ	Еще может быть ОРУ или ВОК на ВЛ (оптический кабель на ВЛ). От этого выбора зависит состав видимых команд
6. Допустимый габарит до провода, м	7	
7. Климатический район	Клин	Условное наименование площадки с точки зрения климатических данных
8. Температура низшая (tn), °C	-40	
9. Температура среднегодовая (tz), °C	3.8	
10. Температура высшая (tv), °C	40	
11. Температура грозовой активности (tr), °C	15	
12. Температура наибольшего ветрового напора (tw), °C	15	
13. Нормативный скоростной напор ветра (W), Па	500	
14. Нормативная скорость ветра (V), м/с	28.284	
15. Температура образования гололеда (ti), °C	-5	
16. Толщина стенки гололеда (bэ), мм	15	
17. Нормативный напор ветра при гололеде (Wi), Па	160	
18. Нормативная скорость ветра при гололеде (Vi), м/с	16	
19. Преобладающий тип местности	В	
20. Региональный коэфф. по ветровой нагрузке (Гр)	1	Региональные коэффициенты согласно ПУЭ-7 РФ
21. Региональный коэфф. по гололедной нагрузке (Гр)	1	-//-
22. Район по степени загрязнения для изоляторов	I	
24. Марка провода большинства участков ВЛ	АС-150/24	

Наименование параметра	Пример ввода данных	Примечание
25. Предпочтительный тип анкерной опоры	У110-2	
26. Стандартные изоляторы анкерной опоры	9*ПС-70Е	
27. Арматура подвески провода	1229*9.39	
28. Предпочтительный тип промежуточной опоры	ПБ110-8	
29. Стандартные изоляторы промежуточной опоры	8*ПС-70Е	
30. Арматура подвески провода	374*4.18	
31. Гасители вибрации фазных проводов	-	
32. Допускать один гаситель вибрации на пролет	Да	
33. Допустимый габарит при обрыве, м	0	
34. Марка грозозащитного троса большинства участков ВЛ	DNO-5968	
35. Число грозозащитных тросов	1	
36. Изоляторы грозозащитного троса на анкерной	ПС-70Е	
37. Арматура подвески троса на анкерной опоре	1023*14.28	Обозначение комплекта арматуры или задание его веса и длинны
38. Изоляторы грозозащитного троса на промежуточной	-	
39. Арматура подвески троса на промежуточной опоре	242.5*2.1	
40. Натяжение грозозащитного троса	По грозозащите	Возможно еще максимальное натяжение
41. Гасители вибрации грозозащитных тросов	-	
43. Коэффициент перетяжки при монтаже провода	1	Действует только при расчете по коэффициенту перетяжки. см. п48
44. Коэффициент перетяжки при монтаже троса	1	-/-
45. Коэффициент запаса по длине провода и троса	1.03	Коэффициент для спецификации
46. Коэффициент запаса по количеству изоляторов	1.03	-/-
47. Коэффициент запаса по количеству арматуры	1.02	-/-
48. Способ учета остаточных деформаций	По коэфф.	... или по временным РУ.
49. Шаг длины пролета при расстановке опор, м	3	Программа будет округлять пролеты между устанавливаемых промежуточных опор до числа, ратному
50. Единица измерения нагрузки	Ньютон	еще результаты можно выводить в деканьютонах или килограммах силы
51. Монтажные стрелы выводить для	наибольшего пролета	Монтажные стрелы можно выводить для всех пролетов, для смежных с крайними и средним

Стандартные изоляторы для анкерной опоры или для промежуточных опор могут быть введены в виде текста, аналогичного приведенному в таблице и на рисунке или с использованием формы вида.

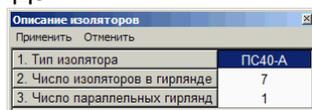


Рис. 16 Ввод параметров гирлянды изоляторов.

Число изоляторов в гирлянде определяется при его выборе из справочника. Рассчитывается по номинальному напряжению, длине пути утечки изолятора, коэффициенту эффективности, степени загрязнения района. Расчет выполняется только при выборе изолятора. Число цепей гирлянд >1 должно быть задано до выбора изолятора, так как учитывается число параллельных цепей, которое влияет на число изоляторов в цепи (1 или много)

Длина и вес арматуры подвески - вводятся в специальную форму на Рис. 17.

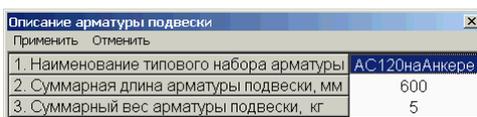


Рис. 17 Ввод длины и веса арматуры подвески провода и гирлянды изоляторов

Наименование типового набора арматуры – поименованное множество элементов арматуры, необходимое для обеспечения подвески гирлянды изоляторов и подвески провода (троса, ВОК) на анкерной или промежуточной опоре. Типовые наборы формируются в справочнике. Одни и те же наборы могут применяться в разных проектах. Набор имеет общую характеристику – суммарную дополнительную к гирлянде длину и суммарный дополнительный вес. При расчетах, если набор конкретных элементов не значим, то наименование может оставаться не заполненным (набор не выбираться из справочника), а просто ведена длина и вес набора. При этом нулевые значения допустимы.

Провод преобладающей части участков ВЛ выбирается из справочника. В случае сложной конструкции фазы для ввода описания провода используется форма вида

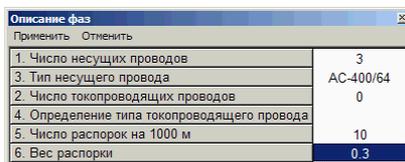


Рис. 18. Ввод описания провода фазы.

В этом случае провод будет обозначен как 3*АС-400/64

Токопроводящие провода, это те, которые не несут нагрузку натяжения. В общем случае фаза может состоять из несущих проводов марки АС и токопроводящих – марки А. Такая ситуация может иметь место при выполнении гибких токопроводов.

– Натяжение грозозащитных тросов – способ расчета натяжения

1. **Максимальное** – для расчета натяжения в исходном режиме применяется алгоритм, аналогичный расчету проводов по допустимому напряжению. В этом случае допустимые расстояния, скорее всего, обеспечатся. Обеспечится также допустимость напряжения во всех расчетных режимах. Однако нагрузка на анкерные опоры может оказаться избыточной. Хотя, нагрузка на опору может быть ограничена вводом допустимого тяжения троса.
2. **По грозозащите** – натяжение троса определяется минимальным таким, чтобы в режиме грозовой активности, расстояние по вертикали между тросом и проводом было не меньше нормируемого ПУЭ для данного пролета. При этом нагрузка на опору может значительно быть меньше.

оба варианта натяжения имеют нечеткие формулировки ограничений и нечеткие границы. Программа позволяет выполнить проверку во всех режимах при любом выбранном способе натяжения грозотроса.

– Коэффициент перетяжки при монтаже провода – максимальный допустимый коэффициент увеличения напряжения провода в исходном (наиболее тяжелом) режиме при увеличении тяжения в монтажном режиме. Если этот коэффициент равен 1, то перетяжка не выполняется. Меньше единицы быть не может. Этот коэффициент не рассматривается, если учет перетяжки выполняется по временным руководящим указаниям [5].

– Коэффициент перетяжки при монтаже троса – то же, что и предыдущее, но примененное к тросу.

- Коэффициент перетяжки при монтаже ВОК – то же, что и предыдущее, но примененное к оптическому кабелю (временные руководящие указания не применяются к кабелю).
- Коэффициент запаса по длине провода и троса – действует при формировании ведомостей проводов и тросов.
- Коэффициент запаса по количеству изоляторов – действует при формировании ведомости.
- Коэффициент запаса по количеству арматуры – действует при формировании ведомости.
- Способ учета остаточных деформаций – возможны 2 способа по Временным Руководящим указаниям [5] и по заданному коэффициенту перетяжки.
- Шаг длины пролета при расстановке опор, м – шаг округления позиций опор при расстановке. По умолчанию расстановка до 1 м. Можно задать точность любую от 1 до 10 м.
- Единица измерения нагрузки – внутренняя единица измерения – Ньютон. Соответственно скоростной напор – Паскаль. Можно сделать декаНьютон или килограмм-силу. В литературе часто декаНьютон эквивалентен килограмм-силе. В программе это не так. Коэффициент пересчета Ньютон-декаНьютон – 10, а Ньютон-кгс – 9.81.
- Стандартное расположение окон – возможны следующие варианты
 3. а) одна таблица на экране – таблица во все окно программы ее размер изменяется с размером окна (переключение командами главного меню)
 4. б) Все таблицы – все таблицы, которые могут быть одновременно выведены – выводятся на экран так, что они не перекрываются. Можно свободно переходить от таблицы к таблице с использованием мыши.
 5. с) все таблицы каскадом – видны все таблицы, но они могут перекрываться друг другом.
 6. д) все закрыть - закрываются все таблицы, а потом вызываются по мере необходимости те которые необходимы для работы.

5.6.2 Команда «Трассы линии»

Данная команда выводит на экран таблицу с данными о трассах воздушных линий, входящих в состав расчетной модели, включая их обозначение, наименование и длину. При обращении к команде на экран выводится таблица.

Трассы (Воздушные линии)									
Правка	Печать	Выбрать/Закрыть							
Номер	Обозначение линии/трассы	Наименование	Длина м	Префикс	Начальный номер	Постфикс	Первая опора	Последняя опора	Дистанция начала
1			0		0		A1	A2	0
...									

Рис. 19 Таблица «Трассы»

Обозначение. – код линии только для отображения в документах.

Наименование линии для отображения в документах.

Длина линии вычисляется как сумма длин анкерных участков.

Префикс – буквенная часть левее цифровой части при автоматическом назначении номера опоры.

Начальный номер – номер, с которого следует начинать нумерацию опор при автоматической нумерации

Постфикс – буквенная часть номера опоры правее цифровой части при автоматической нумерации.

Номер опоры может состоять из следующих полей

Префикс	Номер	Постфикс
---------	-------	----------

При этом префикс и постфикс не являются обязательными полями. Примеры номеров опор

1, 2, 3, ... 100

A1, A2, A3, ... A50

ABC1DE, ABC2DE, ABC3DE, ... ABC123DE

Первая опора – обозначение или код первой опоры трассы. Первая опора может принадлежать другой трассе, если данная трасса – отпайка.

Последняя опора – обозначение или код последней опоры трассы. Последняя опора может принадлежать другой трассе, если данная трасса – отпайка или хорда линии.

Дистанция начала – дистанция первой опоры трассы. Этот параметр можно изменить. В этом случае произойдет пересчет дистанций и пикетов всех опор данной трассы. При этом будет предложено подтверждение выполнения операции

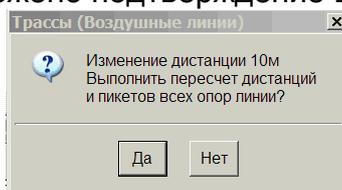


Рис. 20 Подтверждение необходимости пересчета дистанций и пикетов.

5.6.3 Команда «Описание трассы».

Описание профиля приведено в таблице на Рис. 21.

№ тр.	Дистанция м	Уровень оси м	Пикет	Азимут °	Уровень лев. м	Уровень прав. м	Уст. опор	Грунт (код)	Тип пересечения	Ось/зона	Ширина м	Угол °	Уровень пересеч	Пользователь земли	Тип угдий	Тип леса	Высота леса	Примечания	X на плане	Y на плане
1	9597	170.52	ПК95+97	200°	170.52	170.52	A	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0		0	0
1	9630.6	169	ПК96+30.6	200°	169	169	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0		0	0
1	9658.5	168.5	ПК96+58.5	0°	168.5	168.5	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0		0	0
1	9679.5	167.5	ПК96+79.5	0°	168	168	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0		0	0
1	9686.5	167.5	ПК96+86.5	0°	166.5	166.5	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0		0	0
1	9702.1	169.92	ПК97+2.1	0°	167.5	167.5	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0		0	0
1	9739	169.5	ПК97+39	0°	172.34	172.34	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	0		0	0

Рис. 21 Описание профиля трассы

Описание профиля трассы формируется для каждой линии (трассы). Таблица состоит из большого числа колонок, но программе совсем не обязательно заполнение всех колонок. Самыми важными являются колонки 2 и 3, остальные могут заполняться при необходимости.

1. № тр. – номер трассы, номер ВЛ. Все строки профиля одной трассы имеют один и тот же номер. Поле можно не заполнять, тогда будет введен профиль текущей линии. При заполненном профиле можно вводить в одном потоке сразу несколько линий.

2. Дистанция - расстояние от начала линии или от точки за пределом начала линии. Самое младшее значение этого расстояния считается точкой установки первой анкерной опоры линии.

3. Уровень – высота земли от условного нуля по оси трассы. Важно, чтобы нуль был выбран единый на всю модель. Например, от уровня моря или от уровня основания первой опоры первого участка или др. Обычно - Балтийская система отсчета.

4. Пикет – обозначение точки измерения. При вводе с клавиатуры или из внешнего файла значение пикета будет синтезироваться формально из дистанции, но, если пикеты ввести вручную, или они предусмотрены во входном потоке (внешнем файле или в буфере обмена), можно предусмотреть любую систему пикетов, в том числе и рубленых, которые будут использоваться в выходной документации.

5. Азимут или дирекционный угол трассы. Точка изменения этого угла – поворот трассы. По контекстному меню можно включить режим отображения угла поворота трассы. В этом случае в шапке будет Угол.

6. Уровень лев. – высота земли от условного нуля (см. уровень) для левого края трассы. Если разница с уровнем по оси более 20 м, то программа примет, что это ошибка и примет уровень равный уровню по оси
7. Уровень прав. – высота земли от условного нуля (см. уровень) для правого края трассы. Если разница с уровнем по оси более 20 м, то программа примет, что это ошибка и примет уровень равный уровню по оси
8. Уст. опоры – признак установки опоры ('-' – нет опоры; А – анкерная опора; П – промежуточная опора). Признаком анкерной опоры является точка начала профиля, точка конца профиля, каждая точка изменения азимута. Признак необходим только там, где анкерная опора нужна, несмотря на то, что точка не конечная и не угловая. Но можно задать и положения промежуточных опор. Параметр необходим для ввода исходных данных по положениям анкерных опор, и при формальном вводе описания трассы существующей ВЛ для задания положения всех опор.
9. Грунт (код) – код качества грунта, который следует учесть при расстановке опор. Нулевое значение соответствует отсутствию проблем. Пока любое значение больше нуля воспринимается как запрет установки опоры. Вручную опору можно поставить в любой точке, даже в зоне запрета. Зона запрета установки промежуточных опор определяется двумя смежными точками с установленным кодом грунта. Одна точка имеет нулевой размер, она одна не может определять зону запрета. Две точки определяют отрезок - область, которая может определять зону запрета.
10. Тип пересечения – информация о пересечении, является дублирующей по отношению к таблице пересечений, точнее – исходной. Описание этого и следующих параметров следует смотреть в описании таблицы пересечений п. 5.6.7 (Команда «Пересечения линий»). Ввод информации необходим, если имеется возможность ее получение вместе с описанием профиля во внешнем файле.
11. Ось/Зона – вид пересечения – сосредоточенное, заданное пикетом осевой линии и шириной или относительно широкой зоной, для которой сложно определить пикет осевой линии. Для широкой зоны в таблице пересечений задается пикет левого края (описание сверху вниз в таблице – соответствует слева – направо на местности). В этой таблице – таблице описания профиля «Зона» описывается множеством точек, расположенных подряд, для которых поле ширина и угол пересечения равны нулю.
12. Пересечение «Ось» используется для автодороги, железной дороги, линии электропередач, линии связи, трубопровода, небольшая река и т.п. «Зона» для обозначения пересечения большой реки, залива, озера, болота, системы трубопроводов, системы автодорог.
13. Ширина (пересечения) – значима только для пересечений, заданных вариантом «Ось». Если «Ось», то задан пикет середины, а само пересечение расположено влево и вправо от оси на половину ширины.
14. Угол пересечения – значим, если вариант пересечения «Ось». Угол используется для расчета длины области под линией. Например, ширина области пересечения дороги под углом 45 градусов почти в полтора раза больше ширины дороги.
15. Уровень пересечения – высота прокладки пересекаемого объекта в тех же единицах и с той же точкой отсчета, что и уровень земли.
16. Пользователь земли – обозначение землепользователя – выбирается из таблицы землепользователей – вручную или при формальном вводе автоматически.
17. Тип угодий – выбирается из встроеного меню – используется для расчета отвода земли.
18. Тип леса – выбирается из меню – используется для расчета просек.
19. Высота леса – вводится целым числом, используется для расчета вырубki просек.
20. Примечание – текстовое описание точки измерения.
21. X на плане – координата на плане или абсолютная координата. Параметр предназначен только для формализованного ввода внешних данных. Выведен для кон-

троля правильности ввода. Ручное изменение допустимо, но для решения задачи не имеет смысла. Позднее ручное изменение будет запрещено.

22. Y на плане – координата Y аналогичная X.

Точки описания профиля могут вводиться произвольно. С постоянным шагом по высоте, с постоянным шагом по расстоянию или с переменным шагом по любому измерению. В любой момент можно изменить любую координату. При вводе профиля вручную программа пытается автоматически угадать постоянный шаг по расстоянию или по высоте по последним введенным строкам.

Основные данные описания профиля содержатся в колонках дистанция и уровень. Остальные данные могут отсутствовать

Описание профиля трассы может также вводиться из системного буфера обмена, из файла обмена или непосредственно с чертежа AutoCAD или обработанные (дешифрованные) данные лазерного сканирования из файла *.xyz. Если данные вводятся через буфер обмена и в них поле – номер участка пустое, то профиль вводится для текущего участка. При импорте данных в виде полной модели, если во входном наборе нет указаний на тип данных, то программа считает, что это описание профиля.

Контекстное меню для ввода описания трассы приведено ниже.

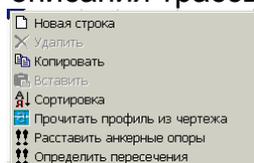


Рис. 22 Контекстное меню для ввода описания трассы

Вставить - заполнение таблицы информацией из системного буфера обмена
Команда «Вставить» активна, если в буфере обмена есть информация.

Расставить анкерные опоры – позволит выполнить расстановку опор по информации введенной в описание трассы.

Определить пересечения – позволит ввести описания пересечений по информации, введенной в описание трассы. Если пересечения или анкерные опоры были введены ранее, то выдается запрос

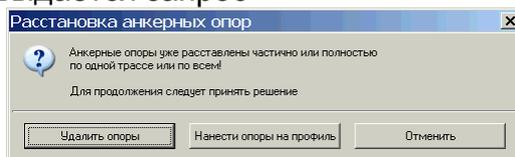


Рис. 23. Запрос при повторном вводе анкерных опор

Если ответить «Удалить опоры», то опоры будут удалены и снова расставлены, по информации из описания трассы. Одновременно будут удалены описания анкерных участков, а затем созданы снова.

Если ответить «Нанести опоры на профиль», то в таблице описания трассы будут расставлены «птицы» там, где фактически установлены опоры.

Прочитать профиль из чертежа – по этой команде линия поверхности земли с чертежа профиля может быть оцифрована и перенесена в модель, то есть, переведена в табличный вид для выполнения расчетов. Для выполнения оцифровки необходимо ввести настроечные данные в таблицу, приведенную на Рис. 24.

Чтение профиля с чертежа	
Выполнить	Отменить
Масштаб по X (1:...)	5000
Масштаб по Y (1:...)	500
Дистанция точки начала участка	0
Уровень точки начала участка	0
Привязка по X в единицах AutoCAD	0
Привязка по Y в единицах AutoCAD	100
Имя слоя линии поверхности	

Рис. 24 Таблица настройки считывания данных из чертежа

Масштабы по длине и по высоте чертежа профиля. Под масштабом понимается отношение размера на местности к соответствующему размеру на чертеже в пространстве модели в единицах AutoCAD (Если 1 ед.= 1 мм чертежа, то масштаб должен вводиться по надписи штампа, если в одном миллиметре число единиц AutoCAD больше или меньше единицы, то соответственно должен быть пересчитан масштаб.).

Описание одной точки профиля на местности – «Дистанция точки начала» и «Уровень точки начала» (Отметка) и на чертеже «Привязка по X в единицах AutoCAD» и «Привязка по Y в единицах AutoCAD». Наименование слоя, в котором расположена кривая описания профиля. Ломаная описания профиля может состоять из цепочки отрезков и/или цепочки полилиний. Описание поверхности должно находиться в особом слое. Имя этого слоя должно быть введено явно. По умолчанию. – «CS_Surface», но может быть и любое другое.

Для ввода описания профиля необходимо следующее.

1. Должен быть загружен AutoCAD.
2. В текущем последнем окне загружен чертеж с профилем трассы.
3. Линия поверхности земли должна быть вычерчена с использованием объектов AutoCAD «Line» и «PolyLine» в отдельном слое. Имя слоя вводится в таблицу настройки.
4. В слое линии поверхности не должно быть других построений, иначе программа их примет за описание линии поверхности.
5. Разрывы линии допускаются. Разрывы или участки линии до 1 единицы AutoCAD (до 1 мм) – игнорируются. Точка «не аккуратного соединения» - принимается координатой левой точки (ранее начерченной). Разрывы более 1 мм заполняются линией. Обе концевые точки в разрыве считаются значимыми, они вносятся в описание профиля. В описании кривой могут чередоваться участки, описанные цепочкой отрезков (Line), и участки, описанные полилинией (PLine).

Одна и та же трасса может заполняться и из файла обмена и из чертежа AutoCAD много раз. При этом ответственность за отсутствие наложений (пересечений) вводимых участков полностью на расчетчике. Программа никаких проверок не выполняет. Если ввести один и тот же участок 2 раза, то для каждой точки будет две одинаковые строчки, расположенные подряд. В таком случае, возможно, что проще удалить все описание трассы и ввести его повторно без ошибок. (Удаление трассы в таблице выполняется командами Ctrl+A, Del).

5.6.4 Команда «Анкерные опоры».

Информация о размещении анкерных опор приводится в таблице, примеры которой приведены на Рис. 25. Вид этой таблицы зависит от состава общих данных.

№	Обозначение	X м	Y м	Дистанция м	Пикет	Марка опоры	Тип	Азимут	Н нижн. траверсы	Дополнит. гирлянды	Комплект оборудования	Комплект арматуры	Детали опоры	Вид фунда.	Примечание
1.1	0	0.00	0.00	0.00	ПК0+00.00	Портал ячейки	A	60°	17	-	-	-	-	Косой	
1.2	2	78.46	45.30	90.60	ПК0+90.60	У110-2	A	60°	10.5	-	-	-	-	Косой	
1.3	3	112.11	64.72	129.45	ПК1+29.40	У110-2	A	202°30'	10.5	-	-	-	-	Косой	
1.4	4	101.81	103.17	169.25	ПК1+69.20	У110-2	A	316°30'	10.5	-	-	-	-	Косой	
1.5	7	-327.12	242.54	620.25	ПК6+20.20	У110-2	A	272°30'	10.5	-	-	-	-	Косой	
1.6	56	-11069.55	-2237.55	11645.25	ПК116+45.20	У110-2	A	253°30'	10.5	-	-	-	-	Косой	
1.7	58	-11296.02	-2319.98	11886.25	ПК118+86.20	У110-2	A	246°30'	10.5	-	-	-	-	Косой	
1.8	83	-16156.46	-4796.49	17341.25	ПК173+41.20	У110-2	A	221°30'	10.5	-	-	-	-	Косой	
1.9	91	-16731.39	-6376.12	19022.25	ПК190+22.20	У110-2	A	200°0'	10.5	-	-	-	-	Косой	
1.10	93	-16869.91	-6756.69	19427.25	ПК194+27.20	У110-2	A	200°0'	10.5	-	-	-	-	Косой	

Рис. 25 Таблица «Анкерные опоры»:

В таблице предусмотрены следующие колонки

1. **Номер анкерной опоры.** Этот номер является внутренним искусственным ключом. Нумерация анкерных опор выполняется автоматически, не зависимо от нумерации промежуточных опор.

2. **Обозначение** – группа символов, которая может однозначно идентифицировать опору в проекте. Параметр не является обязательным для начального ввода. Он может быть получен позднее автоматически

3. **Координаты X и Y** на плане ВЛ в метрах. Координаты используются для задания конфигурации ВЛ и для вычисления длин участков линии. Параметры не являются обязательными. Они необходимы, если в число выходных документов входит план.

4. **Дистанция** – расстояние от некоторой фиксированной точки по трассе (например, от точки положения портала питающей подстанции). Параметр не является обязательным. Он может вычисляться, если введены координаты и конфигурация линии.

5. **Пикет** – обозначение пикета, определенное с учетом измерений. Таблицей для пересчета пикета в дистанцию является таблица описания профиля.

6. **Марка опоры** выбирается из справочной базы данных. Но при создании новой строки поле заполнено автоматически по информации из таблицы общих данных.

7. **Тип** – тип опоры. В этой таблице могут быть анкерные-концевые, анкерные угловые или промежуточные угловые опоры. Для всех анкерных вводится «А», а для угловых промежуточных «У». Опора типа «У» не может быть первой или последней на трассе. При расчете приведенной длины пролета такая опора рассматривается как промежуточная. Смежные участки с такой опорой объединяются и в расчете и арматура гирлянд используется как для промежуточной опоры.

8. **Азимут** – задает ориентацию опоры для расчета нагрузок на опору в осях, привязанных к опоре. Пока эта функция не включена. Программа считает, что траверсы опоры располагаются по биссектрисе угла поворота, а траверсы концевой опоры перпендикулярны линии.

9. **Высота крепления** к опоре гирлянды нижнего провода ВЛ. Эта высота, как правило, должна определяться по справочнику. Реально опора может быть заниженной или завышенной. В этом случае высоты подвеса всех проводов соответственно будут отличаться от того, что в справочной базе данных. Изменение высоты подвеса может быть осуществлено, в том числе, и подсыпкой или выемкой грунта.

10. **Дополнительные гирлянды** – описание гирлянд изоляторов, которые не учитываются в расчете, но должны быть учтены в ведомостях и спецификациях. Это могут быть обводные изоляторы на опорах с большими углами поворотов. Информация может вводиться с использованием таблички Рис. 26 или вводится непосредственно в поле строкой вида 15*ПС-70Е, если одна дополнительная гирлянда из 15 изоляторов или 3*10*ПС-70Е, если 3 по 10 изоляторов. После ввода строки программой проверяется правильность типа изолятора, и только если все правильно ввод принимается.

Описание дополнительных гирлянд	
Применить Отменить	
1. Тип изоляторов	ПС-70Е
2. Число изоляторов в цепи	15
3. Число цепей изоляторов в подвеске	1
4. Наименование типового набора арматуры	ПГ-1
5. Число дополнительных гирлянд на опоре	1

Рис. 26 Табличка для ввода информации о дополнительных гирляндах на анкерной опоре

11. **Детали опоры** – колонка содержит только признак наличия описания деталей опор. При выборе типа опоры, если в справочнике перечень деталей данного типа опоры заполнен, то перечень копируется в описание конкретной опоры. При редактировании этого поля предлагается таблица Рис. 27, аналогичная таблице деталей опоры в справочнике.

Детали опор				
Правка Печать Закрыть				
Опора 1				
№	Наименование	Обозначение	Номер чертежа	Количество
1	Стойка центрифуг			1
2	Траверса малая			1
3	Траверса Большая			1

Рис. 27 Таблица деталей опоры.

Параметры, которые не являются обязательными, могут и не вводиться. Они (Обозначение и пикет) могут быть вычислены после определения общего числа опор.

12. **Вид фундамента** – код вида фундамента. Программа поддерживает «Прямой» фундамент – может применяться для стальных промежуточных опор и реже для стальных анкерных «Косой» грибовидный фундамент для анкерных стальных опор. Если не указан ни прямой ни косой, то программа считает, что у опоры фундамента нет. Например непосредственно железобетонная стойка заглубляется в землю.

13. **Примечания** – произвольный текст, который можно связать с опорой и в последствии вывести на профиль.

5.6.5 Команда «Анкерные участки».

Таблица описания участков приведена на Рис. 28.

Таблица описания участков зависит от настройки общих данных. Возможны следующие варианты.

1. Одиночный провод в фазе без промежуточных опор.

№	Код	Опора 1	Опора 2	Мест-ность	Длина пролета	Марка провода	Допустимое тяжение	Допустимое напряжение	Число фаз	Изоляторы опоры 1	Арматура опоры 1	Высота крепл.	Изоляторы опоры 2	Арматура опоры 2	Высота крепл.
1	1	a1	a2	A	0	АС-120/19	20930	153	3	8*ПФ6	АС120наАнкере	16	8*ПФ6	АС120наАнкере	17

Рис. 28 Описание участков с одиночным проводом в фазе без промежуточных опор

Если промежуточных опор нет, то участок имеет единственный пролет, который образуется анкерными опорами. Допустимое тяжение определяется при выборе провода, как соответствующее максимально допустимому напряжению, но может быть изменено в меньшую сторону.

2. Одиночный провод в фазе при наличии промежуточных опор

№	Код	Анкерная опора 1	Анкерная опора 2	Мест-ность	Анкет	Длина участка	Мас. дов. участка	Допустимый габарит	Марка провода	Допустимое тяжение	Допустимое напряжение	Число фаз	Марка опоры	Изоляторы опоры	Арматура опоры	Высота пролет	Марка ГВ троса	Допустимое тяжение	Допустимое напряжение	Число тросов	Изоляторы троса	Арматура троса	Марка ГВ троса	Марка ГВ троса	Число пролетов	Примененный пролет	Кол. ш	Кол. ш	Аварийный габарит
1	10	В	В	В	200	1304	250	7	АС-15024	22943	129	6	ПБ-110-8	2*ПФС-70Е	1229*9.39	14.5	ASLHD 1x24 SMI	15730	193	1	-	1023*14.28	ПФ-1.6-13-45020	ГВ-3322-02	2	198.66	1.1	1.3	0
2	11	В	В	В	173	264	250	7	АС-15024	26500	153	6	ПБ-110-8	8*ПФС-70Е	1229*9.39	14.5	ASLHD 1x24 SMI	15730	193	1	-	1023*14.28	ПФ-1.6-13-45020	ГВ-3322-02	2	145.38	1.1	1.3	0
3	12	В	В	В	189	772	250	7	АС-15024	22556	130	6	ПБ-110-8	2*ПФС-70Е	1229*9.39	14.5	ASLHD 1x24 SMI	15730	193	1	-	1023*14.28	ПФ-1.6-13-45020	ГВ-3322-02	4	195.01	1.1	1.3	0
4	13	В	В	В	177	784	250	7	АС-15024	23655	136	6	ПБ-110-8	8*ПФС-70Е	1229*9.39	14.5	ASLHD 1x24 SMI	15730	193	1	-	1023*14.28	ПФ-1.6-13-45020	ГВ-3322-02	5	162.91	1.1	1.3	0
5	14	В	В	В	170	1330	250	7	АС-15024	22556	130	6	ПБ-110-8	8*ПФС-70Е	1229*9.39	14.5	ASLHD 1x24 SMI	15730	193	1	-	1023*14.28	ПФ-1.6-13-45020	ГВ-3322-02	6	177.71	1.1	1.3	0
6	15	В	В	В	217	227	250	7	АС-15024	26500	153	6	ПБ-110-8	8*ПФС-70Е	1229*9.39	14.5	ASLHD 1x24 SMI	15730	193	1	-	1023*14.28	ПФ-1.6-13-45020	ГВ-3322-02	2	113.06	1.1	1.3	0
7	16	В	В	В	131	604	250	7	АС-15024	24941	144	6	ПБ-110-8	2*ПФС-70Е	1229*9.39	14.5	ASLHD 1x24 SMI	15730	193	1	-	1023*14.28	ПФ-1.6-13-45020	ГВ-3322-02	4	152.83	1.1	1.3	0

Рис. 29 Описание участков с одиночным проводом в фазе при наличии промежуточных опор

По отношению к предыдущему варианту дополнительно предлагаются колонки, связанные с описанием промежуточных опор, а также гирлянд изоляторов для их подвески. Для расстановки опор задается допустимый габарит провода и максимальная длина пролета.

3. Сложная конструкция фазы (несколько проводов в фазе) без промежуточных опор.

№	Код	Опора 1	Опора 2	Мест-ность	Длина пролета	Марка проводов	Допустимое тяжение	Допустимое напряжение	Распорок на 1 км	Вес распорки	Число фаз	Изоляторы опоры 1	Арматура опоры 1	Высота крепл.	Изоляторы опоры 2	Арматура опоры 2	Высота крепл.
1	1	a1	a2	A	0	АС-120/19	20930	153	0	0	3	8*ПФ6	АС120наАнкере	16	8*ПФ6	АС120наАнкере	17

Рис. 30 Описание участков со сложной конструкцией фазы

Эта таблица отличается от представленной на Рис. 28 полями с описанием значимых деталей конструкции фазы. Предполагается, что фаза может состоять из несущих проводов, воспринимающих механическую нагрузку и токоведущих проводов, которые нагрузку не воспринимают. То есть задается тип для несущих и токоведущих проводов, а также число проводов каждого вида в фазе. Кроме того, вводится вес и количество распорок на единицу длины.

4. Сложная конструкция фазы при наличии промежуточных опор.

Таблица для ввода информации в этом случае имеет вид, представленный на Рис. 31. Она включает поля всех выше описанных таблиц и дополнительные.

Анкерованные участки ВЛ с расщепленной фазой																		
№	Код	Анкерная опора 1	Анкерная опора 2	Мест-ность	Азимут	Длина участка	Допустимый пролёт	Допустимый габарит	Марка проводов фазы	Допустимое тяжение	Допустимое напряжение	Распорок на 1 км	Вес распорки	Число фаз	Изоляторы анкера 1	Арматура анкера 1	Высота крепл.	Изоляторы анкера 2
1	1	a1	a2	A	0°	0	0	7	АС-120/19	20930	153	0	0	3	8*ПФ6	АС120наАнкере	16	8*ПФ6

Рис. 31 Описание участков со сложной конструкцией фазы при наличии промежуточных опор

№	Код	Анкерная опора 1	Анкерная опора 2	Мест-ность	Азимут	Длина участка	Мас. дин на пролёте	Допустимый габарит	Марка проводов	Допустимое тяжение	Допустимое напряжение	Число фаз	Марка опоры промежуточной	Изоляторы фазы	Арматура фазы	Высота крепл.	Марка троса	Допустимое тяжение	Допустимое напряжение	Число тросов	Изоляторы троса	Арматура троса	Марка Г/В провода	Марка Г/В троса	Число пролетов	Приведенный пролет	Клс_ж	Клс_т	Аварийный габарит
1	1	0	1	A	60°	90.8	227.7	8	АС-400/93	76378	153	6	П110-2	8*ПС-70Е	АС120на пром	19	С-70*	45010	617	1	-	Трос на пром.опоре	ПТМ-7-2	ПТМ-7-2	1	30.6	1.1	1.3	7
2	2	1	2	A	60°	38.85	227.7	8	АС-400/93	69386	139	6	П110-2	8*ПС-70Е	АС120на пром	19	С-70*	45010	617	1	-	Трос на пром.опоре	ПТМ-7-2	ПТМ-7-2	1	38.85	1.1	1.3	7
3	3	2	3	A	345°	39.8	227.7	8	АС-400/93	69386	139	6	П110-2	8*ПС-70Е	АС120на пром	19	С-70*	45010	617	1	-	Трос на пром.опоре	ПТМ-7-2	ПТМ-7-2	1	39.8	1.1	1.3	7
4	4	3	5	A	288°	45.1	227.7	8	АС-400/93	20288	40.64	6	П110-2	8*ПС-70Е	АС120на пром	19	С-70*	45010	617	1	-	Трос на пром.опоре	ПТМ-7-2	ПТМ-7-2	2	225.7	1.1	1.3	7
5	5	53	54	A	257°	110.25	227.7	8	АС-400/93	50653	131.9	6	П110-2	8*ПС-70Е	АС120на пром	19	С-70*	45010	617	1	-	Трос на пром.опоре	ПТМ-7-2	ПТМ-7-2	49	232.5	1.1	1.3	7
6	6	53	54	A	250°	241	227.7	8	АС-400/93	26244	50.57	6	П110-2	8*ПС-70Е	АС120на пром	19	С-70*	45010	617	1	-	Трос на пром.опоре	ПТМ-7-2	ПТМ-7-2	1	241	1.1	1.3	7
7	7	54	75	A	243°	545.5	227.7	8	АС-400/93	69386	139	6	П110-2	8*ПС-70Е	АС120на пром	19	С-70*	45010	617	1	-	Трос на пром.опоре	ПТМ-7-2	ПТМ-7-2	21	293.8	1.1	1.3	7

Таблица 1 Полный список параметров таблицы анкерных участков

Наименование колонки	Пример заполнения	Пояснения
№	1	Порядковый номер участка
Код	1	Код участка (используется в ссылках)
Анкерная опора 1	a1	Код или обозначение левой опоры
Анкерная опора 2	a2	... правой анкерной опоры
Местность	A	Тип местности по ПУЭ (список Рис. 32)
Азимут, °	0°	Абсолютный угол участка азимут или дирекционный угол
Длина участка	100	
Допустимый пролёт	0	Максимально возможный пролет при расстановке опор предлагается список ограничений Рис. 33
Допустимый габарит	7	
Марка проводов фазы	АС-120/19	
Допустимое тяжение	20930	Ограничение тяжения фазного провода по условиям списка Рис. 34
Допустимое напряжение	153	
Распорок на 1 км	0	Число распорок на 1000 м провода
Вес распорки	0	
Число, фаз	3	3 для одноцепной и 6 для двухцепной ВЛ
Изоляторы анкера 1	8*ПФ6	Для левой опоры
Арматура анкера 1	АС120наАнкере	
Высота, крепл.	16	
Изоляторы анкера 2	8*ПФ6	Для правой опоры
Арматура анкера 2	АС120наАнкере	
Высота, крепл.	17	
Марка опоры промежуточной	У110-2	Для расставляемых промежуточных опор
Изоляторы фазы	8*ПФ6	
Арматура фазы	АС120на пром	
Высота, крепл.	10.5	
Марка троса	АС-120/19	
Допустимое тяжение	20930	
Число тросов	1	
Изоляторы анкера 1	ПС6-А	Для троса на левой опоре
Арматура1, длина*вес	Трос на пром.опоре	
Изоляторы анкера 2	ПФ6-Б	
Арматура2, длина*вес	Трос на анк.оп.	Для троса на правой опоре
Изоляторы троса	ПФ6	
Арматура троса	Трос на пром.опоре	
Марка Г/В провода	ГВ-1	
Марка Г/В троса	ГВ-2	
Число пролетов	1	определяется после расстановки, а изменить можно только изменением расстановки опор

Наименование колонки	Пример заполнения	Пояснения
Приведенный пролет	0	-//-
Knw_w	1	Коэффициент надежности по ответственности для определения ветровой расчетной нагрузки
Knw_i	1	Коэффициент надежности по ответственности для определения гололедной расчетной нагрузки
Аварийный габарит	5	Допустимый габарит на участке при обрыве нижнего провода в соседнем пролете.

Особенности ввода информации в отдельные поля.

При вводе кода местности – предлагается список Рис. 32

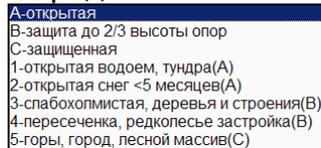


Рис. 32 Выбор типа местности по ветровому давлению и по необходимости защиты от вибрации

При вводе допустимой длины пролета предлагается список вариантов значения, определяемого как габаритный пролет, ветровой пролет, длина, ограниченная условием молниезащиты, длина пролета, ограниченная условием схлестывания.



Рис. 33 Список ограничений длины пролета

При вводе допустимого тяжения или напряжения фазного провода предлагается список вариантов значений, определенных по разным условиям – по допустимому напряжению провода, по ограничению нагрузки опоры, по минимуму натяжения для обеспечения габарита от земли и от пересечений до провода. Так можно учесть ограничение по проводу, по опоре или выбрать наименьшее тяжение, которое только обеспечивает габарит линии.

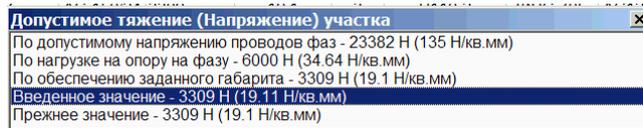


Рис. 34 Список ограничений допустимого тяжения фазного провода

Контекстное меню при работе с таблице анкерных участков имеет вид

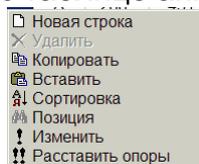


Рис. 35 Контекстное меню таблицы анкерных участков

По команде изменить можно внести изменения в группу строк таблицы или во все строки. Команда применяется к выделенным строкам. Если перед вызовом команды «Изменить» строки не выделены, то программа принимает что выделены строки от текущей до последней. Параметры изменения вводятся в таблицу Рис. 36.

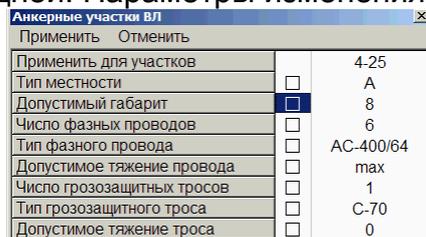


Рис. 36 Таблица ввода параметров изменения множества строк.

В этой таблице приведен список параметров, которые можно изменять для множества строк. Для того чтобы нужный параметр изменился, следует установить Калку необходимости изменения и новое значение. Тип фазного провода или грозороса выбирается из справочника. Допустимое тяжение вводится числом. Если введенное значение больше допустимого справочного для данного провода, то устанавливается значение из справочника. Если вводится ноль, то предполагается, что программа автоматически определит допустимое тяжение. Для фазных проводов выдается дополнительный запрос Рис. 37.

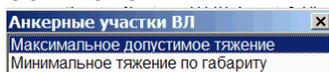


Рис. 37

При выборе п. «Максимальное допустимое тяжение» программа для каждого анкерного участка выберет допустимое тяжение, ограниченное возможностями провода или опоры, что меньше. В поле допустимое тяжение будет «max», как на рисунке.

При выборе п. «Минимальное тяжение по габариту», в поле допустимого тяжения будет «min», а при выполнении команды программа для каждого анкерного участка определит такое минимальное тяжение, что во всех его пролетах будет обеспечен габарит от земли, в режиме наибольшей стрелы провисания и габарит над пересечениями в режимах, заданных для соответствующих пересечений. Минимальное тяжение можно выбирать только в случае расставленных промежуточных опор или в случае, когда промежуточные опоры заведомо не нужны.

Для того, чтобы ввести численное значение, его следует ввести вместо min или max.

Для грозозащитного троса, введенное нулевое значение допустимого тяжения предполагает определение наибольшего тяжения по справочнику.

По команде контекстного меню «Расставить опоры» выполняется расстановка промежуточных опор для группы выделенных участков без дополнительных запросов. Настройка процесса расстановки выполняется с использованием таблицы, приведенной на Рис. 38.

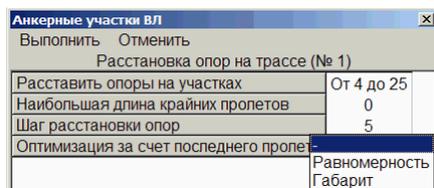


Рис. 38 Задание на расстановку опор для нескольких анкерных участков

Более подробная таблица настройки приведена на Рис. 47. Необходимо отметить, что расстановка выполняется от текущего участка и до конца или только для выделенных участков. В процессе расстановки выводится окно, Рис. 39.



Рис. 39 Окно процесса расстановки опор

Процесс расстановки опор может выполняться достаточно долго. Этот процесс можно отметить, закрыв окно процесса.

5.6.6 Команда «Сосредоточенные нагрузки»

Эта команда доступна только в случае расчета для ОРУ. Сосредоточенные нагрузки представляют собой шлейфы снижений или оборудование, подвешенное непосредственно на провода. Если это шлейф снижения, то следует ввести его длину до ожидаемой нижней точки. В этом случае программа будет предполагать, что

шлейф выполнен тем же проводом, что и шина. В этом случае нагрузки для исходного и расчетного режимов определяются автоматически. Если оборудование, то длина задается равной нулю, явно вводятся нагрузки для исходного и расчетного режимов. Таблица с описанием сосредоточенных нагрузок имеет вид

№ уч.	Положение на участке	Длина шлейфа	В исходном режиме, Н	В расчётном режиме, Н	Примечание
1	10	20	957.099	292.338	

Рис. 40 Таблица сосредоточенных нагрузок

Номер участка повторяется для всех строк. Положение определяется как расстояние от первой опоры пролета-участка по проекции пролета. Величина сосредоточенной нагрузки задается в Ньютонах, декаНьютонах или килограммах для исходного и расчетного режимов. Так, например, в исходном режиме может иметь место гололед, а в расчетном режиме его не будет. Вес льда должен быть рассчитан отдельно, а затем сложен с весом провода оборудования и введен как единое значение сосредоточенной нагрузки.

В графе примечания – можно внести текст, поясняющий назначение уменьшения или увеличения нагрузки для последующего документирования.

5.6.7 Команда «Пересечения линий»

Эта команда предназначена для активизации таблицы ввода описаний пересечений.

Код №	Дистанция, м	Пикет базы	Ось/Зона	Наименование пересечения	Тип	Ширина м	Угол °	Доп.расст. до опоры	Отметка м	Высота м	Доп.расст. до провода	Положение новой ВЛ	Режим тр. °С
1-2	690.00	ПК6+90.00	Ось	ВЛ 10кВ Заря-Кр.Октябрь	?	5	80°	0	149.8	9.312	0.5	Выше	0
1-44	770.00	ПК7+70.00	Ось	ВЛ110кВ Заря-Достижение	?	5	90°	0	147.4	8.173			
1-3	1050.00	ПК10+50.00	Ось	а/д Ковров-Заря	?	10	95°	0	139.3	3.676			
1-65	7280.00	ПК72+80.00	Ось	а/д Ковров-Достижение	?	10	82°	0	134	1.475			
1-4	10830.00	ПК108+30.00	Ось	а/д Ковров-Достижение	?	10	110°	0	134	0.1605			
1-45	10900.00	ПК109+00.00	Ось	ВЛ 10кВ	?	5	112°	0	141.2	7.512			
1-5	11660.00	ПК116+60.00	Ось	ВЛ 6кВ	?	5	95°	0	129.5	10.42			

Рис. 41 Пересечения линии

Для линий, пересекающих трассу, вводится следующая информация

- Дистанция** - расстояние от начала трассы или от начала отсчета дистанции (трасса, линия могут начинаться не от нулевой точки).
- Пикет** – то же, но в обозначении.
- Ось/Зона** – Если пересечение имеет ось и конечную ширину следует ввести Ось – тогда программа определит пикет оси, а ширина половина влево и половина вправо. Если понятие «ось» для объекта не применимо, то это «Зона» - Указывается пикет левого края. Тогда угол пересечения теряет смысл. Ширина откладывается от левого края.
- Наименование пересечений** – наименование объекта, пересекающего трассу.
- Тип пересечения:** ВЛ более высокого напряжения, ВЛ более низкого напряжения, линия связи, Железная дорога, электрифицированная железная дорога, автодорога, трубопровод, и т.п. В принципе тип пересечения определяет допустимые расстояния и расчетный режим для которого следует проверять габарит пересечения.
- Ширина пересечения.**
- Угол пересечения** направления ВЛ с направлением пересечения. Желательно менее или равный 90 градусам. (15...90).
- Высота абсолютная** – уровень провода с отсчетом от того же нулевого уровня, что и профиль. Высота задается только для того провода пересекающей линии, который является критичным по габаритным расстояниям. Так, если проектируемая линия пройдет над пересекающей линией, то важно наиболее низкое положение нижнего провода, а если проектируемая линия расположится под пересекающей линией, то важно наиболее высокое положение верхнего провода или грозотроса

9. **От земли** – высота, отсчитанная от уровня земли. Значение поля вычисляется, если вводится абсолютная высота, а абсолютная высота определится по этому полю через уровень профиля в данной точке.

10. **Допустимое расстояние от провода ВЛ** до провода пересекающей линии. Если новая ВЛ выше пересекающей, то вводится положительное значение расстояния от нижнего провода ВЛ при наибольшем провисании (например, $t=70^{\circ}\text{C}$) до провода пересекающие линии. Если новая ВЛ ниже пересекающей, то вводится отрицательное число, модуль которого - допустимое расстояние от верхнего провода ВЛ в наиболее натянутом состоянии до нижнего провода пересекающей линии.

11. **Расчетный режим** или расчетная температура, при которой наиболее критичен габарит пересечения. Режим выбирается из предложенного списка. Может быть введена также температура - $<0^{\circ}\text{C}$ или $>15^{\circ}\text{C}$. Она вводится расчетчиком в зависимости от вида пересекаемого объекта. Список режимов для выбора приведен на Рис. 41.

5.6.8 Пользователи земель

При обращении к данной команде, на экране появляется таблица, предназначенная для ввода информации о землепользователях для расчета землеотвода.

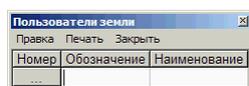


Рис. 42

Обозначение – обозначение, краткое наименование, аббревиатура землепользователя.

Наименование – полное наименование землепользователя.

5.7 Группа команд «Опоры-пролеты»

Позиция главного меню «Опоры-пролеты» предоставляет команды для ввода, формирования и анализа информации по опорам, пролетам, оборудованию. То есть команды этой группы применимы или к участку в целом или к выделенному пролету.

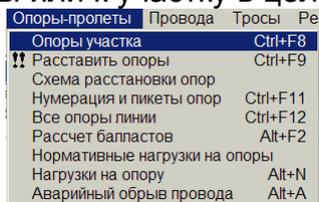


Рис. 43 Команды группы «Опоры-пролеты»

5.7.1 Команда «Опоры участка»

Эта команда позволяет открыть таблицы анкерных и промежуточных опор, принадлежащих текущему участку, если она по какой-либо причине закрылась. Таблица опор участка имеет вид

№ уч.	№ оп.	Обозначение	Дист. м	Дист. на участке	Длина пролета	Марка опоры	Н нижн. траверсы	Уровень основания	Изоляторы фазы	Арматура фазы	Изоляторы троса	Арматура троса	Оборудование	Комплект арматуры	Детали опоры	Примечания
	A1.10	1	9597	0	210	У110-2	10.5	170.52	-	-	-	-	-	-	-	-
10	2	2	9807	210	210	ПБ110-8	14.5	169.5	8*ПС-70Е	374*4.18	-	242.5*2.1	-	242.5*2.1	-	-
10	3	3	10017	420	210	ПБ110-8	14.5	170.17	8*ПС-70Е	374*4.18	-	242.5*2.1	-	242.5*2.1	-	-
10	4	4	10227	630	140	ПБ-110-4СК	15.5	174.89	8*ПС-70Е	374*4.18	-	242.5*2.1	-	242.5*2.1	-	-
10	5	5	10367	770	200	ПБ-110-4СК	15.5	170.77	8*ПС-70Е	374*4.18	-	242.5*2.1	-	242.5*2.1	-	-
10	6	6	10567	970	194	ПБ110-8	14.5	167.43	8*ПС-70Е	374*4.18	-	242.5*2.1	-	242.5*2.1	-	-
10	7	7	10761	1164	200	ПБ110-8	14.5	167.73	8*ПС-70Е	374*4.18	-	242.5*2.1	-	242.5*2.1	-	-

Рис. 44 Таблица опор-пролетов участка

Таблица имеет следующие колонки

1. Номер участка. Все промежуточные опоры принадлежат одному анкерному участку. Анкерные опоры не принадлежат участкам, точнее они могут принадлежать сразу двум, трем или более участкам, поэтому в этой графе для них занесен 0.

2. Номер опоры (внутри участка) - назначается автоматически. Он однозначно определяется положением опоры на участке. Это просто порядковый номер промежуточной опоры.

3. Обозначение – идентификатор опоры (номер). Может вводиться вручную. Состоит из произвольной последовательности символов. Служит для обозначения опоры в выходных документах. Имеется возможность автоматической нумерации опор.

4. Пикет – расстояние опоры от начала линии или отпайки, записанное в виде обычного числа. Не вводится, а определяется по пикету анкерной опоры по параметру положение на участке.

5. Положение на участке – расстояние от первой анкерной опоры текущего участка до данной опоры. Положение опоры определяется автоматически при выполнении команды «Расставить опоры». Можно изменять этот параметр вручную для перемещения опор вдоль трассы. От Пикета отличается только началом отсчета.

6. Длина пролета, следующего за опорой. (Номер пролета определяется номером первой опоры). В строке опоры - длина пролета, расположенного правее этой опоры, если предположить, что опоры расставлены слева направо. Последняя опора не соответствует пролету, и в этой графе для нее нет значения. При изменении длины пролета предлагается запрос о том, какая опора должна быть перемещена.

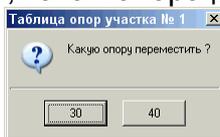


Рис. 45. Запрос на уточнение номера перемещаемой опоры

Изменение длины одного пролета всегда связано соответствующим изменением одного из смежных пролетов.

1. Тип опоры. Тип отдельных промежуточных опор при расстановке соответствует заданному типу в таблице участков. При необходимости, тип отдельных опор может быть изменен путем выбора из справочника.

2. Высота подвеса провода. Речь идет о высоте крепления гирлянды нижнего провода. Эта величина может быть изменена вручную. Следствием этого является изменение высоты опоры на величину разницы между высотами точки подвеса стандартной опоры и введенной величины.

Уровень основания – это значение не подлежит изменению. Оно вычисляется по уровню профиля в точке установки опоры. Изменить уровень основания можно. Для этого следует внести изменения в таблицу описания профиля (Рис. 21)

Все команды группы «Опоры-пролеты» применяются либо к этой таблице, либо к отдельным ее строкам. Для таблицы предусмотрено также контекстное меню, в котором повторяются команды главного меню. Оно имеет вид, представленный на Рис. 46

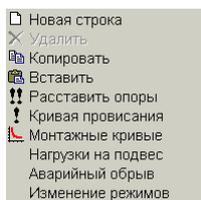


Рис. 46 Контекстное меню таблицы опор анкерного участка

5.7.2 Команда «Расставить опоры»

По этой команде выполняются автоматическая расстановка опор от текущей опоры (соответствует текущей строке в таблице) к конечной анкерной опоре. Для выполнения расстановки предлагается диалоговое окно, в котором можно изменить параметры расстановки.

Таблица опор участка № 4 (4-7)	
Выполнить Отменить	
Расстановка опор на участке № 4	
Расставить	От А1:4 до А1:5
Минимальный габарит	7
Наибольшая длина пролета	227.7
Наибольшая длина крайних пролетов	227.7
Расчетная длина пролета	227.7
Приведенная длина пролета	153.4
Длина участка	451
Число расставленных опор	4
Средняя длина пролета	150.3
Шаг расстановки опор	5
Оптимизация за счет последнего пролета	-
	Равномерность
	Габарит

Рис. 47 Параметры для автоматической расстановки опор

В диалоговом окне предлагаются параметры, значимые для принятия решений по расстановке. Некоторые параметры можно изменять непосредственно в диалоговом окне. Изменяемые параметры обозначены черным цветом, а неизменяемые синим. Можно управлять расстановкой опор путем изменения этих параметров в допустимых пределах. Программа выполняет расстановку слева направо. При расстановке гарантируется габаритное расстояние не ниже заданного минимального. Учитываются пересечения. Если получается так, что очередная опора попадает в зону запрета для установки опор, определенной на профиле или в зону нарушения допустимого расстояния до пересечения, то опора смещается влево, то есть очередной пролет уменьшается. Если в результате такого смещения на одной позиции оказываются 2 опоры, то есть зона запрета больше допустимого расстояния, то очередная опора встает на свое место уже без учета ограничений, то есть опора может быть поставлена в водоем или на дорогу. Это обнаруживается формально при анализе пересечений. Последний пролет может оказаться существенно меньше среднего. Дело в том, что при формальной расстановки опор, последний пролет, как правило, оказывается значительно меньше остальных пролетов. Анализ множества проектов, выполненных вручную, показал, что эта проблема практически не решается. Для разгона последнего пролета в программе можно применить оптимизацию расстановки.

В списке параметров расстановки опор есть параметр «Оптимизация за счет последнего пролета». Предусмотрено два формальных алгоритма разгона последнего пролета по всему анкерному участку «Равномерность» и «Габарит». Минимальное число опор определяется формально по габаритам с учетом рельефа и ограничений на длину пролета, последующая расстановка минимального числа опор может быть выполнена с обеспечением наибольшей степени равномерности расстановки опор или с обеспечением наибольшего возможного габарита во всех пролетах за счет разгона последнего неполного пролета. При автоматическом разгоне последнего пролета учитываются зоны запрета, пересечения и особенности рельефа. Для пересечений рассматривается только позиция установки опор, но не расстояние от провода до пересекаемого объекта. Возможны нечастые случаи, при которых автоматическая расстановка не позволяет получить идеальное решение, в этом случае придется подбирать положения опор вручную и, если необходимо, добавлять опоры. На Рис. 48, Рис. 49, Рис. 50 показаны иллюстрации к расстановке с оптимизацией

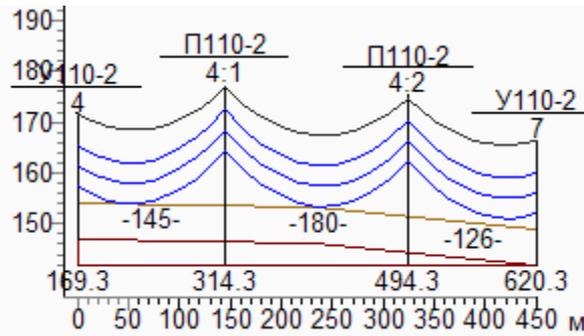


Рис. 48 Расстановка без оптимизации, последний пролет получился неоправданно меньше остальных, а габарит в нем ненужно завышен

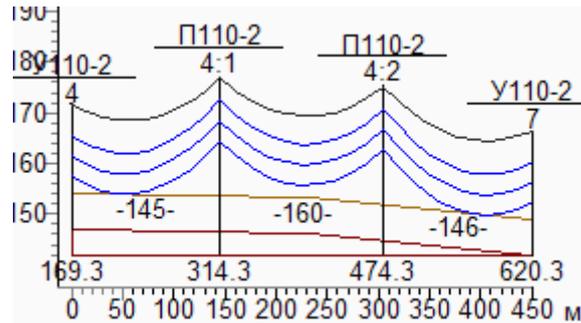


Рис. 49. Оптимизация «Равномерность» - разница длин пролетов минимальна, габарит не ниже заданного

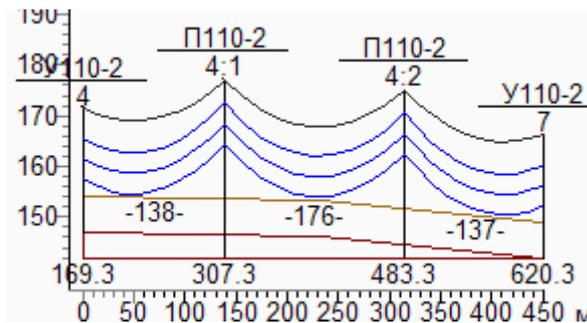


Рис. 50. Оптимизация «Габарит» - степень неравномерности длин пролетов больше, но габариты во всех пролетах практически одинаковы и больше заданного

Во время расстановки на экране открыто окно, приведенное на Рис. 39. Прервать процесс расстановки можно, закрыв это окно. Считается, что автоматическая расстановка является предварительной. Затем, расчетчик выполняет детальный анализ расстановки и уточняет положение каждой опоры. Программа является инструментом, позволяющим автоматизировать формальные расчеты, а принятие решений и проверка норм остается за расчетчиком.

5.7.3 Команда «Схема расстановки опор»

По этой команде можно высветить на экране дисплея окно с рисунком – схемой расстановки опор по трассе участка.

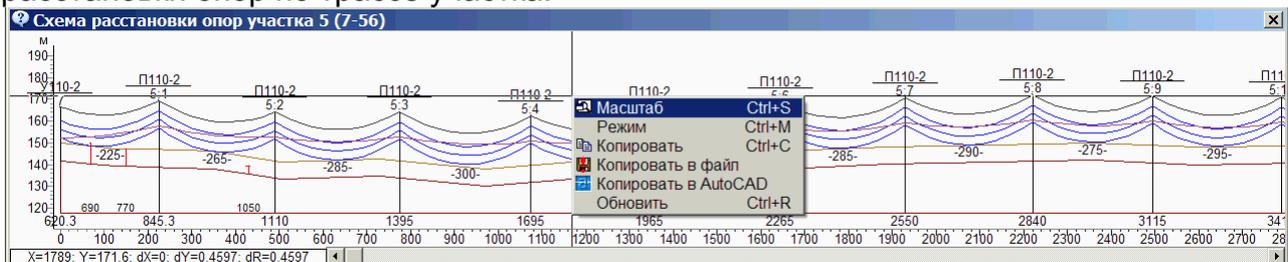


Рис. 51 Окно схемы расстановки опор по трассе

На схеме расстановки опор коричневым цветом показан уровень земли, оливковым – габаритная линия – линия на высоте допустимого габарита от уровня земли.

Фазные провода показаны синим цветом, а грозозащитный трос – зеленым, а оптический кабель - малиновым.

Окно со схемой окна всегда соответствует текущему участку. При изменении текущей строки в таблице участков (Рис. 29 или Рис. 30). Соответственно изменяется изображение окна. Окно со схемой расстановки опор будет оставаться на экране, пока оно не будет закрыто по желанию расчетчика. Это окно не является модальным и может перекрываться другими окнами. Схема расстановки также связана с таблицей опор (Рис. 44). Если указать курсором мыши на опору и нажать левую кнопку мыши, то в таблице Рис. 44 станет текущей строка, соответствующая указанной опоре.

Схема расстановки опор синхронизирована также с таблицей пересечений и с таблице монтажной ведомости ВОК.

Для управления представлением схемы расстановки предусмотрено контекстное меню, которое показано на Рис. 51. Первая команда позволяет изменить отношение масштабов по вертикали и горизонтали. По умолчанию это значение в программе принято 5. Можно ввести любое значение от 1 до 10.

Команда «Режим» позволяет выбрать и установить единый режим для грозотроса, проводов фаз и оптического кабеля.

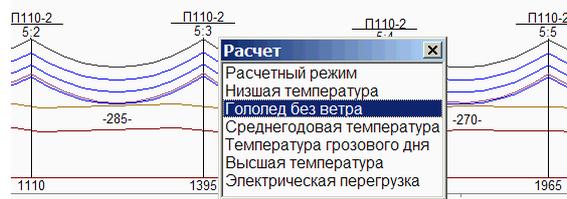
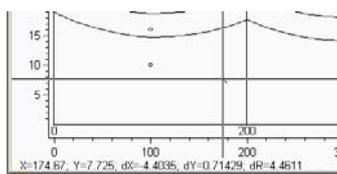


Рис. 52. Выбор расчетного режима для схемы расстановки опор

Для изменения масштаба рисунка следует изменять размер окна. При этом в момент изменения в левом нижнем углу окна будет показан текущий масштаб рисунка. Если нажать левую кнопку мыши и одновременно ее перемещать, то в окне появится перекрестье. Это перекрестье заменяет линейку, которую можно было бы приложить к чертежу для определения координат и для сравнения уровней. При высвеченном перекрестье можно измерять расстояния между точками плоскости профиля тросы.



В левом нижнем углу изображения показываются координаты перекрестья (**X** и **Y**), а также расстояние от точки, в которой была нажата левая кнопка мыши (**dX**, **dY**, – по осям и **dR** - по кратчайшей прямой). При отпускании кнопки изображение перекрестья пропадает.

5.7.4 Команда «Все опоры линии»

Основное назначение этой команды – получение общего списка опор, а также ввод общего списка опор из внешнего файла или из буфера обмена. Ввод общего списка опор выполняется с распознаванием и созданием анкерных участков. Эта функция необходима для ввода описания существующей линии для задачи реконструкции линии или при проектировании ВОЛС по существующей ВЛ.

№ уч.	№ оп.	Обозначение	Марка опоры	Тип	X м	Y м	Дист. м	Пикет	Азимут угол°	Отметка основания	Высота крепл.	Изоляторы фазы	Арматура фазы	Изоляторы троса	Арматура троса	Комплект оборудования	Комплект арматуры	Детали опоры	Примечания	УГО
1	A1.1	0	Портал ячейки	A	0.00	0.00	0.00	ПК0+00.00	60°	147.05										
1	A1.2	1	N220	A	78.46	45.30	90.60	ПК0+90.60	0°	146.95										
2	A1.3	2	N220	A	112.11	64.72	129.45	ПК1+29.40	-75°	146.91										
3	A1.4	3	N220	A	101.81	103.17	169.25	ПК1+69.20	-57°	146.99										
4	5	4	П	П			400.25	ПК4+00.20		146.15	25.2	8*ПС-70E								
4	A1.5	5	У36	A	-327.12	242.54	620.25	ПК6+20.20	-31°	141.80										
5	7	6	П23	П			745.25	ПК7+45.20		139.38	25.5	8*ПС-70E								
5	8	7	П23	П			815.25	ПК8+15.20		139.07	25.5	8*ПС-70E								
5	9	7a	П220	П			970.25	ПК9+70.20		138.09	18	8*ПС-70E								
5	10	8	П220	П			1125.25	ПК11+25.20		133.20	18	8*ПС-70E								
5	11	9	П220	П			1350.25	ПК13+50.20		134.75	18	8*ПС-70E								
5	12	10	П220	П			1590.25	ПК15+90.20		130.08	18	8*ПС-70E								
5	13	11	П220	П			1815.25	ПК18+15.20		133.92	18	8*ПС-70E								
5	14	12	П220	П			2050.25	ПК20+50.20		133.44	18	8*ПС-70E								

Рис. 53 Таблица «Все опоры линии».

Назначение полей таблицы

Наименование колонки	Описание	Необходимость при вводе
№, уч.	Номер анкерного участка. При вводе можно оставлять пустым	нет
№, оп.	Номер опоры или ее код. При вводе можно оставлять пустым.	нет
Обозначение	Обозначение или проектный номер. Следует вводить реальное значение	да
Марка опоры	Тип или марка опоры, при вводе данная опора должна иметься в справочнике программы	да
Тип	Тип опоры Анкерная, Угловая-неанкерная, Промежуточная («А», «У», «П»)	да
X, м	Координаты анкерной или угловой опоры на плане в метрах, если таковые имеются.	если нет Дист.
Y, м	-//-	если нет Дист.
Дист., м	Дистанция, расстояние от точки начала отсчета.	если нет X и Y
Пикет	Обозначение пикета с плюсовкой	если отличен от формального
Азимут угол°	Азимут или угол поворота трассы.	Да
Отметка основания	Отметка основания опоры, по этой информации при вводе формируется точка профиля.	Если нет описания профиля
Высота, крепл.	Высота крепления гирлянды к опоре для нижнего провода	не обязательно
Изоляторы фазы	Тип и число изоляторов фазы	-//-
Арматура фазы	Состав арматуры фазы	-//-
Изоляторы троса	Тип и число изоляторов грозотроса	-//-
Арматура троса	Состав арматуры грозотроса	-//-
Комплект оборудования	Обозначение комплекта оборудования на опоре	-//-
Комплект арматуры	Обозначение комплекта арматуры на опоре, кроме линейной арматуры.	нет
Детали опоры	Поле ввода состава деталей опор в случае его отличия от стандартного, описанного в справочнике.	нет
Примечания	Текстовое примечание	нет
УГО	Значок условно-графического обозначения опоры, не вводится из внешнего файла.	нет

5.7.5 Команда «Расчет балластов, устойчивость»

По этой команде определяются нагрузки на подвес от каждого провода и грозотроса, определяется устойчивость изоляторов промежуточных опор и определяется вес балластного груза, необходимого для обеспечения устойчивости. При выполнении этой команды получается таблица, приведенная на Рис. 54

Рис. 54 Таблица с нагрузками на подвес		Режимы низкой температуры tr= -50°C																					
№	Обозна-чение	Марка	Тип	Пикет	Дист	Отметка	Высота	Отметка	Отметка	Отметка	Весовой	Весовой	Весовой	Весовой	Нагрузка	Нагрузка	Нагрузка	Нагрузка	Балласт	Балласт	Балласт	Балласт	
					м	сп	опоры	Тросы	фазы А	фазы В	фазы С	тр. тросы	проп А	проп В	проп С	фазы А, Н	фазы В, Н	фазы С, Н	тросы, кг	фазы А, кг	фазы В, кг	фазы С, кг	
1	1a	У110-2-9	А	ПК0+00.00	0	773.7	33.7	807.4	801.2	797.2	793.2												
2	2	П110-2	П	ПК0+58.60	58.6	768.1	31	798.768	793.597	789.597	785.597	-119.615	-151.055	-151.055	-500.843	-825.286	-825.286	-825.286	51.3258	84.6079	84.6079	84.6079	
3	3	П110-2	П	ПК2+63.10	263.1	756.6	31	787.268	782.097	778.097	774.097	-29.2278	-126.347	-126.347	-126.347	-686.755	-686.755	-686.755	12.4564	70.0965	70.0965	70.0965	
4	4	П110-2	П	ПК4+92.90	492.9	764.1	31	794.768	789.597	785.597	781.597	204.911	204.829	204.829	204.829	853.094	1114.04	1114.04	0	0	0	0	
5	5	П110-2	П	ПК6+73.30	673.3	770	31	800.669	795.497	791.497	787.497	227.023	231.422	231.422	231.422	944.832	1258.33	1258.33	0	0	0	0	
6	6	П110-2	П	ПК9+24.50	924.5	777.2	31	807.869	802.697	798.697	794.697	493.247	602.58	602.58	602.58	2054.56	3278.64	3278.64	0	0	0	0	
7	7	П110-2	П	ПК11+05.20	1105.2	764.3	31	794.969	789.797	785.797	781.797	85.7187	48.3759	48.3759	48.3759	357.08	263.299	263.299	0	0	0	0	
8	8	П110-2	П	ПК12+85.40	1285.4	757.6	31	788.268	783.097	779.097	775.097	120.872	90.3178	90.3178	90.3178	502.975	491.025	491.025	0	0	0	0	
9	9	П110-2	П	ПК15+01.90	1501.9	750.6	31	786.268	781.097	777.097	773.097	163.288	132.869	132.869	132.869	679.069	722.145	722.145	0	0	0	0	
10	10	П110-2	П	ПК17+66.00	1766	760.5	31	791.169	785.997	781.997	777.997	289.422	274.046	274.046	274.046	1121.26	1489.9	1489.9	0	0	0	0	
11	11	П110-2	П	ПК20+17.30	2017.3	764.1	31	794.768	789.597	785.597	781.597	235.646	244.143	244.143	244.143	980.593	1327.23	1327.23	0	0	0	0	
12	12a	У110-2-9	А	ПК22+73.30	2273.3	766.4	33.7	800.1	793.9	789.9	785.9												
13	13	П110-2	П	ПК24+99.30	2499.3	764.7	31	795.369	790.197	786.197	782.197	140.933	153.537	153.537	153.537	586.266	834.509	834.509	0	0	0	0	
14	14	П110-2	П	ПК27+39.10	2739.1	765.7	31	796.368	791.197	787.197	783.197	205.849	204.235	204.235	204.235	856.363	1110.14	1110.14	0	0	0	0	
15	15	П110-2	П	ПК29+69.50	2969.5	768.5	31	799.169	793.997	789.997	785.997	240.278	241.466	241.466	241.466	999.66	1312.59	1312.59	0	0	0	0	
16	16	П110-2	П	ПК31+76.60	3176.6	769.8	31	800.469	795.297	791.297	787.297	211.166	211.533	211.533	211.533	878.467	1149.79	1149.79	0	0	0	0	
17	17	П110-2	П	ПК33+76.50	3376.5	770.7	31	801.369	796.197	792.197	788.197	217.329	217.435	217.435	217.435	904.102	1181.86	1181.86	0	0	0	0	
18	18	П110-2	П	ПК36+07.40	3607.4	771.6	31	802.268	797.097	793.097	789.097	167.246	163.314	163.314	163.314	695.763	887.705	887.705	0	0	0	0	
19	19	П110-2	П	ПК38+55.50	3855.5	777.4	31	808.069	802.897	798.897	794.897	158.679	155.818	155.818	155.818	680.484	847.415	847.415	0	0	0	0	
20	20	П110-2	П	ПК40+28.80	4028.8	783.9	31	814.569	809.397	805.397	801.397	198.581	198.525	198.525	198.525	826.483	1079.68	1079.68	0	0	0	0	
21	21	П110-2	П	ПК42+53.90	4253.9	792.4	31	823.069	817.897	813.897	809.897	589.41	611.402	611.402	611.402	2454.43	3326.52	3326.52	0	0	0	0	

Рис. 54 Таблица с нагрузками на подвес

Таблица с нагрузками на элементы опоры представляет собой таблицу с опорами-пролетами, расширенную дополнительными колонками.

Весовой пролет – расстояние между нижними точками одного провода двух смежных с данной опорой пролетов. Эта величина определяет весовую нагрузку на подвес.

Весовая нагрузка – вес провода в весовом пролете в килограммах. Весовая нагрузка может быть мала или даже отрицательна. В этом случае подвесные изоляторы могут оказаться неустойчивыми. По величине весовой нагрузки легко вычислить вес дополнительного груза или принять решение о необходимости замены промежуточной опоры анкерной с натяжными изоляторами.

Балласт – вес груза для обеспечения устойчивости гирлянды в режиме низкой температуры. Расчет по [2].

Ветровой пролет – полусумма двух смежных с данной опорой пролетов. Ветровой пролет сравнивается с допустимым ветровым пролетом для опоры данного типа. Эта величина также используется для оценки ветровой нагрузки на опору при боковом ветре, при заданном максимальном ветровом напоре.

Угол гирлянды – угол к вертикали, на который отклонится гирлянда при боковом ветре при максимальном напоре.

Смещение провода – величина смещения в метрах от вертикали при отклонении гирлянды изоляторов.

5.7.6 Команда «Нормативная нагрузка на опоры»

По этой команде выполняется расчет нормативных нагрузок на все опоры всех участков ВЛ. Определяются нагрузки, обусловленные весом опоры, весом проводов, изоляторов, арматуры, ветровой нагрузкой и нагрузкой от тяжения проводов.

Рис. 55 Результаты расчета нагрузок на опору																	
№	Обозна-чение	Марка	Тип	Вес	Вес	Вес г/л	Вес г/л	Вес г/л	Вес тн	Вес тн	Вес тн	Ветровая	Ветровая	Ветровая	Ветровая	Ветровая	Ветр. г/л
		опоры	опоры	опоры	гирлянд	проводов	тросов	общий	проводов	тросов	общий	на опору	на гирл.	на провода	на тросы	сумма	на провода
1	1a	П110-2	А(П)	27429		4670	1382	33481	2471	729.3	30629			2190	562.8		1417
2	1:2	П110-2	П	27429	1391	6932	2021	37771	2365	724.5	31909			4381	1126		2834
3	1:3	П110-2	П	27429	1391	7303	2123	38245	2773	818.3	32410			4380	1125		2834
4	1:4	П110-2	П	27429	1391	7303	2123	38245	2773	818.3	32410			4380	1125		2834
5	1:5	П110-2	П	27429	1391	6932	2021	37771	2365	724.5	31909			4381	1126		2834
6	6a	П110-2	А(П)	27429		12485	3682	43596	5871	1760	35059			6378	1639		4127
7	2:2	П110-2	П		1391	14340	4166	19897	5440	1605	8436			8376	2152		5419
8	2:3	П110-2	П		1391	11117	3230	15738	4221	1245	6857			6496	1669		4203
9	16a	П110-2	А(П)	27429		4586	1363	33378	2170	666.8	30266			2308	592.9		1493

Рис. 55 Результаты расчета нагрузок на опору.

Результаты представляются таблицей, представленной на Рис. 55. В отличие от нагрузок на подвес, в этой таблице учитывается нагрузка от всех проводов и тросов.

5.7.7 Команда «Расстояние между проводами»

По этой команде предлагается расчет допустимых расстояний между фазными проводами и фазными проводами и тросом. Результат сводится в таблицу, приведенную на Рис. 56.

Расчет сближений проводов																									
Режим наибольшей стрелы																									
№	Обозначение	Марка опоры	Тип	Пакет	Дист. м	Отметка основания	Высота опоры	Отметка троса	Отметка фазы А	Отметка фазы В	Отметка фазы С	Смещение троса	Смещение фазы А	Смещение фазы В	Смещение фазы С	Дверт Т-ф А	Дверт Т-ф В	Дверт ф А-В	Дверт ф А-В	Дверт ф В-С	Дверт ф В-С	Дверт ф А-С	Дверт ф А-С	Доп.гор. Фаза-Фаза	Доп.верт. Фаза-Фаза
1	1а	У110-2-9	А	ПК7+73.70	0	774	33.7	807	801	797	793	0	3.5	5	3.5	4	3.5	4	1.5	4	1.5	2.9	2.81		
2	2	П110-2	П	ПК7+68.10	58.6	768	31	799	794	790	786	0	2	4.1	2	4	2	4	2.1	4	2.1	2.9	2.8		
3	3	П110-2	П	ПК7+56.60	263	757	31	787	782	778	774	0	2	4.1	2	4	2	4	2.1	4	2.1	2.9	2.81		
4	4	П110-2	П	ПК7+64.10	493	764	31	795	790	786	782	0	2	4.1	2	4	2	4	2.1	4	2.1	2.9	2.8		
5	5	П110-2	П	ПК7+70.00	673	770	31	801	795	791	787	0	2	4.1	2	4	2	4	2.1	4	2.1	2.9	2.8		
6	6	П110-2	П	ПК7+77.20	925	777	31	808	803	799	795	0	2	4.1	2	4	2	4	2.1	4	2.1	2.9	2.8		
7	7	П110-2	П	ПК7+64.30	1105	764	31	795	790	786	782	0	2	4.1	2	4	2	4	2.1	4	2.1	2.9	2.8		
8	8	П110-2	П	ПК7+57.80	1285	758	31	788	783	779	775	0	2	4.1	2	4	2	4	2.1	4	2.1	2.9	2.81		
9	9	П110-2	П	ПК7+55.80	1502	756	31	786	781	777	773	0	2	4.1	2	4	2	4	2.1	4	2.1	2.9	2.81		
10	10	П110-2	П	ПК7+60.50	1766	761	31	791	786	782	778	0	2	4.1	2	4	2	4	2.1	4	2.1	2.9	2.81		
11	11	П110-2	П	ПК7+64.10	2017	764	31	795	790	786	782	0	2	4.1	2	4	2	4	2.1	4	2.1	2.9	2.8		
12	12а	У110-2-9	А	ПК7+66.40	2273	766	33.7	800	794	790	786	0	3.5	5	3.5	4	3.5	4	1.5	4	1.5	2.9	2.81		

Рис. 56 Результаты проверки расстояний между проводами и проводами и тросами.

5.7.8 Команда «Нагрузка на опору»

По этой команде выполняется расчет нагрузок от проводов и тросов на опору, а также расчет нагрузок на фундаменты опоры

Нагрузки на опору												
Трасса № 1												
Опора угловая № 63а, У110-1												
№	Наименование режима	Ta H	Ga H	Wa H	Tb H	Gb H	Wb H	Tc H	Gc H	Wc H	Ta2 H	Ga2 H
1	Среднегодовой температуры: b=0; W=0; t=-1.7°C	522	-2382	10421	522	-2382	10421	522	-2382	10421	0	0
2	Низшей температуры: b=0; W=0; t=-50°C	0	-5268	18653	0	-5268	18653	0	-5268	18653	0	0
3	Гололед, без ветра. b=10мм; W=0; t=-5°C	1024	-2790	14469	1024	-2790	14469	1024	-2790	14469	0	0
4	Наибольший скоростной напор ветра: b=0; W=400Н/кв.мм; t=15°C	796	-1416	11688	796	-1416	11688	796	-1416	11688	0	0
5	Гололед, ветер вдоль траверсы: b=10мм; W=80Н/кв.мм; t=-5°C	1047	-2712	15698	1047	-2712	15698	1047	-2712	15698	0	0
6	Обрыв провода слева, среднегодовая T: b=0; W=0; t=-1.7°C	522	-2382	10421	522	-2382	10421	522	-2382	10421	0	0
7	Обрыв провода справа, среднегодовая T: b=0; W=0; t=-1.7°C	0	0	0	522	-2382	10421	522	-2382	10421	0	0
8	Обрыв провода слева, низшая T: b=0; W=0; t=-50°C	0	-5268	18653	0	-5268	18653	0	-5268	18653	0	0
9	Обрыв провода справа, низшая T: b=0; W=0; t=-50°C	0	0	0	0	-5268	18653	0	-5268	18653	0	0
10	Обрыв провода слева, гололед без ветра: b=10мм; W=0; t=-5°C	1024	-2790	14469	1024	-2790	14469	1024	-2790	14469	0	0
11	Обрыв провода справа, гололед без ветра: b=10мм; W=0; t=-5°C	0	0	0	1024	-2790	14469	1024	-2790	14469	0	0
12	Обрыв троса слева, среднегодовая T: b=0; W=0; t=-1.7°C	522	-2382	10421	522	-2382	10421	522	-2382	10421	0	0
13	Обрыв троса справа, среднегодовая T: b=0; W=0; t=-1.7°C	522	-2382	10421	522	-2382	10421	522	-2382	10421	0	0
14	Обрыв троса слева, низшая T: b=0; W=0; t=-50°C	0	-5268	18653	0	-5268	18653	0	-5268	18653	0	0
15	Обрыв троса справа, низшая T: b=0; W=0; t=-50°C	0	-5268	18653	0	-5268	18653	0	-5268	18653	0	0
16	Обрыв троса слева, гололед без ветра: b=10мм; W=0; t=-5°C	1024	-2790	14469	1024	-2790	14469	1024	-2790	14469	0	0
17	Обрыв троса справа, гололед без ветра: b=10мм; W=0; t=-5°C	1024	-2790	14469	1024	-2790	14469	1024	-2790	14469	0	0

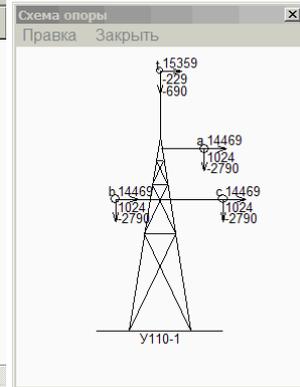


Рис. 57 Пример таблицы расчета нагрузок и рисунка к расчету

Результаты выдаются в виде таблицы с расчетом нагрузок в каждой характерной точке опоры и рисунок со схемой приложения нагрузок. Количество параметров таблицы велико, поэтому в шапке таблицы применены обозначения.

Таблица 2 Пояснения к таблице расчета механических нагрузок на опору.

Обозначение

Пояснения к применению.

№	Номер расчетного режима
Наименование режима	Наименование, описание расчетного режима
Ta	Нагрузка тяжения перпендикулярная траверсе фазы А первой цепи
Ga	Весовая нагрузка от фазы А первой цепи
Wa	Нагрузка вдоль траверсы фазы А первой цепи
Tb	Нагрузка тяжения перпендикулярная траверсе фазы В
Gb	Весовая нагрузка от фазы В
Wb	Нагрузка вдоль траверсы фазы В первой цепи
Tc	Нагрузка тяжения перпендикулярная траверсе фазы С первой цепи
Gc	Весовая нагрузка от фазы С первой цепи
Wc	Нагрузка вдоль траверсы фазы С первой цепи
Ta2	Нагрузка тяжения перпендикулярная траверсе фазы А второй цепи
Ga2	Весовая нагрузка от фазы А второй цепи
Wa2	Нагрузка вдоль траверсы фазы А второй цепи
Tb2	Нагрузка тяжения перпендикулярная траверсе фазы В
Gb2	Весовая нагрузка от фазы В
Wb2	Нагрузка вдоль траверсы фазы В второй цепи

Обозначение	Пояснения к применению.
Tc2	Нагрузка тяжения перпендикулярная траверсе фазы С второй цепи
Gc2	Весовая нагрузка от фазы С второй цепи
Wc2	Нагрузка вдоль траверсы фазы второй цепи
Tt	Нагрузка тяжения перпендикулярная траверсе первого троса
Gt	Весовая нагрузка от первого троса
Wt	Нагрузка вдоль траверсы от первого троса
Tt2	Нагрузка тяжения перпендикулярная траверсе второго троса
Gt2	Весовая нагрузка от второго троса
Wt2	Нагрузка вдоль траверсы от второго троса
Tv	Нагрузка тяжения перпендикулярная траверсе оптического кабеля
Gv	Весовая нагрузка от оптического кабеля
Wv	Нагрузка вдоль траверсы фазы от оптического кабеля
Tsum	Суммарная нагрузка тяжения перпендикулярно оси траверс
Gsum	Суммарная весовая нагрузка от проводов, тросов и ВОЛС
Wsum	Суммарная ветровая нагрузка от проводов, тросов и ВОЛС
M'	Момент от нагрузки на провода, тросы и кабель ВОЛС в плоскости перпендикулярной траверсам
M''	Момент от нагрузки на провода, тросы и кабель ВОЛС в плоскости траверс
M'max	Момент от нагрузки на провода, тросы и кабель ВОЛС и нагрузки непосредственно на опору в плоскости перпендикулярной траверсам
M''max	Момент от нагрузки на провода, тросы и кабель ВОЛС и нагрузки непосредственно на опору в плоскости траверс
Mкр	Крутящий момент относительно вертикальной оси опоры (Например, при обрыве одной фазы)
Gsupp	Общий вес, действующий на фундамент
Tsupp	Общая ветровая нагрузка в плоскости перпендикулярной траверсам
Wsupp	Общая ветровая нагрузка в плоскости параллельной траверсам
Gfr	Нагрузки вертикальные на фундамент условно передний правый (проектируемая линия направлена слева на право, а передняя сторона, та, что направлена к расчетчику)
Gfl	Нагрузки вертикальные на фундамент условно передний левый
Gbr	Нагрузки вертикальные на фундамент условно задний правый
Gbl	Нагрузки вертикальные на фундамент условно задний левый
Hxc	Горизонтальные нагрузки в сторону «фасада фундамента» на фундамент наибольшего сжатия, в программе считается, что ось фундамента расположена по диагонали квадрата основания опоры
Hyc	Горизонтальные нагрузки в сторону «перпендикулярно фасада фундамента» на фундамент наибольшего сжатия
Nc	Нагрузка сжатия фундамента наибольшего сжатия. Наибольшая положительная вертикальная или близкая к вертикальной нагрузка на фундамент
Hxb	Горизонтальные нагрузки в сторону «фасада фундамента» на фундамент (поперек траверс) вырывания
Hyb	Горизонтальные нагрузки вдоль «фасада фундамента» (вдоль траверс) на фундамент вырывания
Nb	Нагрузка вырывания опоры наибольшего вырывания фундамента. Наибольшая по модулю отрицательная вертикальная или близкая к вертикальной нагрузка

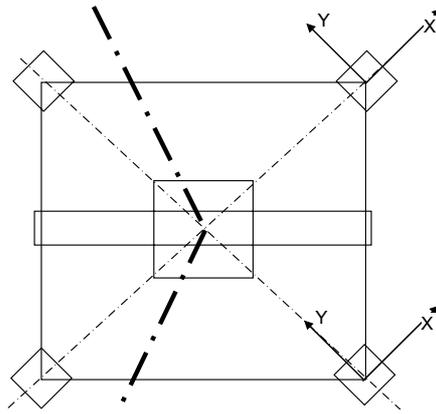


Рис. 58 Система отсчета векторов нагрузок на фундаменты

Таблицу нагрузок для любой опоры можно вывести в отчет со схемами приложения нагрузок в разных режимах.

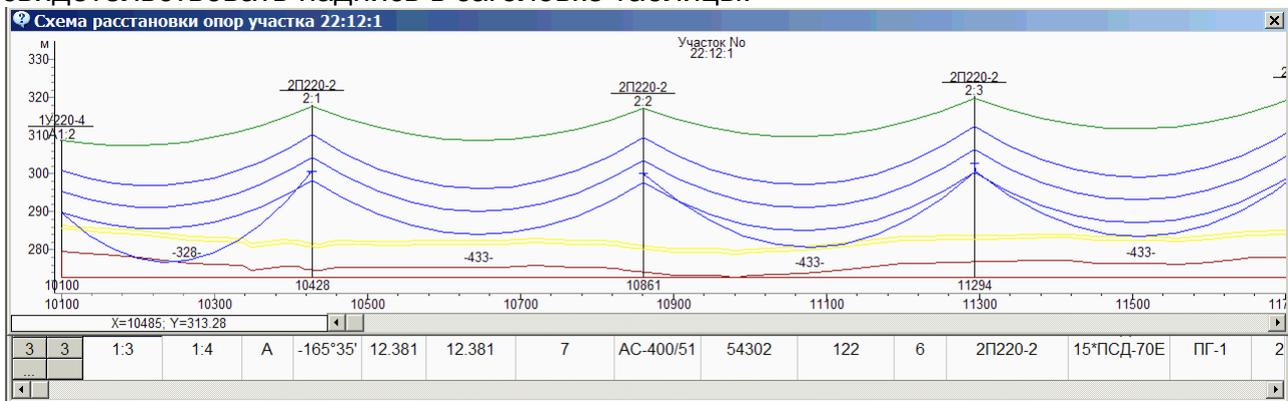
5.7.9 Команда «Аварийный обрыв»

По этой команде выполняется два действия:

- выделенный пролет текущего участка обозначается как с обрывом нижнего провода, соответствующая строка таблицы окрашивается цветом выделенной строки.
- выполняется расчет стрел провисания провода в остальных пролетах, оставшихся с подвешенным проводом с учетом обрыва.

Если открыто окно со схемой расстановки опор, то в нем изобразится вид кривых провисания нижнего провода с учетом обрыва.

Если пролет с обрывом провода указан, то кривые провисания провода для любого пролета, кроме обрывного будут строиться с учетом обрыва. Об этом будет свидетельствовать надпись в заголовке таблицы.



5.8 Группа команд «Провод»

В эту группу входят команды, которые связаны с расчетом режима. Они являются обосновывающими. Главное меню с группой команд «Провод» приведено на рисунке.

Провода	Тросы	Результаты	ВОК	Серви	
				Удельные нагрузки	Shift+Ctrl+N
				Обоснование режимов	Shift+Ctrl+O
				Расчетные режимы	
				Изменение режимов	Shift+Ctrl+R
				Кривая провисания	Shift+Ctrl+C
				Монтажные кривые	
				Монтажные стрелы (кратко)	Shift+Ctrl+M
				Монтажные стрелы	Shift+Ctrl+F
				Монтажные тяжения	Shift+Ctrl+T
				Монтажные напряжения	Shift+Ctrl+S
				Систематический расчет	
				Гасители вибрации	Shift+Ctrl+G
				Шаблон	
				Детальное описание кривой	Shift+Ctrl+D
				Сближение при КЗ	Shift+Ctrl+K

Рис. 59 Главное меню, группа команд «Провод»

5.8.1 Команда «Удельные нагрузки»

Команда удельные нагрузки необходима для того, чтобы можно было проверить правильность расчета удельных нагрузок и для того чтобы их расчет можно было документировать. В таблице Рис. 60 приведены значения $\gamma_1 \dots \gamma_7$ (обозначены как $G_1 \dots G_7$) – удельные нагрузки и соответствующие им погонные нагрузки.

Удельные нагрузки провода						
ПС 110 кВ "Южная" с ВЛ 110 кВ в г. Тобольске Участок 2 - 5; Lпр=196 м; Провод АС-150/24. Sm=153 Н/кв.мм, Sz=102 Н/кв.мм Высота приведенного центра тяжести 11.9 м						
N	Наименование нагрузки	Нормативная Н/м	Pp/Pн	Расчетная Н/м	Удельная Н/(м*кв.мм)	Примечание
1	Вертикальная от собственного веса провода	5.89	1	5.89	0.034	9.81/1000*600
2	Вертикальная от веса гололеда	13.4	0.65	8.68	0.0501	Kl=1 Kd=1 b=15 D=17.1
3	Вертикальная от веса провода со гололедом	19.2	0.757	14.6	0.0841	
4	Горизонтальная от ветра на провод без гололеда	7.48	1.1	8.23	0.0475	al=0.71 Kl=1.03 Kw=1 Cx=1.2 Wo=500
5	Горизонтальная от ветра на провод с гололедом	9.29	1.1	10.2	0.059	al=1 Kl=1.03 Kw=1 Cx=1.2 Wi=160
6	Результирующая нагрузка от провода без гололеда	9.52	1.06	10.1	0.0584	
7	Результирующая нагрузка от провода с гололедом	21.4	0.833	17.8	0.103	
8	Горизонтальная нагрузка от ветра W=0.06Wo	0.449	1.1	0.494	0.00285	0.06*al*Kl*Kw*Cx*Wo*D
9	Горизонтальная нагрузка от ветра W=50Па	0.748	1.1	0.823	0.00475	al*Kl*Kw*Cx*50*D
10	Результирующая нагрузка от ветра W=0.06Wo	5.9	1	5.91	0.0341	
11	Результирующая нагрузка от ветра W=50Па	5.93	1	5.94	0.0343	
12	Нагрузка от гирлянды без гололеда	0	0			
13	Нагрузка от гирлянды с гололедом	0	0			

Рис. 60 Таблица удельных нагрузок

В графе «Примечания» приведены расчетные формулы и значения коэффициентов, полученным по таблицам ПУЭ с использованием интерполяции.

5.8.2 Команда «Обоснование режимов»

По команде «Обоснование режимов» выводится таблица, которая позволяет обосновать выбор исходного и расчетного режима. Кроме того, по этой команде исходный и расчетный режимы для расчета устанавливаются в соответствии с приведенным обоснованием. (Режимы могли быть изменены расчетчиком при выполнении команды «Изменение режима».) Выбор исходного режима производится на основе анализа и сопоставления 1-го, 2-го и 3-го критических пролетов. Правило выбора исходного режима прошито в программе. Исходный режим выбирается как наиболее тяжелый (напряжения в проводе равны допустимым напряжениям для соответствующих условий). В качестве возможных исходных режимов рассматриваются следующие:

- режим низшей температуры;
- режим наибольших механических нагрузок;
- режим среднеэксплуатационный.

В последнем режиме допустимое напряжение значительно меньше, чем в двух других режимах.

В таблице приводится готовое решение. Расчетный режим выбирается из двух наиболее критичных с точки зрения стрелы провисания:

- режим наибольшей температуры;
- режим наибольшей нагрузки без ветра.

Наиболее проблемный (расчетный) из них выбирается по наибольшей максимальной стреле провеса.

При закрытии окна в модели для текущего участка выполняется установка тех исходного и расчетного режимов, которые обоснованы в таблице. Программа выдает запрос на разрешение изменения режимов.

Обоснование режима провода	
Провод АС-150/24 Павское-Родники	
Участок 1 - 6; Lпр=249.71 м;	
Провод АС-150/24; tи=40°C; tр=40°C	
Приведенный пролет	249.71
Габаритный пролет	442
Критические пролеты для сочетаний режимов:	
Наименьшей температуры и среднеексплуатационного	309.3
Наименьшей температуры и наибольшей нагрузки	330.76
Среднеексплуатационного и наибольшей нагрузки	345.37
Исходный режим низшей температуры:	
Напряжение, Н/кв.мм	153
Удельная нагрузка, Н/(м*кв.мм)	0.034
Температура провода, град.С	-40
Тяжение провода в пролете, Н	26500
Стрела провеса, м	1.7313
Режим максимальной температуры:	
Напряжение, Н/кв.мм	68.485
Удельная нагрузка, Н/(м*кв.мм)	0.034
Температура провода, град.С	40
Тяжение провода в пролете, Н	11862
Стрела провеса, м	3.8678
Режим образования гололеда:	
Напряжение, Н/кв.мм	131.13
Удельная нагрузка, Н/(м*кв.мм)	0.0595
Температура провода, град.С	-5
Тяжение провода в пролете, Н	22711
Стрела провеса, м	3.5371
Расчетный режим - максимальной температуры!	

Рис. 61 Таблица критических пролетов
(обоснование выбора исходного и расчетного режимов)

Стрелы провеса и расчеты напряжений в этой таблице применены к приведенному пролету, рассчитанному как

$$L_{np} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n L_i^3}{\sum_{i=1}^n L_i}}$$

5.8.3 Команда «Расчетные режимы»

При обращении к этой команде на экране появляется таблица, в которой представлены заданные параметры расчетных режимов.

Систематический расчет режимов					
Участок 1 - 22; Lпр=399.33 м;					
Провод 3*АС-150/24, Sм=153 Н/кв.мм, Sэ=102 Н/кв.мм					
Наименование режима	Температура °С	Нагрузка Н/(м*кв.мм)	Напряжение Н/(кв.мм)	Стрела м	Угол °
1.Высшей температуры	+35	0.0365	43.615	16.735	0
2.Низшей температуры	-55	0.0365	53.887	13.534	0
3.Среднегодовой температуры	-5	0.0365	47.451	15.377	0
4.Гололеда без ветра	-10	0.11171	130.71	17.078	0
5.Наибольшего ветра без гололеда	-10	0.0853	103.4	16.482	64.643
6.Наибольшего ветра при гололеде	-10	0.13437	153	17.551	33.757
7.Наибольшей нагрузки (5 или 6)	-10	0.13437	153	17.551	33.757
8.Грозовой активности без ветра	+15	0.0365	45.419	16.068	0
9.Грозовой активности с ветром	+15	0.037	45.977	16.08	9.2194
10.Наибольшей стрелы (1 или 4)	-10	0.11171	130.71	17.078	0
11.Электрической перегрузки (+70°С)	+70	0.0365	40.896	17.854	0
12.Условий монтажа (-15°С)	-15	0.037	49.156	15.036	9.2194
13.Наибольшей стрелы (10 или 11)	+70	0.0365	40.896	17.854	0

Рис. 62 Таблица результатов расчета напряжений и стрел для приведенного пролета для множества регламентированных расчетных режимов

5.8.4 Команда «Изменение режима»

Изменения режимов (исходного и расчетного) могут быть необходимы для исследования проблем, связанных с подвесом провода. Например, при необходимости уменьшить натяжения, но при этом обеспечить заданный габарит. Или рассмотреть кривые провисания провода при температуре более высокой или более низкой, чем нормативные. Также можно задаться стрелой провеса в расчетном режиме, и найти соответствующее натяжение в исходном режиме и т.п.

Изменение режимов действует для текущего участка, текущего пролета. Оно и производится в таблице Рис. 63

Параметры исходный и расчетные режимы	
Закорыть	
Приведенный пролет, м	100
Исходный режим	
Удельная нагрузка, даН/(м ² кв.мм)/1000	3.4805
Температура провода, °С	-40
Напряжение, даН/кв.мм	2.2927
Тяжение провода, даН	181.81
Расчетный режим	
Удельная нагрузка, даН/(м ² кв.мм)/1000	3.4805
Температура провода, град.С	40
Стрела, м	3
Напряжение, даН/кв.мм	1.4519
Тяжение провода, даН	115.14

Рис. 63 Таблица для изменения исходного и расчетного режимов

Эта таблица является модальной. Пока она открыта, можно работать только с ней. В таблице ввод одних параметров ведет к расчету других.

Приведенный пролет – если расчет ведется для участка с промежуточными опорами. Если участок однопролетный, то выводится «Расчетный пролет».

Для исходного режима можно изменять:

- удельную нагрузку - путем выбора из расчетных нормативных (предлагается меню со списком режимов);
- **температуру провода** - температура может вводиться любая приемлемая;
- **напряжение провода** - напряжение можно вводить произвольное, но не выше допустимого для режима наибольших нагрузок и для режима низшей температуры.
- **тяжение провода** – вычисляется через напряжение и связано им через площадь поперечного сечения проводов, несущих нагрузку – может вводиться произвольное значение, но напряжение не должно превышать допустимого (тяжение и напряжение больше допустимого заменяются автоматически на допустимые значения).

Для расчетного режима можно изменять

- удельную нагрузку;
- расчетную температуру;
- стрелу провеса в расчетном режиме.

Для расчетного режима рассчитываются

- стрела провеса в расчетном режиме;
- напряжение провода в расчетном режиме;
- тяжение провода в расчетном режиме.

При любом изменении параметров происходит мгновенный расчет зависимых расчетных параметров, которые отображаются в этой же таблице.

При изменении стрелы провеса изменяются исходные и расчетные напряжения и тяжения.

5.8.5 Команда «Кривая провисания провода»

Команда применяется только к пролету, выбранному в таблице Рис. 44. В результате получается таблица Рис. 64

X, м	Отметка земли	Отметка провода	Отметка провеса	Стрела провеса	Тяжение даН	Напряжение даН/кв.мм
0	0	17.74	17.805	0	383.03	4.8362
20	0	16.442	16.415	1.2979	383.67	4.8362
40	0	15.433	15.419	2.3072	383.39	4.8347
60	0	14.712	14.706	3.0279	383.19	4.8322
80	0	14.28	14.278	3.4602	383.07	4.8307
100	0	14.136	14.136	3.6044	383.03	4.8302
120	0	14.28	14.278	3.4602	383.07	4.8307
140	0	14.712	14.706	3.0279	383.19	4.8322
160	0	15.433	15.419	2.3072	383.39	4.8347
180	0	16.442	16.415	1.2979	383.67	4.8362
200	0	17.74	17.805	0	383.03	4.8362

Рис. 64 Таблица кривой провисания провода

В этой таблице приводится следующая информация

1. X – расстояние от «левой» опоры (положительные значения) или от правой опоры (отрицательные значения). Переключение осуществляется по меню, вызываемому по левой кнопке мыши.
2. Отметка земли высота (уровень) земли в соответствующей точке, определенная по заданному профилю.
3. Отметка провода – высота точки провода от принятого начала отсчета для профиля. Например, от уровня моря.
4. От земли до провода – расстояние от земли до провода. Оно, как правило, немного меньше разности уровней земли и провода. Пояснение, почему меньше на рисунке. При сложном рельефе с большими перепадами высот разница может быть существенной.

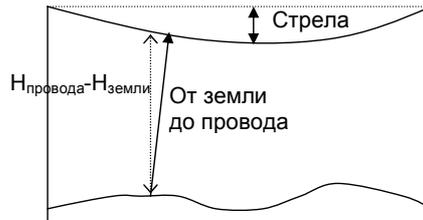


Рис. 65. Пояснение расстояния от земли до провода

5. Стрела провеса – расстояние от условной прямой, соединяющей точки подвеса провода до провода по вертикали.
6. Тяжение провода – сила, действующая на провод «на растяжение» в точке заделки, расположенной выше нижней точки провода пролета всегда тяжение выше, чем в нижней точке. По алгоритму программы оно может превышать допустимое нормативное. Расчетчик должен проверять места, где это превышение оказывается существенным. Такое может иметь место при большой разности высот крепления провода.
7. Напряжение в проводе – отношение тяжения провода к эквивалентной площади поперечного сечения несущего провода.

При нажатии Enter или левой кнопки мыши в второй колонке таблицы появится меню вида (см. Рис. 66)

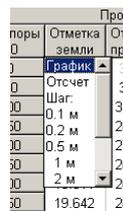


Рис. 66 Меню левой кнопки мыши

График – графическое изображение кривой провисания (Рис. 67).

Отсчет – изменение отсчета постоянного шага от левой или от правой опоры., Как правило, последний шаг меньше стандартного и не крутой. Этой командой неправильный шаг можно сделать первым или последним, соответственно отсчет будет от первой опоры или от последней.

0.1..20 – шаг по оси X кривой провисания в таблице (от 10 см до 20 м)

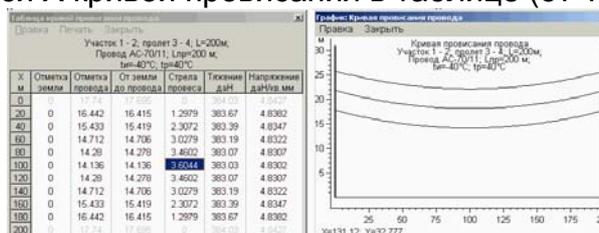


Рис. 67 Таблица и график кривой провисания провода

5.8.6 Команда «Монтажные кривые»

Монтажные кривые – это графики и таблицы зависимостей стрел провеса и тяжений-напряжений в проводе от температуры окружающей среды (температуры провода) для пролета, выделенного в таблице пролетов (Рис. 44).

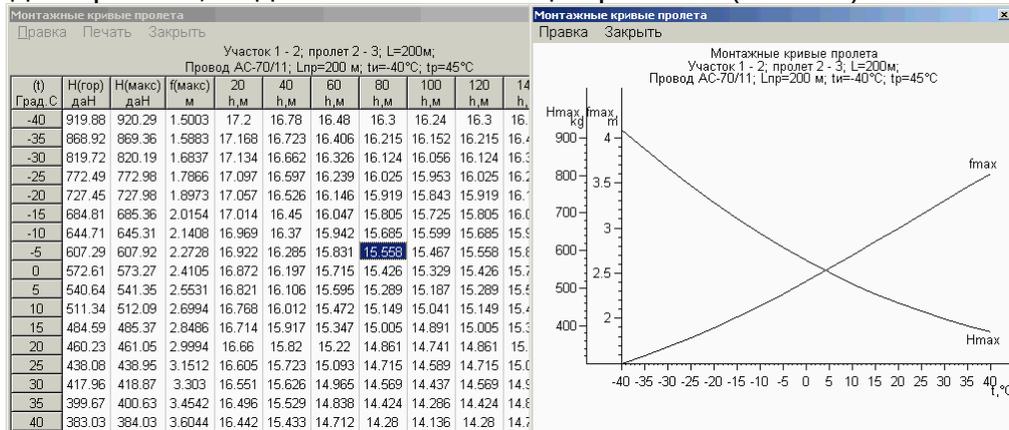


Рис. 68 Таблица и график монтажных кривых пролета

При выполнении команды главного или контекстного меню появляется таблица, а при нажатии клавиши Enter или клавиши мыши, указав на таблицу, то можно получить и график. График может быть скопирован в MS Word или AutoCAD. В таблице и на графике предлагается зависимость максимальной стрелы провеса и максимального тяжения провода от температуры. Кроме того, в таблице приводится несколько координат габаритных точек кривой провисания тоже в функции от температуры.

5.8.7 Команда «Монтажные стрелы (кр.)»

Команда «Монтажные стрелы провеса (кр.)» позволяет получить на экране (а затем передать в любой документ или вывести на печать) проектный документ с таблицами монтажных стрел провеса в краткой форме. Для участка, выделенного в таблице анкерных участков, или для совокупности пролетов в таблице опор. В отличие от полных монтажных стрел провеса для всех пролетов линии (см. ниже).

t(град.С)	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280
-30	1.0172	1.3312	1.6666	2.0213	2.3995	2.7819	3.1662	3.5625	4.033	4.4758
-25	1.1102	1.467	1.784	2.1501	2.5322	2.922	3.3454	3.7724	4.2124	4.6645
-20	1.2051	1.544	1.9031	2.2804	2.6742	3.0803	3.5067	3.9434	4.3928	4.854
-15	1.3007	1.652	2.0227	2.4111	2.8156	3.2361	3.6684	4.1148	4.5736	5.0439
-10	1.3958	1.7595	2.142	2.5415	2.9568	3.3865	3.8298	4.2859	4.754	5.2336
-5	1.4906	1.8658	2.2601	2.6709	3.0969	3.537	3.9904	4.4562	4.9337	5.4225
0	1.5816	1.9705	2.3767	2.7989	3.2357	3.6863	4.1487	4.6252	5.1123	5.6103
5	1.6716	2.0732	2.4915	2.925	3.3729	3.8328	4.3074	4.7929	5.2894	5.7967
10	1.7594	2.1737	2.6041	3.0491	3.5078	3.9795	4.4632	4.9565	5.4647	5.9814
15	1.8448	2.272	2.7144	3.171	3.6408	4.123	4.617	5.1222	5.6381	6.1641
20	1.928	2.368	2.8225	3.2905	3.7715	4.2644	4.7687	5.2838	5.8094	6.3449
25	2.0089	2.4616	2.9283	3.408	3.8999	4.4026	4.9181	5.4432	5.9795	6.5234
30	2.0877	2.5531	3.0319	3.523	4.026	4.5403	5.0652	5.6004	6.1454	6.6998

Рис. 69 Таблица монтажных стрел провеса в краткой форме

5.8.8 Команда «Монтажные стрелы провода»

Команда «Монтажные стрелы провода» позволяет получить на экране (а затем передать в любой документ или вывести на печать) проектный документ с таблицами монтажных стрел провеса провода для всех пролетов всех участков линии (Рис. 70).

№	Участок	Пролет	Провод	Длина	-40°	-35°	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	+5°	+10°	+15°	+20°	+25°	+30°	+35°	+40°
1	1-6	1-2	АС-150/24	104	0.311	0.326	0.342	0.359	0.377	0.397	0.418	0.441	0.465	0.491	0.518	0.546	0.575	0.606	0.637	0.669	0.701
2		2-3		300	2.5	2.62	2.75	2.88	3.03	3.19	3.36	3.54	3.74	3.94	4.16	4.39	4.62	4.87	5.12	5.37	5.63
3		3-4		119	0.394	0.413	0.433	0.455	0.478	0.503	0.53	0.559	0.589	0.622	0.656	0.692	0.729	0.767	0.807	0.847	0.888
4		4-5		300	2.5	2.62	2.75	2.89	3.03	3.19	3.36	3.55	3.74	3.95	4.16	4.39	4.63	4.87	5.12	5.38	5.64
5		5-6		177	0.901	0.943	0.989	1.04	1.09	1.15	1.21	1.28	1.35	1.42	1.5	1.58	1.67	1.75	1.84	1.94	2.03
6	6-7	6-7	АС-150/24	500	6.95	7.3	7.7	8.13	8.62	9.15	9.74	10.4	11.1	11.9	12.8	13.8	14.9	16	17.3	18.6	19.9

Рис. 70 Монтажные стрелы максимальные стрелы провеса провода

5.8.9 Команда «Монтажные тяжения провода»

Команда «Монтажные тяжения провода» позволяет получить на экране (а затем передать в любой документ или вывести на печать) проектный документ с таб-

лицами монтажных тяжений провода для всех пролетов всех участков линии (Рис. 71).

№	Анкерный участок	Марка троса	Приведенный пролет, м	-40°	-35°	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	+5°	+10°	+15°	+20°	+25°	+30°	+35°	+40°
1	1-8	AC-95/16	292	9080	8699	8345	8017	7713	7430	7169	6927	6701	6492	6297	6116	5947	5788	5640	5501	5370
2	8-9	AC-95/16	150	13356	12564	11787	11031	10297	9592	8918	8282	7687	7136	6633	6177	5767	5400	5075	4785	4527

Рис. 71 Монтажные тяжения провода

5.8.10 Команда «Монтажные напряжения»

Команда «Монтажные напряжения провода» позволяет получить на экране проектный документ с таблицами монтажных напряжений провода всех анкерных участков аналогично таблице, приведенной на Рис. 71.

5.8.11 Команда систематический расчет

По этой команде выводится расчет тяжений или напряжений в расчетных режимах. Перед выводом таблицы выводится запрос на уточнение вида расчета – «тяжение» или «напряжение». В таблице (Рис. 72) для каждого анкерного участка указано описание исходного и расчетных режимов, для каждого расчетного режима приводится расчетное напряжение или тяжение.

№	Анкерный участок	Марка провода	Исходный режим	Приведенный пролет, м	t=tb b=0 W=0	t=tn b=0 W=0	t=tb b=0 W=0	t=ti b=b _a W=0	t=tw b=0 W=Wo	t=ti b=b _a W=Wi	t=tr b=0 W=0	t=tr b=0 W=0	t=+70° b=0 W=50	t=-15° b=0 W=6%Wo
1	1-2	AC-400/64	t=tn W=0 b=0	90.6	15076	60000	30172	43615	26724	46240	24653	24690	10082	42869
2	2-4	AC-400/64	t=tn W=0 b=0	38.8	9114	60000	28222	37138	22314	38154	21542	21554	4829	42204
3	4-6	AC-400/64	t=tn W=0 b=0	22.2	2212	60000	22027	27027	12390	38292	21588	21601	4935	42212
4	6-9	AC-400/64	t=ti W=Wi b=b _a	1816	60000	27695	27770	18525	37907	1531	45000	16843	16908	18847
5	9-43	AC-400/64	t=ti W=Wi b=b _a	1554	42397	18523	18579	10665	30302	45000	16876	16941	14394	18916
6	43-45	AC-400/64	t=tn W=0 b=0	276	15609	21055	17468	39684	20537	45000	16876	16941	14394	18916
7	45-63	AC-400/64	t=ti W=Wi b=b _a											

Рис. 72. Таблица результатов систематического расчета проводов, тросов или ВОК.

5.8.12 Команда «Гасители вибрации»

По команде «Гасители вибрации» можно получить таблицу ведомости гасителей вибрации с распределением их по отдельным участкам и пролетам, для провода и троса. Расчет выполнен по [3] и оформлен в виде таблицы.

№ уч.	А.участок Пролет	Мест-ность	Длина м	П.пролет м	Тип провода	Диам мм	Напряж. при те	Уд. нагр.	Режим среднеэксплуатационный, tr=5°C		Тип троса	Диам. мм	Напряж. при те	Уд. нагр.	Место1 мм	Место2 мм	Тип Г/В	Кол-во		
									Место1 мм	Место2 мм										
1	1-8	A	2000	292	AC-95/16	13.6	58.3	0.0338	550	700	ГВ-1	42	С 35	8	149	0.0854	350	400	ГВ-2	14
	1-2		300									6								2
	2-3		300									6								2
	3-4		300									6								2
	4-5		300									6								2
	5-6		300									6								2
	6-7		300									6								2
	7-8		200									6								2
2	8-9	A	3000	150	AC-95/16	13.6	64.1	0.0338	600	700	ГВ-1	6	С 35	8	159	0.0854	350	400	ГВ-2	2

Рис. 73 Таблица с расчетом числа и мест крепления гасителей вибрации для каждого пролета

Эта таблица предназначена, главным образом, для анализа во время проектирования, но может быть помещена в проектный документ после передачи в MS Word. Для проектного документа предназначена таблица «Ведомость гасителей вибрации»

5.8.13 Команда «Шаблон»

Команда «Шаблон» позволяет построить по точкам кривую провисания провода с целью получения шаблона для расстановки опор традиционным ручным способом. Графически шаблон не выводится, так как его масштабы должны быть строго согласованы с реальными размерами миллиметровой бумаги. Кроме того, использование программы позволяет полностью отказаться от использования шаблонов для расстановки опор.

Шаблон кривой провисания провода																
Участок 1а - 6а; Lпр=200 м; Провод АС-120/19; tи=-45°С; tр=-5°С; гололед Кш=0.0799; Опора П110-2																
X, м	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Кривая провода, м	7	7.032	7.128	7.288	7.511	7.799	8.151	8.566	9.046	9.589	10.2	10.87	11.6	12.4	13.27	14.2
Габаритная кривая, м	0	0.032	0.1278	0.2876	0.5113	0.799	1.151	1.566	2.046	2.589	3.197	3.868	4.604	5.404	6.268	7.196
Земляная кривая, м	-12	-11.97	-11.87	-11.71	-11.49	-11.2	-10.85	-10.43	-9.954	-9.411	-8.803	-8.132	-7.396	-6.596	-5.732	-4.804
Y=K*X*X, м	0	0.032	0.1278	0.2876	0.5113	0.7989	1.15	1.566	2.045	2.589	3.196	3.867	4.602	5.401	6.264	7.19
Провод при t=-45°С, м	7	7.011	7.044	7.099	7.177	7.276	7.397	7.541	7.706	7.894	8.104	8.336	8.59	8.866	9.164	9.484

Рис. 74 Таблица с описанием шаблона кривой провисания провода

При необходимости, таблица шаблона кривой провисания может быть помещена в проектный документ. В таблице приводится описание кривой провода при наибольшей стреле провеса от середины пролета при условии, что обеспечивается заданный габарит. Приведена габаритная кривая, та, что параллельная кривой провода и касается уровня земли в середине пролета, при условии, что поверхность ровная и горизонтальная. Приведена земляная кривая, которая пересекает поверхность земли в точках установки опор. Кривая $Y=K*X*X$ – повторяет габаритную кривую, но построена не по уравнению цепной линии, а путем аппроксимации квадратичной параболой. Это последняя кривая провода при низшей температуре. Такая кривая на шаблоне может помочь принять решение при расстановке опор о замене промежуточной опоры, расположенной в низкой точке (выемке) на анкерную.

На самом деле шаблоны необходимы только для традиционного обоснования принятых решений, так как программа во время анализа позволяет проверять все габариты при любых заданных климатических условиях. Без использования шаблонов.

5.8.14 Команда «Детальное описание кривой»

Кривая провисания провода в общем случае состоит из описаний отдельных участков кривой пролета от сосредоточенной нагрузки до сосредоточенной нагрузки или точки крепления. Описание кривой провисания осуществляется применением формул (1) и (3) к каждому участку.

Кривая провисания провода (детальная)							
Участок 22 - 33 Провод 3*АС-35/6.2; S _м =120 Н/кв.мм; S _з =90 Н/кв.мм t _и =-10°С; В _и =15 мм; W _и =160Па; t _р =40°С!							
N	X	Y	X0	Y0	Sigma	Gamma	G
1	0	558.06					
2	0	558.06	4076.6	-19878	41.605	0.0365	
3	8151.5	526.53					
4	8151.5	526.53					

Рис. 75 Таблица «Детальное описание кривой».

Параметры таблицы:

X, Y – Координаты начальной точки участка.

X0, Y0 – параметры вычисляемые по (3).

Sigma – параметр σ - напряжение в проводе в расчетном режиме.

Gamma – параметр γ - удельная нагрузка на провод в расчетном режиме

5.8.15 Команда «Сближение при КЗ»

По этой команде выполняется расчет минимального возможного расстояния между фазами и расстояния до конструкций при схлестывании проводов под действием ударного тока короткого замыкания.

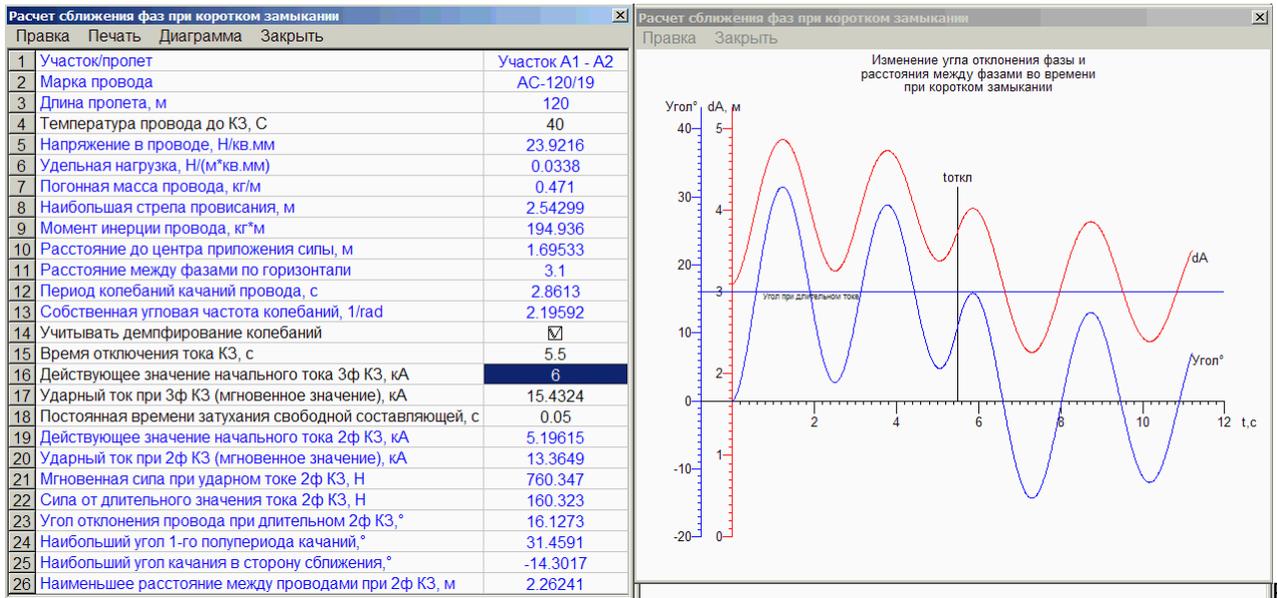


Рис. 76 Таблица и диаграмма расчета «Сближение проводов при КЗ».

В таблице данные, обозначенные синим цветом – это результаты расчета. Черным цветом показаны параметры, которые непосредственно влияют на этот расчет и которые можно ввести или изменить.

Диаграмма может быть выведена на экран по команде «Диаграмма» меню окна расчета. На диаграмме синяя линия - кривая изменения угла отклонения провода от времени – положительное отклонение, то, которое на начальной стадии КЗ. Красная линия – расстояние между проводами фаз в зависимости от времени. Для того, чтобы скопировать диаграмму в AutoCAD, MS Word или другую программу необходимо в меню таблицы повторно выбрать команду «Диаграмма». В этом случае, окно таблицы закроется, а управление рисунком диаграммы станет доступным. Можно изменить масштаб изображения и копировать изображение в AutoCAD или в буфер обмена.

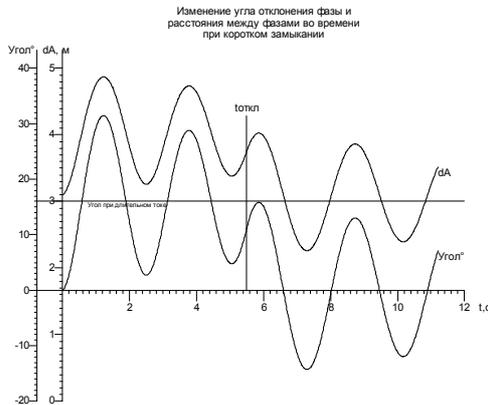


Рис. 77 Пример скопированного изображения диаграммы

5.9 Группа команд «Трос»

В эту группу входят команды, которые связаны с расчетом режима троса. Они являются обосновывающими. Главное меню с группой команд «Трос» приведено на рисунке.

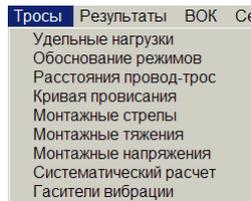


Рис. 78 Главное меню, группа команд «Трос»

Команды: «Удельные нагрузки троса», «Монтажные стрелы провеса троса», «Монтажные тяжения троса» - идентичны аналогичным таблицам для провода, только применены к тросам. По этой причине ниже будут рассмотрены только особые команды.

5.9.1 Команда «Удельные нагрузки»

Команда удельные нагрузки необходима для того, чтобы можно было проверить правильность расчета удельных нагрузок и для того чтобы их расчет можно было документировать. В таблице Рис. 79 приведены значения $\gamma_1 \dots \gamma_7$ (обозначены как $G_1 \dots G_7$) – удельные нагрузки и соответствующие им погонные нагрузки.

Удельные нагрузки троса						
Участок 1 - 22: Lпр=399.33 м; Трос С-70°, S _m =617 Н/кв.мм, S _з =430 Н/кв.мм Высота приведенного центра тяжести 19.977 м						
N	Наименование нагрузки	Нормативная Н/м	Rp/Pn	Расчетная Н/м	Удельная Н/(м*кв.мм)	Примечание
1	Вертикальная от собственного веса провода	6.1509	1	6.1509	0.0843	9.81/1000*627
2	Вертикальная от веса гололеда	10.817	0.975	10.547	0.14458	Ki=1 Kd=1 b=15 D=11
3	Вертикальная от веса провода со гололедом	16.968	0.98406	16.698	0.2289	
4	Горизонтальная от ветра на провод без гололеда	7.5007	1.43	10.726	0.14703	al=0.7 Kl=1 Kw=1.2489 Cx=1.2 Wo=650
5	Горизонтальная от ветра на провод с гололедом	9.8311	1.43	14.058	0.19271	al=1 Kl=1 Kw=1.2489 Cx=1.2 Wi=160
6	Результирующая нагрузка от провода без гололеда	9.7002	1.2747	12.364	0.16949	
7	Результирующая нагрузка от провода с гололедом	19.611	1.1131	21.828	0.29922	
8	Горизонтальная нагрузка от ветра W=0.06Wo	0.45004	1.43	0.64356	0.00882	0.06*al*Kl*Kw*Cx*Wo*D
9	Горизонтальная нагрузка от ветра W=50Па	0.57698	1.43	0.82508	0.0113	al*Kl*Kw*Cx*50*D
10	Результирующая нагрузка от ветра W=0.06Wo	6.1673	1.0028	6.1844	0.0848	
11	Результирующая нагрузка от ветра W=50Па	6.1779	1.0045	6.206	0.0851	

Рис. 79 Таблица «Удельные нагрузки троса»

В графе «Примечания» приведены расчетные формулы или значения коэффициентов, полученных по таблицам ПУЭ с использованием интерполяции.

5.9.2 Команда «Обоснование режимов троса»

В соответствии с [1] режим троса рассчитывается из условия обеспечения нормированного расстояния по вертикали (задается таблицей в [1]) между тросом и верхним фазным проводом линии для режима наиболее вероятного при грозовой активности. (Температура $t=15^\circ\text{C}$ (задается) ветра нет, нагрузка только от веса провода или троса). Минимальное допустимое расстояние должно быть не ниже заданного в таблице и не ниже наименьшего расстояния на опоре данного пролета. При обеспечении таких условий может оказаться, что трос будет перегружен при низшей температуре, при наибольшей нагрузке или в среднеэксплуатационном режиме.

Алгоритм программы построен так, что для обеспечения требуемого расстояния программа не может перегрузить трос ни по одному из режимов. При выходе на предел по какому-либо режиму не будет обеспечиваться расстояние.

В этом случае предельный режим будет обозначен красным.

Обоснование режима троса	
Обоснование режима троса Трос С 35Участок 8 - 9; Lпр=300 м; Трос С 35; тн=15°C; тр=5°C!	
Исходный режим грозовой активности:	
Напряжение, Н/кв.мм	139
Удельная нагрузка, Н/(м ² кв.мм)	0.0854
Температура троса, град.С	15
Тяжение троса в пролете, Н	5299
Режим низшей температуры:	
Допустимое напряжение, Н/кв.мм	400
Напряжение, Н/кв.мм	173
Удельная нагрузка, Н/(м ² кв.мм)	0.0854
Температура троса, град.С	-40
Тяжение троса в пролете, Н	6570
Режим наибольшей нагрузки:	Предел!
Допустимое напряжение, Н/кв.мм	400
Напряжение, Н/кв.мм	400
Удельная нагрузка, Н/(м ² кв.мм)	0.325
Температура троса, град.С	-5
Тяжение троса в пролете, Н	15200
Среднеэксплуатационный режим:	
Допустимое напряжение, Н/кв.мм	280
Напряжение, Н/кв.мм	144
Удельная нагрузка, Н/(м ² кв.мм)	0.0854
Температура троса, град.С	5
Тяжение троса в пролете, Н	5488
Тяжение троса в пролете, Н	5488

Рис. 80. Таблица обоснования режима троса.

Следует обратить внимание, что трос вышел на предел по режиму наибольшей нагрузки. Для решения проблемы придется либо применить другой трос, либо применить опоры с более высокими тросостойками.

5.9.3 Команда «Монтажные стрелы»

Команда «Монтажные стрелы троса» позволяет получить на экране (а затем передать в любой документ или вывести на печать) проектный документ с таблицами монтажных стрел провеса троса для всех пролетов всех участков линии, аналогично той таблице которая формируется для провода - Рис. 70

5.9.4 Команда «Монтажные тяжения»

Команда «Монтажные тяжения троса» позволяет получить на экране (а затем передать в любой документ или вывести на печать) проектный документ с таблицами монтажных тяжений троса для всех пролетов всех участков линии Рис. 81 (аналогично Рис. 71)

Монтажные тяжения троса		Температура грозовой активности 15°C																				
№	Анкерный участок	Марка троса	Приведенный пролет, м	Кс	-40°	-35°	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	+5°	+10°	+15°	+20°	+25°	+30°	+35°	+40°	Кс+
1	1-22	С-70*	399.33	1	8265	8203	8142.2	8082.7	8024.4	7967.3	7911.3	7856.4	7802.5	7749.7	7697.9	7647	7597.1	7548.1	7500	7452.7	7406.3	1

Рис. 81 Таблица «Монтажные тяжения троса».

5.9.5 Команда «Монтажные напряжения»

Команда «Монтажные напряжения троса» позволяет получить на экране проектный документ с таблицами монтажных напряжений провода всех пролетов. Таблица аналогичная таблице тяжений, но с напряжениями в тросе.

5.9.6 Команда «Систематический расчет»

По этой команде выводится таблица систематического расчета, как и для провода (Рис. 72), но примененная к грозозащитному тросу.

5.9.7 Команда «Расстояние трос-провод»

Для обоснования принятого исходного режима троса по условию грозозащиты фазных проводов предлагается таблица расстояний по вертикали между тросом и проводом.

В этой таблице режим провода – расчетный для температуры грозовой активности. Режим троса по габариту в режиме грозовой активности с проверкой допустимости режимов низшей температуры, наибольшей нагрузки и среднеэксплуатационного. Обозначения полей

H1п и **H2п** высоты подвески верхнего провода от уровня основания опоры, с учетом гирлянд изоляторов.

fп – стрела провисания провода (расстояние по вертикали от середины линии, соединяющей **H1п** и **H2п** до провода).

H1т и **H2т** высоты подвески троса от уровня основания опоры, с учетом гирлянд изоляторов тросов.

fт – стрела провисания троса (расстояние по вертикали от середины линии, соединяющей **H1т** и **H2т** до троса).

dHмин – нормируемое расстояние для данного пролета согласно ПУЭ.

dH1 и **dH2** – расстояния между тросом и проводом на второй и второй опорах (слева направо)

dHf – расстояние между тросом и проводом в середине пролета.

Ст – значение напряжения троса в режиме грозовой активности

Расстояния провод-трос																
Режим грозовой активности $tr=15^{\circ}C$																
№	Участок	Пролет	Провод	Трос	Длина	H1п	H2п	fп	H1т	H2т	fт	dHмин	dH1	dH2	dHf	Ст
1	1-3	1-2	АС-95/16	С 35	300	20.2	26.3	6.94	27.2	31.2	6.72	5.5	6.99	4.84	6.13	143
2		2-3			300	26.3	31.9	6.94	31.2	36.8	6.72	5.5	4.84	4.84	5.06	
3		3-4			300	31.9	41	6.94	36.8	45.8	6.72	5.5	4.84	4.84	5.06	
4		4-5			300	41	46.1	6.94	45.8	50.9	6.72	5.5	4.84	4.84	5.06	
5		5-6			300	46.1	43	6.93	50.9	47.8	6.72	5.5	4.84	4.84	5.06	
6		6-7			300	43	34.3	6.94	47.8	39.1	6.72	5.5	4.84	4.84	5.06	
7		7-8			200	34.3	18.5	3.09	39.1	25.7	2.99	4.84	4.84	7.18	6.11	
8	8-9	8-2.2	АС-95/16	С 70*	300	20.2	26.3	6.98	27.4	31.2	6.32	5.5	7.18	4.84	6.67	150
9		2.2-2.3			300	26.3	31.9	6.98	31.2	36.8	6.32	5.5	4.84	4.84	5.5	
10		2.3-2.4			300	31.9	41	6.98	36.8	45.8	6.33	5.5	4.84	4.84	5.5	
11		2.4-2.5			300	41	46.1	6.98	45.8	50.9	6.32	5.5	4.84	4.84	5.5	
12		2.5-2.6			300	46.1	43	6.98	50.9	47.8	6.32	5.5	4.84	4.84	5.5	
13		2.6-2.7			300	43	34.3	6.98	47.8	39.1	6.32	5.5	4.84	4.84	5.5	
14		2.7-2.8			300	34.3	24.9	6.98	39.1	29.7	6.33	5.5	4.84	4.84	5.5	
15		2.8-2.9			300	24.9	19	6.98	29.7	23.9	6.32	5.5	4.84	4.84	5.5	
16		2.9-2.10			300	19	13.1	6.98	23.9	18	6.32	5.5	4.84	4.84	5.5	
17		2.10-9			300	13.1	-1.36	6.99	18	5.82	6.33	5.5	4.84	7.18	6.67	

Рис. 82. таблица обоснования расстояний между тросом и проводом

По примеру этой таблицы видно, что на первом участке трос, возможно, что вышел на ограничение по одному из критических режимов (см. Рис. 80), а на втором участке, натяжением можно обеспечить расстояние в середине пролета, но расстояние на тросостойках мало, по этой причине строки окрашены красным. Если бы все было в норме, текст был бы черным.

5.9.8 Команда «Кривая провисания»

По этой команде можно получить кривую провисания троса в виде таблицы. При этом получается таблица, аналогичная Рис. 64.

5.9.9 Команда «Гасители вибрации»

5.9.10 Описание размещения гасителей вибрации для троса приведено в той же таблице, что и для фазных проводов. Поэтому эта команда позволяет вывести ту же таблицу, что описана в Команда систематический расчет

По этой команде выводится расчет тяжений или напряжений в расчетных режимах. Перед выводом таблицы выводится запрос на уточнение вида расчета – «тяжение» или «напряжение». В таблице (Рис. 72) для каждого анкерного участка указано описание исходного и расчетных режимов, для каждого расчетного режима приводится расчетное напряжение или тяжение.

Систематический расчет															
№	Анкерный участок	Марка провода	Исходный режим	Приведенный пролет, м	t=tb b=0 W=0	t=th b=0 W=0	t=ts b=0 W=0	t=ti b=b _a W=0	t=tw b=0 W=Wo	t=ti b=b _a W=Wi	t=tr b=0 W=0	t=tr b=0 W=0	t=+70° b=0 W=50	t=-15° b=0 W=6%Wo	
1	1-2	AC-400/64	t=th W=0 b=0	90.6	15076	60000	30172	43615	26724	46240	24653	24690	10082	42869	
2	2-4	AC-400/64	t=th W=0 b=0	38.8	9114	60000	28222	37138	22314	38154	21542	21554	4829	42204	
3	4-6	AC-400/64	t=th W=0 b=0	39.8	9114	60000	28222	37138	22314	38292	21588	21601	4935	42212	
4	6-9	AC-400/64	t=ti W=Wi b=b _a						1816	60000	27695	27770	18525	37907	
5	9-43	AC-400/64	t=ti W=Wi b=b _a						1531	45000	16843	16908	14396	18847	
6	43-45	AC-400/64	t=th W=0 b=0						1554	42397	18523	18579	10665	30302	
7	45-63	AC-400/64	t=ti W=Wi b=b _a	276	15609	21055	17468	39684	20537	45000	16876	16941	14394	18916	

Рис. 72. Таблица результатов систематического расчета проводов, тросов или ВОК.

Команда «Гасители вибрации» для фазных проводов табличная форма на Рис. 73.

5.10 Группа команд «Результаты»

Множество команд, предназначенных для выдачи итоговой проектной документации по результатам расчетов проводов и грозозащитных тросов

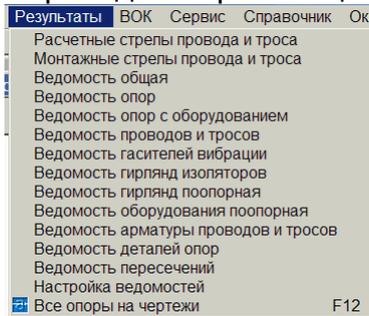


Рис. 83 Меню группы команд «Результаты»

5.10.1 Команда «Расчетные стрелы провода и троса»

По этой команде выводится таблица аналогичная таблице монтажных стрел провеса провода и троса, но тяжения и стрелы провисания даются не для разных температур, а для множества расчетных режимов. Стрелы приводятся без разложения на вертикальную и горизонтальную составляющие. Пример таблицы приведен на

Расчетные стрелы провеса и тяжения провода и троса																													
№	Опоры участка	Длина участка	Провед пролет	Марка провода	Марка троса	Опоры пролета	Длина пролета	Измерение	«	»	«	»	«	»	«	»	«	»	«	»	«	»	«	»	«	»			
1	1-2	90.6	90.6	AC-400/64	C-70°	1-2	90.6	Тяжение, Н	15771	60000	30496	43903	27176	46529	25116	25153	10727	42991	13524	13524	13524	13524	13524	13524	13524	13524	13524	13524	
2	2-4	38.8	38.8	AC-400/64	C-70°	2-4	38.8	Стрела, м	1.05	0.275	0.541	0.897	0.775	1.01	0.657	0.659	1.54	0.385	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471	0.471

Рис. 84 Таблица расчетных стрел провеса и тяжений провода и троса

5.10.2 Команда «Монтажные стрелы провеса провода и троса»

По команде «Монтажные стрелы провеса провода и троса» можно получить таблицу с данными для проектного документа «Монтажные стрелы провеса провода и троса». В нем перечислены все анкерные участки, и все пролеты проекта, монтажные стрелы провеса, а также монтажные тяжения для фазного провода и грозотроса, Расчет выполнен по [?] и оформлен в виде таблицы на Рис. 85.

Монтажные стрелы провеса провода и троса																									
№ уч.	Опоры участка	Длина участка	Привед. пролет	Марка провода	Марка троса	Опоры пролета	Длина пролета	Измерение единица	<<																с
									-40°	-30°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°	+30°	+40°	-40°	-30°	-20°	-10°	0°	+10°		
1	1-8	2000	292	АС-95/16	С 35	1-2	300	Тяжение, Н	9080	8356	7721	7175	6706	6300	5948	5641	5370	6877	6562	6272	6007	5766	554		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	4,67	5,07	5,49	5,91	6,32	6,73	7,13	7,52	7,9	5,32	5,57	5,83	6,08	6,34	6,58		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	4,67	5,08	5,49	5,91	6,33	6,73	7,13	7,52	7,9	5,32	5,57	5,83	6,09	6,34	6,58		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	4,67	5,07	5,49	5,91	6,32	6,73	7,13	7,52	7,9	5,32	5,57	5,83	6,09	6,34	6,58		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	4,67	5,07	5,49	5,91	6,32	6,73	7,13	7,52	7,9	5,31	5,57	5,83	6,08	6,34	6,58		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	4,67	5,08	5,49	5,91	6,33	6,73	7,13	7,52	7,9	5,32	5,57	5,83	6,09	6,34	6,58		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	2,08	2,26	2,45	2,63	2,82	3	3,18	3,35	3,52	2,37	2,48	2,59	2,71	2,82	2,91		
2	8-9	3000	300	АС-95/16	С 35	8-2-2	300	Тяжение, Н	6580	6295	6038	5804	5589	5392	5211	5044	4889	6570	6293	6037	5803	5589	539		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	5,55	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	5,55	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	5,55	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	5,55	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	5,55	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	5,55	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	5,55	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	5,55	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	5,55	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78		
				АС-95/16	С 35			Стрела, м	5,55	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78		

Рис. 85 Таблица Монтажных стрел провеса провода и троса, а также их монтажных тяжений

Эта таблица предназначена для формирования проектного документа. Для нее имеется шаблон MS Word. Пример документа приведен на Рис. 86.

Анкерный участок (номера опор)	Длина анкерного участка, м	Длина приведенного пролета, м	Номера опор пролета	Длина пролета, м	Марка провода и троса	Измерение	<<													
							-30°	-20°	-10°	0°	+10°	+20°	+30°	+40°						
1-8	2000	292			АС-95/16 С-35	Тяжение, Н	8356	7721	7175	6706	6300	5948	5641	5370	6877	6562	6272	6007	5766	554
			1-2	300	АС-95/16 С-35	Стрела, м	5,07	5,49	5,91	6,32	6,73	7,13	7,52	7,9	5,32	5,57	5,83	6,08	6,34	6,58
			2-3	300	АС-95/16 С-35	Стрела, м	5,07	5,49	5,91	6,32	6,73	7,13	7,52	7,9	5,32	5,57	5,83	6,09	6,34	6,58
			3-4	300	АС-95/16 С-35	Стрела, м	5,08	5,49	5,91	6,33	6,73	7,13	7,52	7,9	5,32	5,57	5,83	6,09	6,34	6,58
			7-8	200	АС-95/16 С-35	Стрела, м	2,26	2,45	2,63	2,82	3	3,18	3,35	3,52	2,37	2,48	2,59	2,71	2,82	2,91
8-9	3000	300			АС-95/16 С-35	Тяжение, Н	6295	6038	5804	5589	5392	5211	5044	4889	6570	6293	6037	5803	5589	539
			8-2-2	300	АС-95/16 С-35	Стрела, м	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78
			2-2-2-3	300	АС-95/16 С-35	Стрела, м	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78
			2-3-2-4	300	АС-95/16 С-35	Стрела, м	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78
			2-4-2-5	300	АС-95/16 С-35	Стрела, м	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78	7,02	7,25	7,48	5,56	5,81	6,05	6,3	6,54	6,78

Рис. 86 Пример проектного документа полученного в MS Word из таблицы на предыдущем рисунке с использованием шаблона

5.10.3 Команда «Ведомость общая»

Позволяет подсчитать в одной таблице оборудование разных видов.

№	Наименование	Марка	Чертеж	Стандарт	Изготовитель поставщик	Ед. изм.	Количество	Вес ед. кг	Вес т	Примечание
7	Звено промежуточное	ПТМ-7-2		TU 3449-109-0011120-95	ТОО "Инвестор-М"	шт.	155	0.7	0.108	
8	Узел крепления	КТП-16-2		TU 3449-108-0011120	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	167	2	0.334	
9	Зажим натяжной прессуемый	НЗ-2-7		TU 34 13.11310-88	ТОО "Инвестор-М"	шт.	155	2.1	0.325	
10	Скоба	СК-16-1А		TU 3449-107-0011120-94	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	180	1.22	0.22	
11	Зажим поддерживающий	ПГ-3-12		TU 3449-126-0011120-97	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	1081	1.25	1.35	
12	Узел крепления	КТП-7-2Б		TU 3449-108-0011120	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	864	1.12	0.968	
13	Звено промежуточное монтажное	ПТМ-7-2		TU 3449-109-0011120-95	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	61	0.7	0.0427	
14	Звено промежуточное регулируемое	ПРР-7-1		TU 3449-109-0011120-95	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	61	2.08	0.127	
15	Серьга	СР-7-16		TU 3449-105-0011120	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	49	0.3	0.0147	
16	Ушко однолапчатое переходное	У1-7-16		TU 3449-111-0011120	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	49	0.67	0.0328	
17	Зажим натяжной клиновой	НКК-1-1Б		TU 3449-131-0011120	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	49	0.9	0.0441	
18	Зажим натяжной прессуемый	А1А-120-1		TU 34 13.11310-88	ТОО "Инвестор-М"	шт.	49	0.238	0.0117	
19	Узел крепления	КТП-7-2В		TU 3449-108-0011120	ТОО "Инвестор-М"	шт.	266	0.7	0.186	
20	Коромысло универсальное	2КУ-30-1		TU 3449-112-0011120	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	6	8.6	0.0516	
21	Зажим натяжной заклинивающийся	НЗ-2-7		TU 34 13.11310-88	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	12	1.67	0.02	
22	Скоба	СКТ-30-1		TU 3449-107-0011120-94	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	6	3.53	0.0212	
23	Звено промежуточное	ПРР-7-1		TU 3449-109-0011120-95	ТОО "Инвестор-М"	шт.	25	0	0	
24	Звено промежуточное	ПТМ-7-2		TU 3449-109-0011120-95	ТОО "Инвестор-М"	шт.	25	0.7	0.0175	
25	Узел крепления	КТП-16-2		TU 3449-108-0011120	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	29	2	0.058	
26	Зажим натяжной прессуемый	НЗ-2-7		TU 34 13.11310-88	ТОО "Инвестор-М"	шт.	25	2.1	0.0525	
27	Скоба	СК-16-1А		TU 3449-107-0011120-94	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	33	1.22	0.0403	
28	Коромысло универсальное	2КУ-30-1		TU 3449-112-0011120	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	2	8.6	0.0172	
29	Звено промежуточное регулируемое	ПРР-7-1		TU 3449-109-0011120-95	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	4	2.08	0.00832	
30	Звено промежуточное монтажное	ПТМ-7-2		TU 3449-109-0011120-95	ОАО "ЮАИЗ"	шт.	4	0.7	0.0028	

Содержание таблицы особого пояснения не требует.

Для получения проектного документа для данной таблицы разработан шаблон, для MS Word, который может быть изменен расчетчиком.

5.10.4 Команда «Ведомость опор»

Подсчитывает опоры разного вида, для сооружения ВЛ.

№	Наименование	Марка	Чертеж	Стандарт	Изготовитель поставщик	Ед. изм.	Количество	Вес ед. кг	Вес т	Примечание	Список опор
1	Опора	У110-2+9	3.407-68/73 л.126а	-	-	Шт.	2	11834	23.7		1а,12а;
2	Опора	П110-2	3.407-68/73 л.112а	-	-	Шт.	21	2796	58.7		2,3;4;5;6;7;8;9;10;11;13;14;24а;
3	Опора	У110-4+5	3.407-68/73 л.81	-	-	Шт.	1	6883	6.88		
4	Опора	ПБ110-15		-	-	Шт.	238	5141	1224		25;26;27;28;29;30;31;32;33;
5	Опора	У110-1	3.407-68/73 л.125а	-	-	Шт.	16	5235	83.8		37а;55а;59а;63а;66а;71а;7
6	Опора	У110-3	3.407-68/73 л.80	-	-	Шт.	4	3375	13.5		110а;114а;129а;145а;
7	Опора	Портал шинный		-	-	Шт.	2	0	0		111;113;
8	Опора	П110-1+4	3.407-68/73 л.111а	-	-	Шт.	2	2565	5.13		175;176;
9	Опора	У110-1+5	3.407-68/73 л.125а	-	-	Шт.	3	6980	20.9		267а;268а;271а;
10	Опора	ПСБ110-1		-	-	Шт.	4	7169	28.7		275;276;279;280;

Рис. 87

Для получения проектного документа для данной таблицы разработан шаблон, для MS Word, который может быть изменен расчетчиком.

5.10.5 Команда «Ведомость опор с оборудованием»

Команда выводит на экран ведомость опор и оборудования со списком опор применимости.

№	Наименование	Марка	Чертеж	Стандарт	Изготовитель поставщик	Ед. изм.	Количество	Вес ед. кг	Вес т	Наименование оборудования	Обозначение комплекта	Чертеж	Примечание	Список опор
1	Опора					Шт.	2	17580	35.16					1,22;
2	Опора					Шт.	20	8054	161.08					2,3;4;5;6
3	Опора					Шт.	1	3653	3.653					33;

Рис. 88

5.10.6 Команда «Ведомость проводов и тросов»

Таблица по смыслу, но включает только провода и тросы. Если в справочнике введена строительная длина, то подсчитывается необходимое число барабанов.

№	Наименование	Марка	Чертеж	Стандарт	Изготовитель поставщик	Ед. изм.	Количество	Вес ед. кг	Вес т	Примечание
1	Провод сталеалюминиевый	АС-150/19		ГОСТ 839-80Е		км	178	554	98.8	1 барабан
2	Трос стальной	ТК-9,1		TU14-4-661-75		км	59.4	424	25.2	1 барабан

Рис. 89

Для получения проектного документа для данной таблицы разработан шаблон, для MS Word, который может быть изменен расчетчиком.

5.10.7 Команда «Ведомость гасителей вибрации»

По команде «Ведомость гасителей вибрации» можно получить таблицу с данными для проектного документа «Ведомость гасителей вибрации». В нем перечис-

лены все анкерные участки проекта, указано число, и место крепления гасителей вибрации для фазного провода и грозотроса, а также их тип. Расчет выполнен по [3] и оформлен в виде таблицы.

Режим среднеексплуатационный, $t_p=5^{\circ}\text{C}$																				
№	Анкерные опоры	Местность	Длина участка	П.пролёт м	Тип провода	Диам. мм	Напряж. при те	Уд. нагр	Место1 мм	Место2 мм	Тип Г/В	Кол-во	Тип троса	Диам. мм	Напряж. при те	Уд. нагр.	Место1 мм	Место2 мм	Тип Г/В	Кол-во
1	1-8	A	2000	292	АС-95/16	13.6	58.3	0.0338	550	700	ГВ-1	42	С 35	8	149	0.0854	350	400	ГВ-2	0
2	8-9	A	3000	150	АС-95/16	13.6	64.1	0.0338	600	700	ГВ-1	6	С 35	8	159	0.0854	350	400	ГВ-2	0

Рис. 90 Ведомость гасителей вибрации

Эта таблица предназначена для формирования проектного документа. Для нее имеется шаблон MS Word. Пример документа приведен на Рис. 91.

Анкерный участок	Длина участка, м	Длина пролета, м	Тип провода	Расст. от середины пролета, мм	Расст. от середины троса, мм	Тип Г/В	Кол-во	Тип троса	Расст. от середины пролета, мм	Расст. от середины троса, мм	Тип Г/В	Кол-во
1-8	2000	292	АС-95/16	550	700	ГВ-1	42	С 35	350	400	ГВ-2	0
8-9	3000	150	АС-95/16	600	700	ГВ-1	6	С 35	350	400	ГВ-2	0

1. Место установки гасителя определяется расстоянием, приведенным в ведомости, которое измеряется: у промежуточных опор: от середины поддерживающего зажима до середины гасителя, у анкерных опор: от места выхода провода из зажима до середины гасителя.

2. Гасители вибрации устанавливаются по одному на каждый провод с обеих сторон пролета при двухсторонней установке.

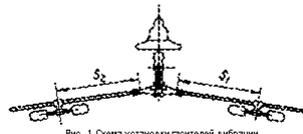


Рис. 1 Схема установки гасителей вибрации

Рис. 91 Результат вывода таблицы предыдущего рисунка в MS Word с использованием заранее заготовленного шаблона

5.10.8 Команда «Ведомость гирлянд изоляторов»

Ведомость представлена таблицей для подсчета изоляторов разного типа по всему проекту

№	Марка и число изоляторов	Комплект арматуры	Чертеж	Количество	Список опор
1	ЛК 70/110-AVII	НГ-1 натяж. провод		144	1а, 12а, 24а, 37а, 55а, 59а, 63а, 66а, 71а, 79а, 92а, 97а, 110а, 114а, 129а, 145а, 151а
2	ПС-70Е	НК-1 натяж. трос		48	1а, 12а, 24а, 37а, 55а, 59а, 63а, 66а, 71а, 79а, 92а, 97а, 110а, 114а, 129а, 145а, 151а
3	9*ПС-70Е	ПГ-1 подерж. провод		795	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
4	-	ПК-1 подерж. трос		9	2, 3, 4, 5, 6, 7, 289, 290, 291;
5	-	ПК-1 подерж. трос		252	8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34;
6	ПС-70Е	НГ-1 натяж. провод		2	92а, 97а;
7	-	ПГ-1 подерж. провод		4	93, 94, 95, 96;
8	9*ПС-70Е	НГ-1 натяж. провод		6	111, 113;
9	2*ЛК 70/110-AVII	НГ-1 двухщепная		6	267а, 268а;

Рис. 92 Ведомость изоляторов.

Для получения проектного документа для данной таблицы разработан шаблон, для MS Word, который может быть изменен расчетчиком.

5.10.9 Команда «Ведомость гирлянд поопорная»

Ведомость представлена таблицей. Для каждой опоры указано число гирлянд для провода и для троса

№	Марка опоры	Подвеска	Изоляторы	Комплект арматуры	Чертеж	Кол-во на опоре	Количество	Список опор
1	У110-2+9	Провод фазы	ЛК 70/110-AVII	НГ-1 натяж провод		3	9	1а;12а;
2	У110-2+9	Трос	ПС-70Е	НК-1 натяж трос		1	3	1а;12а;
3	П110-2	Провод фазы	9*ПС-70Е	ПГ-1 поддеж провод		3	63	2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22
4	П110-2	Трос	-	ПК-1 поддеж трос		1	6	2;3;4;5;6;7;
5	П110-2	Трос	-	ПК-1 поддеж трос		1	15	8;9;10;11;13;14;15;16;17;18;19;20;21;22;23;
6	У110-4+5	Провод фазы	ЛК 70/110-AVII	НГ-1 натяж провод		3	6	24а;
7	У110-4+5	Трос	ПС-70Е	НК-1 натяж трос		1	2	24а;
8	ПБ110-15	Провод фазы	9*ПС-70Е	ПГ-1 поддеж провод		3	714	25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;38;39;40;41;4
9	ПБ110-15	Трос	ПС-70Е	ПК-1 поддеж трос		1	235	25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;36;38;39;40;41;4
10	У110-1	Провод фазы	ЛК 70/110-AVII	НГ-1 натяж провод		3	93	37а;55а;59а;63а;66а;71а;79а;92а;97а;158а;185а;2
11	У110-1	Трос	ПС-70Е	НК-1 натяж трос		1	29	37а;55а;59а;63а;66а;71а;79а;92а;97а;158а;185а;2
12	У110-1	Трос	ПС-70Е	НГ-1 натяж провод		1	2	92а;97а;
13	У110-3	Провод фазы	ЛК 70/110-AVII	НГ-1 натяж провод		3	24	110а;114а;129а;145а;
14	У110-3	Трос	ПС-70Е	НК-1 натяж трос		1	8	110а;114а;129а;145а;

Для получения проектного документа для данной таблицы разработан шаблон, для MS Word, который может быть изменен расчетчиком.

5.10.10 Команда «Ведомость оборудования поопорная»

№	Марка опоры	Наименование оборудования	Обозначение комплекта	Чертеж	Наименование арматуры	Обозначение комплекта	Чертеж	Количество	Список опор
1	У110-2+9				Натяжная однож.	НГ-1 натяж провод		2	1а;12а;
2	У110-4+5				Натяжная однож.	НГ-1 натяж провод		1	24а;
3	У110-1				Натяжная однож.	НГ-1 натяж провод		16	37а;55а;59а;63а;66;
4	У110-3				Натяжная однож.	НГ-1 натяж провод		4	110а;114а;129а;145
5	ПБ110-15				Поддерживающ	ПК-1 поддеж трос		1	112;
6	У110-1+5				Натяжная гирля	НГ-1 двухцепная		2	267а;268а;
7	У110-1+5				Натяжная однож.	НГ-1 натяж провод		1	271а;

5.10.11 Команда «Ведомость арматуры подвески проводов и тросов»

Ведомость арматуры подвески проводов и тросов представлена таблицей, в которой перечислены все используемые типы арматуры и подсчитано общее количество.

№	Марка опоры	Подвеска	Изоляторы	Комплект арматуры	Чертеж	Кол-во на опоре	Количество	Список опор
1	У110-2+9	Провод фазы	ЛК 70/110-AVII	НГ-1 натяж провод		3	9	1а;12а;
2	У110-2+9	Трос	ПС-70Е	НК-1 натяж трос		1	3	1а;12а;
3	П110-2	Провод фазы	9*ПС-70Е	ПГ-1 поддеж провод		3	63	2;3;4;5;6;7;8;9;10;11;13;14;15;16;1
4	П110-2	Трос	-	ПК-1 поддеж трос		1	6	2;3;4;5;6;7;
5	П110-2	Трос	-	ПК-1 поддеж трос		1	15	8;9;10;11;13;14;15;16;17;18;19;20;
6	У110-4+5	Провод фазы	ЛК 70/110-AVII	НГ-1 натяж провод		3	6	24а;
7	У110-4+5	Трос	ПС-70Е	НК-1 натяж трос		1	2	24а;
8	ПБ110-15	Провод фазы	9*ПС-70Е	ПГ-1 поддеж провод		3	714	25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;3
9	ПБ110-15	Трос	ПС-70Е	ПК-1 поддеж трос		1	235	25;26;27;28;29;30;31;32;33;34;35;3
10	У110-1	Провод фазы	ЛК 70/110-AVII	НГ-1 натяж провод		3	93	37а;55а;59а;63а;66а;71а;79а;92а;9
11	У110-1	Трос	ПС-70Е	НК-1 натяж трос		1	29	37а;55а;59а;63а;66а;71а;79а;92а;9
12	У110-1	Трос	ПС-70Е	НГ-1 натяж провод		1	2	92а;97а;
13	У110-3	Провод фазы	ЛК 70/110-AVII	НГ-1 натяж провод		3	24	110а;114а;129а;145а;
14	У110-3	Трос	ПС-70Е	НК-1 натяж трос		1	8	110а;114а;129а;145а;
15	Портал шинный	Провод фазы	9*ПС-70Е	НГ-1 натяж провод		3	6	111;113;
16	Портал шинный	Трос	ПС-70Е	ПК-1 поддеж трос		1	2	111;113;

Рис. 93

Для получения проектного документа для данной таблицы разработан шаблон, для MS Word, который может быть изменен расчетчиком.

5.10.12 Команда «Ведомость деталей опор»

Ведомость деталей опор представлена таблицей, в которой перечислены все используемые детали опор, обобщены и подсчитаны их количества.

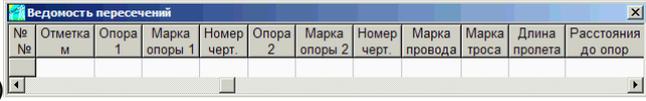
№	Наименование	Марка	Чертеж	Количество	Длина м	Вес ед. кг	Вес т	Примечание
1								

Рис. 94

Таблица будет заполнена только в том случае, если расчетчик позаботился о составе деталей для каждой опоры. Стандартный набор деталей описывается в справочнике опор. Для анкерных опор состав деталей может быть изменен. (см. таблицу анкерных опор).

5.10.13 Команда «Ведомость пересечений»

По этой команде выводится таблица, в которой для каждого пересечения выводится информация с результатом расчета габаритов.

А) 

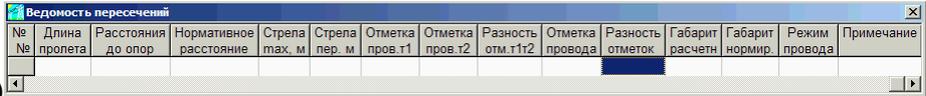
Б) 

Рис. 95 Таблица «Ведомость пересечений»



Рис. 96 Таблица с результатами расчета габаритов пересечений

Для каждого пересечения выводится информация, аналогичная выводимой в таблице Рис. 41.

Дополнительная расчетная информация.

Пролет № - номер пролета, в котором имеет место пересечение.

Расстояние до опоры - Расстояние от ближайшей опоры.

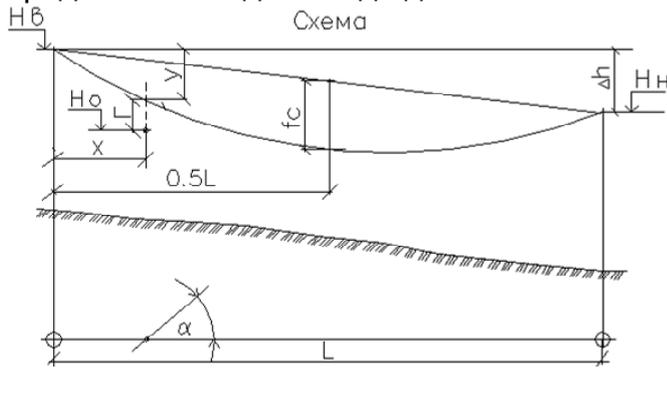
Расстояние до провода – Дополнительно указывается пересечение выше или ниже провода.

Допустимые расстояния – величины из таблицы для ввода информации о пересечениях.

Расчет при t°C – расчетные температуры, при которых определялись габариты для пересечения ниже ВЛ – наибольшая допустимая температура провода, а при пересечении выше ВЛ – низшая температура. Температура задается расчетчиком.

Макс. стрела провеса и **Стрела в точке пересечения** – характеристики провисания провода.

На Рис. 97 приведено пояснение к расчету габаритов пересечений, которое включено в шаблон для формирования выходного документа. Данная таблица не предназначена для ввода данных.



Расчетные формулы

1 Пролет с разными высотами точек подвеса провода $\Delta h = Hв - Hн$

$$y = \frac{X}{L} \left[\Delta h + 4 fc \left(1 - \frac{X}{L} \right) \right]; \quad \Gamma = Hв - (Ho + y)$$

2 Пролет с одинаковыми высотами точек подвеса провода $\Delta h = 0$

$$y = 4 fc \frac{X}{L} \left(1 - \frac{X}{L} \right); \quad \Gamma = Hв - (Ho + y)$$

Рис. 97 Пояснения к описанию пересечений. Выводится в документ «Ведомость пересечений»

5.10.14 Команда «Настройка Ведомостей»

По данной команде пользователю предоставляется меню, в котором можно выбрать нужную настройку ведомостей.

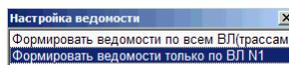


Рис. 98 Меню настройки ведомостей.

Необходимо отметить, что эта настройка относится только к командам, связанным с подсчетом оборудования. Так, ее действие не распространяется на перечень пересечений, которые выводятся только для текущей линии (трассы)(пока).

5.10.15 Команда «Все опоры на чертежи»

По этой команде можно выполнить нанесение опор на заготовки чертежей профиля и плана. По команде на экране появляется таблица, содержащая все опоры проекта со значимыми для построения параметрами. Эта таблица имеет вид, как на Рис. 99.

№	Обозначение	Марка опоры	Тип	Материал	Примечание	Пикет	Дист. м	Угол °	Пролет м	План X м	План Y м	Уровень основания	Высота опоры	Уровень вершины	Уровень провода
1	1a	У110-2+9	А	С		ПК0+0	0	0°	58.6	0	0	774	33.7	807	793
2	2	П110-2	П	Б		ПК0+58.6	58.6		205	0	0	768	31	799	786
3	3	П110-2	П	Б		ПК2+63.1	263		230	0	0	757	31	788	774
4	4	П110-2	П	Б		ПК4+92.9	493		180	0	0	764	31	795	782
5	5	П110-2	П	Б		ПК6+73.3	673		251	0	0	770	31	801	787
6	6	П110-2	П	Б		ПК9+24.5	925		181	0	0	777	31	808	795
7	7	П110-2	П	Б		ПК11+5.2	1105		180	0	0	764	31	795	782
8	8	П110-2	П	Б		ПК12+85.4	1285		217	0	0	758	31	789	775
9	9	П110-2	П	Б		ПК15+1.9	1502		264	0	0	756	31	787	773
10	10	П110-2	П	Б		ПК17+66	1766		251	0	0	761	31	792	778

Рис. 99 Таблица для вывода опор на чертеж AutoCAD

Назначение столбцов

- № - порядковый номер опоры;
- Обозначение – обозначение или эксплуатационный номер опоры.
- Марка (тип) опоры
- Тип – А-анкерная; П-промежуточная; П(А)-анкерная, использованная в качестве промежуточной А(П)-промежуточная, использованная в качестве анкерной.
- Пикет – обозначение пикета опоры в виде номера пикета и смещения.
- Примечание – строка произвольного текста, который может быть выведен над опорой. Это может быть краткое описание особенностей фундамента данной опоры или нечто другое. Это единственное поле, которое может вводиться в данной таблице.
- Нач.лин. – признак опоры – начальной для линии.
- Дист, м – дистанция, расстояние от начала линии в метрах.
- Угол поворота – пока определен только для анкерных опор – угол между направлением предыдущего участка и направлением последующего участка.
- Пролет – длина пролета, следующего за опорой (если линия слева на право, то правее опоры).
- План X и План Y координаты опоры на плане в метрах реального объекта.
- Отметка основания – высота поверхности земли по описанию профиля в месте установки опоры.
- Высота опоры – высота по каталогу и возможному внесению изменения высоты конкретной опоры.
- Отметка верхней точки опоры (сумма 11 и 12).
- Отметка провода – высота провода по отношению к точке начала отсчета высоты отметки.

Этих данных почти достаточно для выполнения построения. Недостающие параметры можно внести в дополнительную таблицу появляющуюся по команде выполнения построения «Нанести на профиль» и «Нанести на план». Эта команда выбирается из контекстного меню или меню «Правка».

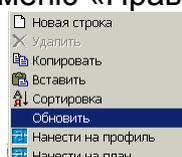


Рис. 100 Контекстное меню для нанесения опор на чертеж

По команде «Нанести на профиль» предлагается настроечная таблица вида

Нанесение опор на профиль	
Выполнить	Отменить
Масштаб по X (1:...)	5000
Масштаб по Y (1:...)	500
Размер шрифта	3.5
Пикет начала участка	0
Пикет конца участка	1219
Привязка по X в единицах AutoCAD	0
Привязка по Y в единицах AutoCAD	100
Положение нижней границы разреза	30
Положение линии на абрисе	20
Точность обозначения угла	Градусы
Префикс к обозначению опоры	
Выводить текст примечания для опоры	<input checked="" type="checkbox"/>
Очистить перед рисованием	<input checked="" type="checkbox"/>
Рисовать опоры	<input checked="" type="checkbox"/>
Высота опоры по нижнему проводу	<input type="checkbox"/>
Рисовать абрис	<input checked="" type="checkbox"/>
Рисовать линию поверхности	<input checked="" type="checkbox"/>
Рисовать вертикальные линии	<input checked="" type="checkbox"/>

Рис. 101 Настроечная таблица для вывода на профиль

Масштабы по **X** и по **Y** вводятся старшим числом отношения. Для 1:500 – «500»; для 1:5000 – «5000».

Размер шрифта на чертеже – в единицах AutoCADa без учета масштаба.

Пикет начала и конца определяет область трассы, которая должна быть помещена на данный чертеж (лист чертежа). На самом деле следует ввести дистанции начала и конца документируемого участка. Позднее предполагается делать возможность ввода пикетов.

Привязка по **X** и по **Y** определяет на плане точку по **X** пикет начала; по **Y** - уровень поверхности, соответствующий пикету начала. Если профиль уже нарисован, то это точка на изображении поверхности, соответствующая пикету начала в единицах AutoCAD или в миллиметрах чертежа. Эти координаты удобнее всего считать в AutoCAD, совмещением курсора мыши с соответствующей точкой.

Положение нижней границы разреза – Привязка на чертеже нижней линии разреза земли в единицах AutoCAD или миллиметрах.

Положение линии на абрисе – тоже в единицах AutoCAD или миллиметрах.

Точность обозначения угла: Возможны значения: Градусы, Минуты, Секунды. Если выбрать «Градусы», то углы будут в градусах с десятymi и сотыми (25.32°), как для всех величин, если выбрать «Минуты», то будут градусы и минуты с точностью до 1 минуты ($25^\circ 19'$), а если выбрать «Секунды», то будут градусы-минуты-секунды ($25^\circ 19' 12''$) с точностью до 1 секунды.

Префикс к обозначению опоры – символы перед номером, это средство позволяет записать номер опоры как «№1», «№2» и т.п.

Ряд переключателей рисования. Птица – выполнение действия.

Вывод текста примечания. Если примечания есть и их необходимо вывести на расстановку.

Очистить перед рисованием. Очищается только то, что нарисовано программой. Точнее в слоях с префиксом CS_. Можно нарисовать сначала одни объекты, затем к ним добавить еще. Например – расставить все опоры, а кривые провисания провода изображать только в отдельных пролетах. Остальные переключатели отвечают каждый за свою часть рисунка. Пример построения полного рисунка в AutoCAD.

Рисовать опоры – если убрать отметку, то опоры не будут отрисовываться.

Высота опоры по нижнему проводу. – Можно рисовать полную высоту опоры, или только до уровня крепления нижнего провода к гирлянде.

Линию поверхности нет необходимости рисовать, если расстановка выполняется на чертеже, полученном от изыскателей, если такой заготовки нет, то программа вычертит профиль, который можно получить в виде контура, или с вертикальными линиями пикетов измерений.

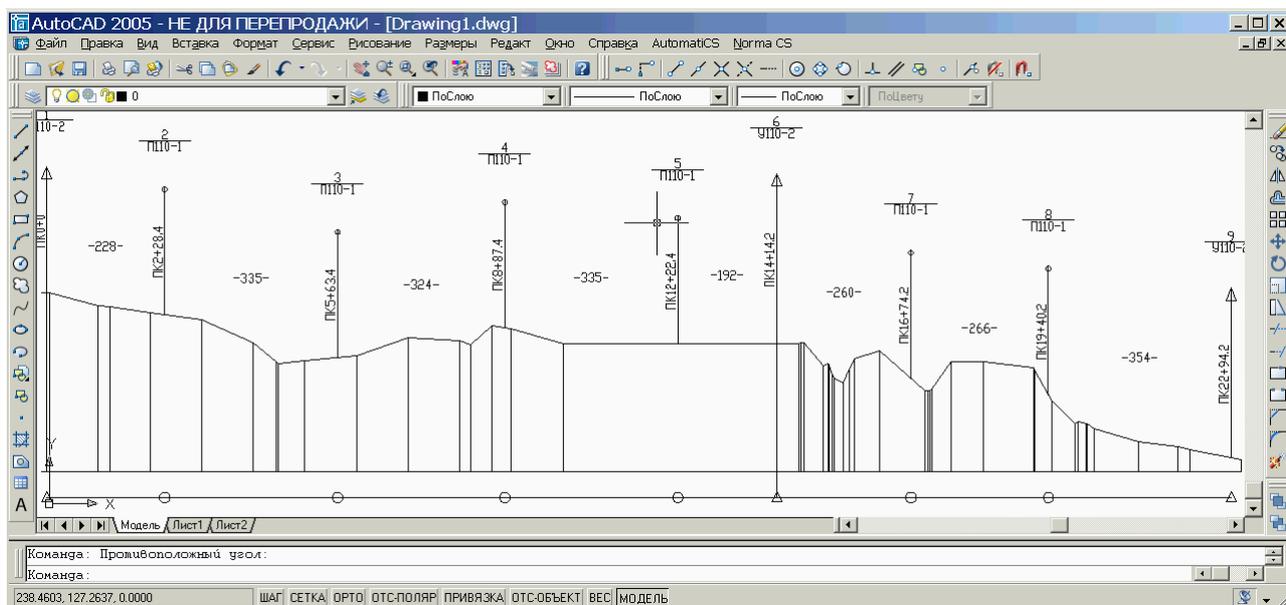


Рис. 102 Пример нанесение опор на чертеж с построением профиля грунта в AutoCAD (чертеж построен EnergyCS Line автоматически с данными настроечной таблицы Рис. 101).

При выводе на план предлагается настроечная таблица, представленная на Рис. 103

Нанесение опор на план	
Выполнить	Отменить
Масштаб по X и по Y	5000
Размер шрифта	1
Пикет начала участка	0
Пикет конца участка	1130.91
Привязка по X в единицах AutoCAD	0
Привязка по Y в единицах AutoCAD	0
Длина линии выноски (мм)	3
Угол линии выноски (град.)	45
Очистить перед рисованием	<input checked="" type="checkbox"/>
Рисовать линию трассы	<input checked="" type="checkbox"/>
Положение надписи опор	Поперек линии
Пикет опоры	<input checked="" type="checkbox"/>
Тип опоры	<input type="checkbox"/>
Символ угла поворота	U+03B1=
Размер(Радиус) УГО опоры	1
Поворот надписи	0
Все трассы ВЛ	<input type="checkbox"/>

Рис. 103 Настроечная таблица для вывода на план

Настройки имеют похожий смысл, что и при выводе на профиль, но есть отличия. Привязка по X и по Y – это координата первой опоры текущей ВЛ.

Последний пункт позволяет на один план вывести сразу все ВЛ (трассы). В этом случае, координаты опор других трасс определяются по их пространственному расположению по отношению к первой опоре текущей трассы.

Положение надписи может принимать следующие значения

-Нет – вывод надписи не выполняется

-На выноске – для каждой опоры чертится линия выноски с полкой. На ней и под ней располагается надпись. Преимущественное направление линии выноски и ее длина задаются специальными параметрами. Длина в единицах AutoCAD – расстояние от центра опоры до точки привязки текста (в прежних версиях программы вместо этого были смещения текста по X и по Y);

-Поперек линии – надпись без линии выноски близко к значку УГО опоры текст всегда перпендикулярно линии трассы. Делается оптимизация по расположению надписи так, чтобы она по возможности не пересекалась с линией трассы.

-Вдоль линии – надпись направлена вдоль каждого участка трассы и ложится так, что номер опоры над линией, а пикет или марка опоры под линией. При недостатке места при неправильно выбранном масштабе ВЛ и размера шрифта возможна

накладка текста на УГО. Программа это не контролирует. Это следует проверять самостоятельно.

Установленный признак «Пикет опоры» второй строкой текста будет выводиться пикет, а установленный признак «Тип опоры» - соответственно тип. Третьей строкой для угловых опор будет выводиться угол поворота трассы.

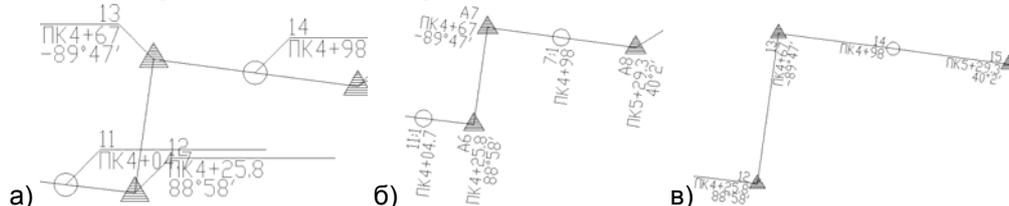


Рис. 104 Примеры вывода надписей на план на выносках(а) поперек линии (б) или вдоль линии (в).

Символ угла поворота трассы. Угол поворота трассы выводится в формате градусы минуты секунды с соответствующими символами. Однако в некоторых проектных организациях принято угол изображать в виде « $\alpha=10^{\circ}30'15''$ » или « $\angle 10^{\circ}30'15''$ » или « $<10^{\circ}30'15''$ ». Для многих наборов шрифтов AutoCAD вывод греческих или специальных символов возможен через кодирование Unicode. Так, например символ α можно набрать как «\U+03B1».

Поворот надписи. Часто в пространстве листа чертеж с планом местности приходится поворачивать так, что оси меняют направление. Для того, чтобы надписи остались вертикальными или адаптировались к вертикальному положению чертежа предусмотрено свойство «Поворот надписи». В Это свойство вводится значение угла, на который следует повернуть текст от условной горизонтали, так, чтобы текст на бумаге выводился в правильной ориентации Рис. 105.

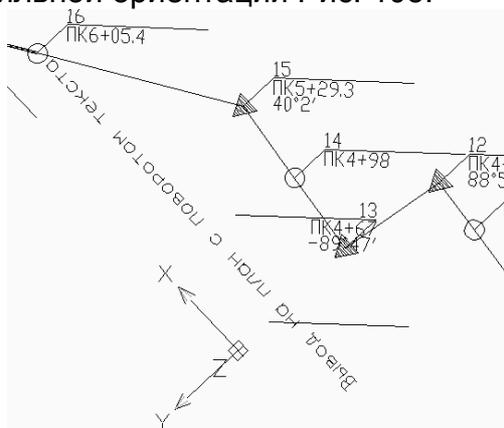


Рис. 105 Поворот текста так, чтобы он на повернутый чертеж выводился правильно

Признак «Все трассы на чертеже» отвечает за то, что на чертеж необходимо вывести все трассы проекта. При этом привязка будет выполняться по первой опоре текущей трассы.

5.11 Группа команд «ВОК»

Множество команд, предназначенных для расчетов при проектировании ВОЛС с кабелями типа ОКГТ или ОКСН. Группа команд «ВОК» видна только если установлен вид проекта «ВОК на ВЛ» (см. «Вид расчета» на Рис. 15). Эти команды предназначены только для проектирования ВОЛС, и могут не использоваться и не показываться в случае отсутствия ВОЛС, однако расчет ВОК возможен только после выполнения расчета фазных проводов. Для этой группы предусмотрены команды, приведенные на Рис. 106

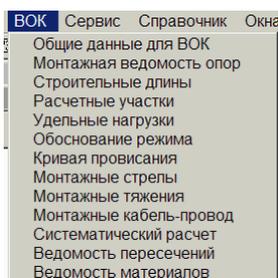


Рис. 106 Список команд группы ВОК

5.11.1 Команда «Общие данные для ВОК»

Для расчета ВОК предлагается ввести общие данные, которые могут немного отличаться от общих данных ВЛ. Так ВОЛС зачастую приходится прокладывать по существующим, давно построенным ВЛ, которые рассчитывались исходя из ПУЭ-6. При проектировании нового объекта целесообразно ориентироваться на ПУЭ-7, несмотря на то, что подвеска будет выполнена на старые опоры. Для ПУЭ-7 карты климатического районирования отличаются. Поэтому в программе можно для расчета ВОК задать климатические условия отличные от климатических условий ВЛ. Кроме того вводится ряд специфических параметров, касающихся именно подвески ВОЛС.

Общие данные ВОК	
Правка Печать Применить	
1. Вид волоконно-оптического кабеля (ВОК)	ОКСН
2. Климатический район для ВОК	Иваново
3. Температура низшая (tn), °C	-40
4. Температура среднегодовая (tz), °C	5
5. Температура высшая (th), °C	40
6. Температура грозовой активности (tr), °C	15
7. Температура наибольшего ветрового напора (tw), °C	15
8. Нормативный скоростной напор ветра (W),	400
9. Нормативная скорость ветра (V), м/с	25,3
10. Температура образования гололеда (ti), °C	-5
11. Толщина стенки гололеда (bz), мм	20
12. Нормативный напор ветра при гололеде (Wi),	240
13. Нормативная скорость ветра при гололеде (Vi), м/с	19,6
14. Региональный коэфф. по ветровой нагрузке (Гр)	1
15. Региональный коэфф. по гололедной нагрузке (Гр)	1
16. Марка волоконно-оптического кабеля	ОКПД-01-0.22-24(35)
17. Комплект натяжной арматуры подвески кабеля	ОКПД_на_анк
18. Комплект поддерживающей арматуры подвески	-
19. Правило расчета натяжения ВОК	По нижнему проводу
20. Гасители вибрации ВОК	FR 35
21. Преобладающий тип муфт соединения ВОК	FOSK-A4
22. Арматура крепления снижения ВОК к муфте	Струбцина шлейфовая
23. Правило расчета приведенной длины пролета	Sqrt(Sum(Li^3)/Sum(Li))
24. Коэффициент перетяжки при монтаже ВОК	1
25. Коэффициент запаса для оценки длины ВОК	1.02
26. Коэффициент запаса по количеству арматуры	1.02
27. Допустимое расстояние от земли до ОКСН, м	8
28. Высота крепления к анкерной опоре У110-2 (траверсы от 10,5 до 18,5), м	0
29. Смещение крепления натяжной арматуры, м	0
30. Высота крепления к промежуточной опоре П110-2 (траверсы от 19 до 27), м	0
31. Смещение крепления поддерживающей арматуры, м	0

Рис. 107 Таблица ввода общих данных ВОЛС

В этой таблице определяются наиболее часто используемые комплектующие, кабель и комплекты арматуры для его подвески. Эти данные используются в основном не как заданные параметры, а как наиболее часто применимые значения.

5.11.2 Команда «Монтажная ведомость опор»

Предлагается таблица, аналогичная той, которая предлагается в соответствующем документе проекта ВОК.

№	Обозн. опоры	Дист. м	Пикет м	Пролет м	Угол	Марка опоры	Тип А/П	Высота опоры	Тип муфт	Обозн. муфты	Марка муфты	Арматура муфты	Длина снос.	Строит. длина N	Марка ВОК	Длина м	Допуст. тяжение	Натяжение	Габарит	Гасители вибрации	Количество	Расстояние от последней	Высота ВОК	Смещ. ВОК
1	Коп-1а	-135	ПК0+00.00	135	0°	У110-2+5	A	29.7	Кон.				10	1:1	ОКПД-01-0.22-24(20)	5143	20197	Габарит	7	-	-	14.5	0	
2	Коп-1	0	ПК0+00.00	191.1	-4°30'	У110-2	A	24.7									20197	Габарит	7	FR 35	1		9.5	0
3	Коп-2	191.1	ПК1+01.10	206.8		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	FR 35	1		12.5	0
4	Коп-3	398	ПК3+98.00	93.74		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	-	-		12.5	0
5	СН-4	491.7	ПК4+91.70	53.41	-48°	УС110-8	A	35.7	Возвр.				20	1:1	ОКПД-01-0.22-24(20)	5143	20197	Габарит	7	-	-	9.5	0	
6	Коп-5	545.1	ПК5+45.10	251.3	48°	УС110-6	A	33.5									20197	Габарит	7	FR 35	2		14.5	0
7	Коп-6	796.4	ПК7+96.40	206.8		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	FR 35	1		12.5	0
8	Коп-7	1003	ПК10+03.20	227.7		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	FR 35	1		12.5	0
9	Коп-8	1231	ПК12+30.90	248.6		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	FR 35	1		12.5	0
10	Коп-9	1479	ПК14+79.50	210.9		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	FR 35	1		12.5	0
11	Коп-10	1690	ПК16+90.40	280.4		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	FR 35	2		12.5	0

Рис. 108. Окно монтажная ведомость опор.

№	Номер опоры порядковый
Обозн. опоры	Номер (обозначение) опоры проектное
Дист., м	Дистанция, расстояние от начала отсчета в метрах
Пикет, м	Обозначение пикета
Пролет, м	Длина пролета следующего за опорой
Угол	угол поворота трассы на данной опоре
Марка опоры	Модель, марка опоры
Тип, А/П	Тип опоры – анкерная-угловая-промежуточная
Высота опоры	Высота опоры
Тип, мфт	Тип муфты, если уstonовлена. Назначение типов муфт в таблице ...
Обозн. муфты	Проектное обозначение(номер) мыфты
Марка муфты	Заводское обозначение марки муфты.
Арматура муфты	Обозначение набора арматуры для установки муфты.
Длина, сниж.	Длина снижения или длина кабеля за пределами проектируемой линии.
Строит. длина N	Код (номер) строительной длины.
Марка, ВОК	Заводское обозначение марки кабеля для строительной длины
Длина, м	Длина строительной лины (строительного куска, поставляемого на барабане)
Допуст. тяжение	Допустимое тяжение, ограниченное опорой или характеристиками кабеля
Натяжение	Способ натяжения кабеля в расчете. Варианты описаны в таблице
Габарит, м	Допустимый габарит кабеля на данном расчетном участке.
Гасители вибрации	Заводское обозначение марки гасителей вибрации
Количество	Количество гасителей вибрации на пролете, следующем за опорой определяется по специальной команде, но может быть введено вручную
Расстояние от последней	Служебное поле, заполнено
Высота, ВОК	Высота точки крепления ВОК к опоре
Смещ., ВОК	Смещение точки крепления ВОК относительно оси опоры

Окно таблицы позволяет решать следующие задачи.

- Расстановка муфт, кабелей, арматуры.
- Задание условий крепления и натяжения ВОК.
- Анализ расчетных условий и результатов расчета по каждому пролету - расчетному участку.
- Формирование итогового документа с соответствующим названием.

Расстановка муфт может быть выполнена вручную. Для того чтобы поставить на опоре муфту достаточно определить ее тип. Возможные типы муфт и их назначение описаны в *Таблица 3* соответствующей муфты. При этом марка муфты определяется на основе общих данных. При вводе символа «-» в графу Тип муфты муфты – муфта удаляется. Для определения опоры, на которой следует установить соединительную муфту, предусмотрена специальная колонка, которая не должна включаться в итоговый документ – «Расстояние от последней...». При расстановке муфт последовательно слева на право (сверху вниз в таблице), в этой колонке высвечивается расстояние от последней установленной муфты до соответствующей опоры (только сверху-вниз). При этом, если это расстояние превышает наибольшую строительную длину соответствующей марки кабеля, то строки окрашиваются красным (цветом выделенных строк). Последняя опора черного цвета это опора, на которой следует установить муфту из соображения наибольшей строительной длины. По критерию доступности, для размещения соединительной муфты должна быть вы-

брана опора выше (с меньшим номером). В этой же таблице можно изменить тип кабеля на соответствующей строительной длине, тип муфты, набор арматуры и т.д.

5.11.3 Описание ввода данных в таблицу монтажной ведомости

Тип муфт – тип муфты по ее назначению. Программа различает реальные и условные (фиктивные) муфты. Перечень возможных типов муфт приведен в Таблица 3.

Таблица 3 Пояснения к назначению типов муфт

Наименование	Сокращение	Описание применения
–	–	Обычная опора, муфты нет. При наличии муфты она удаляется.
Условная	Усл.	Муфты нет, но подвеска кабеля выполняется так, словно она есть, то есть с натяжной арматурой даже на промежуточной опоре. Образуется граница расчетных участков. Можно задать другую высоту крепления кабеля для ухода с опоры. Поскольку реальная муфта отсутствует, в спецификацию она не включается, строительная длина остается неизменной. Марку и обозначение муфты ввести нельзя.
Соединительная	Соед.	Муфта для соединения двух строительных длин. Можно ввести обозначение, выбрать марку муфты, а также задать длину снижения (она определяется автоматически, но может быть скорректирована). Расход кабеля на снижение для каждой из строительных длин равен длине снижения. Суммарный расход равен двум длинам снижения. Обязательно включается в спецификацию. Если тип муфты не определен, программа показывает ее как ошибку.
Концевая	Кон.	Концевая муфта – это специальная фиктивная муфта для обозначения конца или начала ВОЛС. В графе <i>Длина снижения</i> для этой условной муфты можно задать реальную длину кабеля за пределами проекта подвески на опорах ВЛ. При необходимости можно определить тип муфты и комплект арматуры подвески. Если тип муфты определен, он включится в спецификацию. Если не определен, то в спецификацию он не включается и не обозначается как ошибка.
Ответвительная	Отв.	Муфта для соединения трех строительных длин. Применяется в том случае, если от опоры имеется отпайка, на которую необходимо сделать ответвление ВОЛС. Можно ввести обозначение, выбрать марку, задать длину снижения (она определяется автоматически, но может быть скорректирована). Расход кабеля на снижение для каждой из трех строительных длин равен длине снижения. Суммарный расход равен трем длинам снижения. Обязательно включается в спецификацию. Если тип муфты не определен, программа показывает ее как ошибку.
Возвратная	Возвр.	Реальной муфты нет. Предназначена для случая захода кабеля на отпаечную ВЛ (трассу) с последующим возвратом. Для текущей линии делит ее на расчетные участки. Образуется граница расчетных участков и новая строительная длина. На ответвительной линии возвратная муфта должна находиться на первой опоре. Строительная длина ответвления будет продолжением строительной длины исходной линии. Новая строительная длина начнется в конце отпайки с возвратной линии. На ответвительной линии будет симметричная подвеска двух кабелей. Можно задать другую высоту крепления кабеля для ухода с опоры. Марку муфты и обозначение ввести нельзя. В спецификацию не включается. Длину снижения можно ввести как длину ответвления для учета при определении положения соединительной муфты на основной линии. После определения отпаечной линии длина уточнится.

Натяжение – способ (принцип) расчета натяжения кабеля. В программе можно применить принципы расчета натяжения оптического кабеля, приведенные в Таблица 4.

Таблица 4 Пояснения к способам расчета натяжения ВОК

Наименование принципа	Описание правил натяжения ВОК
Между проводами	Кабель будет натягиваться так (точнее, так будут рассчитаны монтажные стрелы и тяжения), что в режиме среднегодовой температуры он будет располагаться предельно близко к линии центра масс фазных проводов (линии наименьшей напряженности электрического поля). При этом тяжение кабеля в режимах максимальной нагрузки, низшей температуры и среднегодовой температуры не превысит допустимого значения для соответствующего режима, а также не превысит значения, заданного в графе <i>Допустимое тяжение</i> . В режиме гололеда без ветра провод не провиснет ниже нижнего фазного провода.
Максимальное натяжение	Кабель будет натягиваться так, что тяжение кабеля в режимах максимальной нагрузки, низшей температуры и среднегодовой температуры не превысит допустимого значения для соответствующего режима, а также значения, заданного в графе <i>Допустимое тяжение</i> .
По нижнему проводу	Кабель натягивается так, что в режиме гололеда без ветра он провиснет не ниже нижнего фазного провода. При этом тяжение кабеля в режимах максимальной нагрузки, низшей температуры и среднегодовой температуры не превысит допустимого значения для соответствующего режима, а также значения, заданного в графе <i>Допустимое тяжение</i> . Если желаемое провисание обеспечить невозможно, применяется «Максимальное натяжение» и кабель провиснет ниже нижнего фазного провода.
По допустимому габариту	Кабель будет натягиваться так, что в режиме гололеда без ветра он провиснет до заданного допустимого габарита по отношению к земле и до допустимого габарита для каждого пересечения. При этом тяжение кабеля в режиме максимальной нагрузки не превысит заданного в справочнике и указанного в графе <i>Допустимое тяжение</i> . В режиме среднегодовой температуры кабель не превысит тяжения, заданного в справочнике для среднээксплуатационного режима, а в режиме низшей температуры не превысит значения, заданного для режима низшей температуры. Если желаемое провисание обеспечить невозможно, применяется «Максимальное натяжение» и кабель провиснет ниже допустимого габарита.

При расчете натяжения кабеля расчетчику приходится учитывать следующие факторы:

1. минимизация допустимой нагрузки тяжения на опору;
2. обеспечение наибольшего габарита (не ниже допустимого) в режиме наибольшей стрелы провисания;
3. необходимость размещать кабель в области наименьшей напряженности электрического поля;
4. обеспечение несхлестывания кабеля с фазными проводами;
5. эстетичность линии с подвешенным оптическим кабелем.

В программе предусмотрена возможность автоматического размещения муфт и определения строительных длин по условию максимальной строительной длины. Для этого предусмотрены специальные команды контекстного меню см. Рис. 109

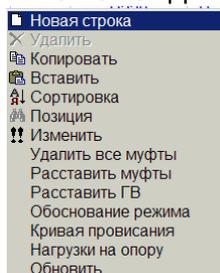


Рис. 109 Контекстное меню монтажной ведомости для ВОК

Команда «Изменить» позволяет внести изменения в множество строк таблицы во все строки или только в их часть. По этой команде предлагается таблица.

Монтажная ведомость ВОК		
Применить	Отменить	
Применить для опор 8-455*		
Высота крепления относительно основания	<input type="checkbox"/>	10.5
Высота крепления относительно траверс (a, b, c)	<input checked="" type="checkbox"/>	C0
Изменение высоты подвески ВОК на	<input type="checkbox"/>	0
Смещение подвески ВОК для натяжной арматуры	<input type="checkbox"/>	0
Смещение подвески ВОК для поддерживающей арматуры	<input type="checkbox"/>	0
Метод расчета натяжения ВОК	<input type="checkbox"/>	По нижнему проводу
Минимальное расстояние от земли до ВОК, м	<input type="checkbox"/>	8
Допустимое тяжение ВОК, Н	<input type="checkbox"/>	0

Рис. 110 Таблица изменений данных монтажной ведомости

Изменения коснутся только выделенных строк и то, только, если изменение к данным строки применимо. Изменяться будут те параметры, которые отмечены галкой.

Можно задать высоты крепления ВОК либо расстоянием от основания, либо расстоянием от траверсы (А-верхняя, В-средняя, С-нижняя). Или просто изменить высоту на заданное значение. Смещение ВОК можно изменять отдельно для анкерных опор и отдельно для промежуточных. Можно изменить способ натяжения ВОК в расчете, изменить габарит над землей и ввести значение ограничения тяжения.

Команды контекстного меню «Удалить все муфты» и «Расставить муфты» - первая команда удаляет муфты, расставленные любым способом, а вторая расставляет по формальному критерию допустимой строительной длины. По команде «Расставить ГВ» - расставляются гасители вибрации в соответствии с правилами.

5.11.4 Команда «Строительные длины»

Эта команда позволяет получить таблицу с перечнем всех строительных длин проекта ВОЛС. Таблица имеет вид, приведенный на Рис. 111.

Строительные длины ВОК						
№	Код	Опора Начала	Опора конца	Обозначение	Длина ВОК, м	Марка ВОК
1	1:1	0	10		1867	ОКПД-01-0.22-24(35)
2	1:2	10	25		3635	ОКПД-01-0.22-24(35)
3	1:3	25	39		3442	ОКПД-01-0.22-24(35)
4	1:4	39	53		3452	ОКПД-01-0.22-24(35)
5	1:5	53	65		3068	ОКПД-01-0.22-24(35)
6	1:6	65	75		2923	ОКПД-01-0.22-24(35)
7	1:7	75	84		3009	ОКПД-01-0.22-24(35)
8	1:8	84	90		2588	ОКПД-01-0.22-24(35)
9	1:9	90	103		3227	ОКПД-01-0.22-24(35)
10	1:10	103	118		3564	ОКПД-01-0.22-24(35)
11	1:11	118	131		3314	ОКПД-01-0.22-24(35)
12	1:12	131	142		3123	ОКПД-01-0.22-24(35)

Рис. 111 Таблица строительных длин

Эта таблица формируется на основе данных о распределении кабельных муфт. При удалении муфт удаляются и соответствующие строительные длины. Код участка состоит из номера линии проекта и порядкового номера строительной длины. В этой таблице можно ввести только марку оптического кабеля.

5.11.5 Команда «Расчетные участки»

В связи с тем, что границы строительных длин могут иметь место на промежуточных опорах, то есть не совпадать с границами анкерных участков, для расчетов введено понятие расчетный участок. Расчетный участок относится только к ВОК – это часть линии, ограниченная анкерными опорами или промежуточными опорами с соединительными муфтами. Один расчетный участок целиком принадлежит одному анкерному участку и одной строительной длине и представляет их пересечение см Рис. 112.

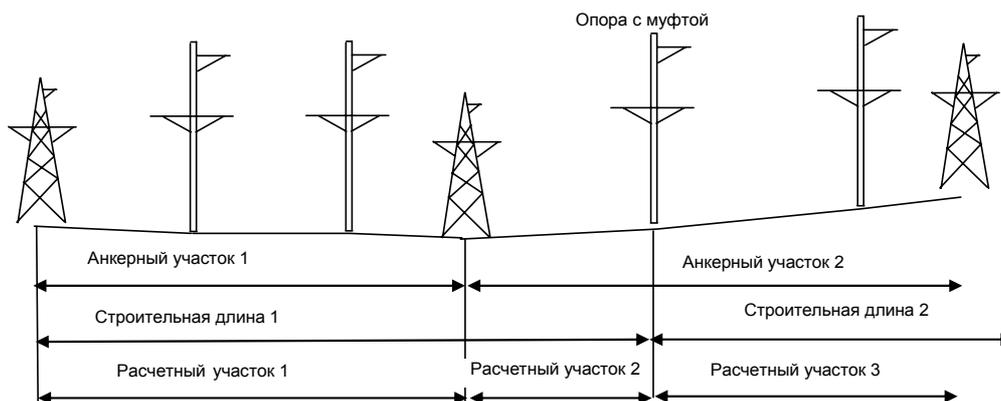


Рис. 112 Пояснение к понятию «расчетный участок»

Таблица расчетных участков имеет вид

№	Опора начала	Опора конца	Анкерный участок	Приведенная длина пролета	Строит. длина	Марка кабеля	Допуст. тяжение	Натяжение	Габарит	Число ВОК
3	2	3	3	39.8	1.1	ОКПД-01-0.22-24(35)	20000	Нижн.ф	8	1
4	3	5	4	225.7	1.1	ОКПД-01-0.22-24(35)	30000	Нижн.ф	8	1
5	5	10	5	189.8	1.1	ОКПД-01-0.22-24(35)	25673	Нижн.ф	8	1
6	10	25	5	232	1.2	ОКПД-01-0.22-24(35)	30673	Нижн.ф	8	1
7	25	39	5	237.9	1.3	ОКПД-01-0.22-24(35)	30673	Нижн.ф	8	1
8	39	53	5	239	1.4	ОКПД-01-0.22-24(35)	30673	Нижн.ф	8	1
9	53	54	6	241	1.5	ОКПД-01-0.22-24(35)	30673	Нижн.ф	8	1
10	54	65	7	253.7	1.5	ОКПД-01-0.22-24(35)	30673	Нижн.ф	8	1
11	65	75	7	327.8	1.6	ОКПД-01-0.22-24(35)	30673	Нижн.ф	8	1
12	75	81	8	306	1.7	ОКПД-01-0.22-24(35)	30673	Нижн.ф	8	1
13	81	82	9	405	1.7	ОКПД-01-0.22-24(35)	35673	Нижн.ф	8	1
14	82	84	10	410.1	1.7	ОКПД-01-0.22-24(35)	35673	Габарит	8	1

Рис. 113 Таблица расчетных участков

Эта таблица имеет, в основном, информационный характер. Тем не менее, она допускает ввод допустимого тяжения, способа натяжения и допустимого габарита (эти же данные можно ввести прямо в монтажную ведомость). Таблица не предусмотрена для формирования выходного документа. В ней указываются граничные опоры участка, а также номера анкерного участка и строительной длины, а также рассчитанное значение приведенного пролета.

5.11.6 Команда «Удельные нагрузки»

Предлагается таблица удельных нагрузок ВОК, идентичная аналогичной таблице удельных нагрузок провода, описанной выше для провода и для троса. Таблица применяется к текущему расчетному участку.

5.11.7 Команда «Обоснование режимов»

Применяется к текущему расчетному участку, соответствующему текущему пролету в монтажной ведомости ВОК. Вид таблицы зависит от типа кабеля. Для ОКГТ таблица повторяет таблицу для троса (Рис. 80). Для ОКСН таблица обоснования режимов приведена ниже на Рис. 114.. В этой таблице приводятся параметры разных режимов, причем в качестве исходного выбран режим среднегодовой температуры, и показывается, что во всех остальных режимах параметры кабеля остаются в норме. Те параметры, которые выходят на ограничение, имеют специальную пометку. Они окрашены красным.

Обоснование режима ОК	
Участок 1 - 11; Lпр=200 м; ОКСН ОКГЖ-01-6-16-30; $t_и=5^{\circ}\text{C}$; $t_p=-45^{\circ}\text{C}$	
Приведенный пролет	200
Исходный режим	
Допустимое напряжение, Н/кв.мм	160
Оптимальное напряжение, Н/кв.мм	6.8376
Оптимальное тяжение, Н	1208.2
Удельная нагрузка, Н/(м ² кв.мм)	0.00972
Температура, $^{\circ}\text{C}$	5
Стрела провисания, м	7.1166
Режим низшей температуры:	
Допустимое напряжение, Н/кв.мм	169.8
Расчетное напряжение, Н/кв.мм	6.8564
Расчетное тяжение, Н	1211.5
Удельная нагрузка, Н/(м ² кв.мм)	0.00972
Температура, $^{\circ}\text{C}$	-45
Режим наибольшей нагрузки:	
Допустимое напряжение, Н/кв.мм	169.8
Расчетное напряжение, Н/кв.мм	35.129
Расчетное тяжение, Н	6207.2
Удельная нагрузка, Н/(м ² кв.мм)	0.0586
Температура, $^{\circ}\text{C}$	-5
Режим наибольшей стрелы провисания:	
Напряжение наибольшей стрелы, Н/кв.мм	Предел!
Расчетное напряжение, Н/кв.мм	31.809
Удельная нагрузка, Н/(м ² кв.мм)	31.812
Температура, $^{\circ}\text{C}$	0.0522
	-5

Рис. 114. Таблица обоснования режимов ОКСН.

Для приведенного на рисунке случая оказывается, что натянуть кабель оптимально не удалось. Оптимальное натяжение предполагает напряжение меньше минимального допустимого. Этот кабель при гололеде будет провисать до уровня нижнего фазного провода.

5.11.8 Команда «Кривая провисания провода и ВОК»

По этой команде предлагается таблица координат провода и ВОК. Для пролета, следующего за текущей опорой в таблице монтажной ведомости.

Кривая провисания троса и ВОК									
Участок 10-25; пролет 12-13									
Кабель - ОКПД-01-0-22-24(35)									
Расчетный режим									
От опоры	Отметка земли	Отметка провода	Отметка ВОК	Габарит ВОК	ВОК-провод	Стрела провода	Стрела ВОК	Тяжение ВОК, Н	Напряжение Н/кв.мм
12	133.4	150.4	151.4	18	1.016	0	0	9911.6	56.12
0									
20	133.9	148.9	151.5	17.6	2.525	1.905	0.3959	9911.6	56.12
40	134.3	147.8	151.6	17.29	3.732	3.429	0.7127	9911.8	56.13
60	134.7	147.1	151.8	17.05	4.638	4.572	0.9503	9912.2	56.13
80	135.1	146.8	152	16.89	5.241	5.334	1.109	9912.7	56.13
100	135.6	146.8	152.4	16.81	5.544	5.715	1.188	9913.4	56.13
120	136	147.3	152.8	16.81	5.544	5.716	1.188	9914.2	56.14
140	136.4	148.1	153.3	16.89	5.244	5.336	1.109	9915.2	56.15
160	136.8	149.3	153.9	17.04	4.641	4.575	0.9502	9916.4	56.15
180	137.3	150.8	154.6	17.28	3.736	3.432	0.7126	9917.7	56.16
200	137.7	152.8	155.3	17.59	2.528	1.908	0.3958	9919.1	56.17
220	138.1	155.1	156.1	17.98	1.016	0	0	9920.7	56.18

Рис. 115 Кривая провисания провода и ВОК.

Таблица не допускает ввода или изменения данных. Из таблицы можно получить следующую информацию.

1. Расстояние точки от опоры. Контекстное меню левой кнопки позволяет менять отсчет от левой опоры или от правой опоры. В последнем случае все значения с минусом. Шаг представления значений также меняется от 0.1 м до 10-20 м
2. Отметка провода
3. Отметка ВОК
4. Габарит ВОК – расстояние от земли.
5. Расстояние ВОК – нижний провод.
6. Стрела провисания провода
7. Стрела провисания ВОК
8. Тяжение ВОК
9. Напряжение ВОК

По правой кнопке можно получить меню вида

5.11.9 Команды «Монтажные стрелы», «Монтажные тяжения»

Перечисленные в заголовке команды аналогичны описанным выше (Рис. 85), но применены к оптическому кабелю типа ОКГТ или ОКСН.

5.11.10 Команда «Систематический расчет»

По этой команде выводится таблица систематического расчета, как и для провода (Рис. 72), но примененная к ОКГТ или ОКСН, соответственно.

5.11.11 Команда «Ведомость пересечений»

По команде предлагается ведомость пересечений аналогичная, приведенной на Рис. 95, только определенная для ВОК. Такая таблица интересна для обоснования подвеса ВОК на нижней траверсе и ниже. Она необходима для предоставления заказчику с целью доказательств обеспечения габаритов над пересечениями.

Рис. 116 Таблица – ведомость пересечений

5.11.12 Команды «Ведомость материалов»

Позволяет получить таблицу-спецификацию с подсчетом необходимых материалов и оборудования для сооружения линии связи.

№	Наименование	Марка	Стандарт	Изготовитель	Ед. изм.	Количество	Вес ед. кг	Вес т	Примечание
1	Волоконно-оптический кабель	ОКПД-01-0.22-24(35)	-	-	м	117557	200	23511	
2	Муфта соединительная	FOSK-A4	-	-	шт.	41	0	0	
3	Струбина шлейфовая	СШ1-14/18	-	-	шт.	41	0.49	0.0201	
4	Спир.натяж.зажим	GTADSS MRU 1450G	-	-	шт.	118	3.825	0.4514	

Рис. 117 Пример таблицы ведомости материалов.

5.12 Группа команд «Справочник»

Доступ к справочнику осуществляется через команду главного меню «Справочник» см. На Рис. 118 показан список меню для обслуживания справочника.

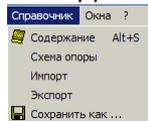


Рис. 118 Команды группы «Справочник»

5.12.1 Команда «Содержание»

По команде «Содержание» предлагается полный список таблиц справочника Рис. 119. Детально содержимое каждой таблицы рассмотрено в разделе «Работа с базой данных справочной информации».

№	Наименование
1	Климатические районы
2	Провода, тросы, ВОК
3	Опоры
4	Изоляторы
5	Арматура
6	Комплекты арматуры
7	Детали опор
8	Оборудование
9	Комплекты оборудования
10	Стандарты
11	Изготовители
12	Описания
13	Козффициенты

Рис. 119 Содержание справочника

5.12.2 Команда «Схема опоры»

Команда «Схема опоры» включает вывод на экран окно со схемой опоры.

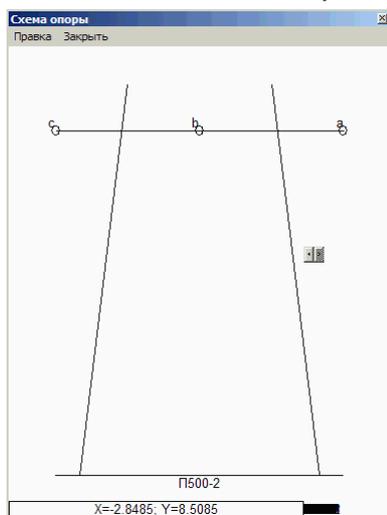


Рис. 120 Графический редактор с обработкой схемы опоры.

Окно со схемой опоры будет показывать схему той опоры, которая является текущей в справочнике. Так, если открыта таблица опор справочника, то в окне схемы будет опора, соответствующая текущей строке справочника опор. Если текущей является таблица анкерных опор, и анкерная опоры выбрана из справочника – будет схема соответствующей анкерной опоры. А если текущей является таблица опор участка, то на экране будет схема опоры соответствующей строки опор участка.

5.12.3 Другие команды справочника

Команда «Сохранить как» позволяет сохранить файл-копию текущего справочника с новым именем. При таком копировании в таблицах справочника наводится порядок, и файл-копия может иметь меньший размер, чем исходный файл справочника. Команду рекомендуется выполнять после внесения существенных дополнений в таблицы справочника (например, более 100 единиц).

Команда «Экспорт» позволяет копирования данные из таблицы справочника справочника в файл с форматом TXT, CSV или XML. Детально особенности этих форматов в приложении.

Команда «Импорт» предназначена для ввода данных из файлов с форматом CSV или XML в таблицы справочника.

Команды «Экспорт» и «Импорт» повторяют соответственно команды меню «Правка»: «Сохранить в файл» и «Загрузить из файла».

5.13 Группа команд «Окна»

Оформление программы построено на основе многодокументного интерфейса (MDI). Модель ВЛ рассматривается через множество окон, в которых представляется как текстовая (табличная), так и графическая информация. Окна можно открывать и закрывать, перемещать по полю главного окна программы. Окон много и во всех разносторонняя информация, описывающая единую модель, которая в настоящее время открыта. Для упрощения работы с множеством окон предназначена данная группа команд. Состав команд этой группы показан на Рис. 121.

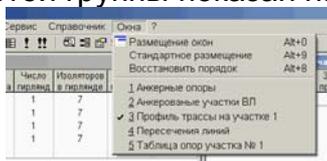


Рис. 121 Список команд главного меню группы «Окна»

В программе введено понятие «схема размещения окон». «Схема размещения окон» определяет поименованный состав и расположение окон на экране. По команде **«Размещение окон»** можно получить список всех предусмотренных схем размещения окон.



Рис. 122 Список схем размещения окон

Из списка может быть выбрана схема, которая становится текущей. При этом окна выстраиваются в соответствии с принятой схемой

В процессе работы возможно перемещение окон изменение их размеров, изменение ориентации таблиц и т.п.

Одна схема размещения для модели принимается в качестве стандартной. Стандартная схема может быть определена в момент создания модели или в любой момент позднее. Выбор стандартной схемы производится в таблице общих свойств модели.

Команда **«Стандартное размещение»** позволяет сделать схему, определенную в общих данных как стандартную - текущей.

Команда **«Восстановить порядок»** позволяет быстро вернуться к оформлению в соответствии с текущей схемой.

Дополнительно в меню «Окна» можно увидеть список открытых окон MDI. Этот список позволяет сделать видимым и активным любое из перечисленных окон, даже если в данный момент оно перекрыто другими окнами и не видно.

6 Описание построения интерфейса в программе

Информация в программе представляется в табличных формах. Некоторая информация может иметь графическую интерпретацию: схема расстановки опор по трассе участка, кривые провисания провода в пролете, а также монтажные кривые. Для описания модели одновременно может использоваться несколько табличных окон. Схема расстановки опор представляется как MDI-форма, а остальные графические окна представляют собой модальные формы и позволяют только интерпретировать результаты в виде графических изображений.

6.1 Использование клавиатуры и мыши.

Несмотря на то, что табличных окон может быть множество принципы работы с ними одинаковы. Для работы пользователя, как с табличной, так и с графической информацией используется клавиатура и системное устройство указания, условно **мышь**.

Графические окна используются только для визуализации информации и никакого графического ввода в программе не предусмотрено.

Для ввода текста в таблицы клавиатура является основным устройством ввода. Основные действия с клавиатурой стандартны для приложений MS Windows. Список команд приведен в описании работы с таблицами. Для вызова контекстного меню с клавиатуры может быть использована специальная клавиша. Она расположена, как правило, на алфавитной клавиатуре около левой клавиши Ctrl.

Для рисования схемы использование мыши обязательно. Для просмотра результатов на схеме можно обходиться только клавиатурой. При работе с таблицами мышь может использоваться для указания клеток и для прокрутки с использованием полос прокрутки.

В основном использование мыши стандартно для MS Windows. Однако, имеются некоторые отклонения, похожие на те, что имеются в AutoCAD. Ниже приводится описание использования мыши и уточнение терминологии.

Предполагается, что мышь двухкнопочная. Она может иметь дополнительно колесо прокрутки или джойстик - скроллер. Предполагается, что мышь настроена под правую руку. Если настройка системы изменена, то соответствующим образом поменяется и действие мыши.

Правая кнопка мыши используется только для вызова контекстного меню.

Для действий используется только левая кнопка мыши, и далее в тексте речь будет идти только о ней.

Способ нажатия кнопки мыши имеет большое значение. Как правило, действие начинается производится после отпускания кнопки. Процесс рисования или перемещения объектов происходит при отпущенной кнопке мыши. Следует отметить, что во многих приложениях это не так. В этом случае продолжительность нажатия значения не имеет. Однако для повышения точности действий время нажатого состояния следует делать минимальным.

6.2 Работа с таблицами

Символьные данные (числовые, текстовые или логические) вводятся и отображаются в различных табличных формах, которые для сокращения записи будем называть просто таблицы. Каждая таблица располагается в отдельном окне программного комплекса.

Следует различать табличные формы и таблицы базы данных (таблицы БД). Таблица БД является внутренним объектом программы, недоступным расчетчику. В таких таблицах хранятся данные одного типа: опоры, участки, точки профиля и т.п. Табличные формы – это способ представления данных на экране или в итоговом документе. Табличная форма (таблица) может содержать информацию из нескольких таблиц БД.

Таблица (табличная форма) представляет данные в виде множества строк и столбцов. Один из столбцов и одна из строк являются текущими. Там расположен выделенный цветом указатель (курсор). Клетка (поле) таблицы, расположенная на пересечении текущего столбца и текущей строки, является текущей клеткой (полем) таблицы. Информация о каждом объекте модели (сущности) располагается, как правило, в строке таблицы. Поэтому чаще будет интересовать понятие текущая строка. Это соответствует текущему участку ВЛ, текущему пролету, текущей опоре.

Табличная форма может быть обычной (формы MDI в рамках семейства программ EnergyCS относятся к обычным) или модальной. Обычные формы могут открываться и закрываться, становиться активными или неактивными, перекрываться другими формами по воле расчетчика или по воле программы в ответ на действия расчетчика. Для обычных форм в составе главного меню предусмотрено специальное множество команд. Открытие и закрытие обычных форм никак не влияет на состояние модели и, соответственно, на результаты.

Модальные формы открываются по команде расчетчика и сохраняют активность до тех пор, пока они не будут закрыты специальной командой. Пока такую форму расчетчик не закроет, он сможет работать только с ней. Открытие и закрытие модальных форм может связываться с вычислением, значимым для состояния модели. Такие формы предназначены для принятия решения или выбора, и пока решение не будет принято, модальная форма не позволяет выполнять никакую другую работу, кроме работы с этой самой формой. Модальные табличные формы отличаются от обычных тем, что они имеют уменьшенную ширину заголовка, и они имеют собственное главное меню, в котором могут быть предусмотрены команды редакци-

рования, выбора, печати и закрытия. В программном комплексе модальные формы используются для выбора элементов и для ввода некоторых параметров. Кроме перечисленных особенностей работа с ней не отличается от работы с обычной табличной формой.

Табличная форма – это окно с таблицей. Окно располагает всеми стандартными атрибутами окон ОС Windows: заголовок окна с названием таблицы, иконка со стандартным системным меню, кнопки свернуть – развернуть - закрыть. Все таблицы позволяют пользователю изменять их видимые размеры. Если таблица содержит более двух столбцов, то она может быть представлена в транспонированном виде. Пример приведен на Рис. 123.

а) режим «Таблица»

№	Анкерная опора 1	Анкерная опора 2	Местность	Длина участка	Расчетный пролет	Допустимый пролет	Допустимый габарит
1	0	1	A	33.8	33.8	33.8	15.5
2	1	2	A	239	239	239	15.5
3	2	3	A	222	222	222	15.5
4	3	8	A	1514	311	311	15.5
5	8	35	A	9911.4	367	367	15.5
6	35	59	A	8794	367	367	15.5
7	59	84	A	9059	363	363	15.5
8	84	108	A	8365	351	351	15.5
9	108	109	A	304	304	304	15.5
10	109	110	A	187	187	187	15.5
11	110	116	A	1784	309	309	15.5
12	116	117	A	335	335	335	15.5
13	117	140	A	8479	369	369	15.5
14	140	141	A	448	448	448	15.5
15	141	147	A	2054	345	345	15.5
16	147	156	A	2843	322	322	15.5
17	156	159	A	968	325	325	15.5
18	159	160	A	434	434	434	15.5
19	160	190	A	10622	356	356	15.5
20	190	223	A	11647	354	354	15.5
21	223	224	A	265	265	265	15.5

б) режим «Форма» - транспонированная таблица

№	1
Анкерная опора 1	0
Анкерная опора 2	1
Местность	A
Длина участка	33.8
Расчетный пролет	33.8
Допустимый пролет	33.8
Допустимый габарит	15.5
Тип опоры промежуточной	ПБ4
Высота подвеса	27
Тип проводов	3*АС-300/48
Допустимое тяжение	157345
Распорок на 1 км	0
Вес распорки	0
Число, фаз	3
Тип изолятора	12 * ПСГ16-Е
Арматура, длина*вес	-
Тип троса	DNO-5968
Допустимое тяжение	48790
Число тросов	1
Изоляторы троса	
Арматура троса	-
Тип Г/В провода	
Тип Г/В троса	
Число пролетов	1

Рис. 123 Таблица участков в обычном и транспонированном виде.

а) режим «Таблица»; б) режим «Форма» - транспонированная таблица

В программном комплексе предусмотрена возможность переключения режима отображения таблицы в окне – «Таблица/Форма». Следует отметить, что модальные таблицы не могут изменять свой вид в окне.

Таблица состоит из множества строк и столбцов. Таблица может иметь название, которое дублирует или дополняет название окна, а также шапку сверху и/или слева от таблицы. Шапка состоит из клеток, оформленных особым образом (как правило, серый цвет фона, вид выступающих клавиш). При прокрутке таблицы заголовок всегда остается на экране. Столбцы в левой части таблицы могут быть «заморожены», то есть, отнесены к заголовку или «разморожены» - возвращены в число прокручиваемых столбцов. Верхний заголовок определен при разработке программного комплекса и изменен быть не может.

Число строк и столбцов может превышать видимое число строк и столбцов, если это имеет место, то в окне появляются полосы прокрутки (скроллеры), которые позволяют прокручивать таблицу с использованием мыши. В таблице всегда имеется текущая клетка, выделенная особым цветом (используется системный цвет выделенных объектов). Положение текущей клетки перемещается при нажатии клавиш управления текстовым курсором (клавиши со стрелками, Home, End, Tab, PageUp, PageDown) или при указании курсора мыши.

6.2.1 Основные команды для работы с таблицами

Для управления таблицей и редактирования ее содержимого предусмотрен набор команд, которые представлены в главном меню «Правка». Эти команды всегда касаются таблицы активного окна. Список команд приведен на Рис. 124

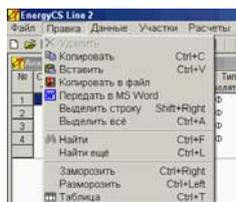


Рис. 124 Список команд для управления таблицей.

При выборе команд позиции «Правка» главного меню в таблице активного окна выполняются следующие действия.

«Отмена удаления» - позволяет восстановить последние удаленные записи базы данных, если после удаления не выполнялось добавление новых записей. Желательно после восстановления закрыть и снова открыть таблицу.

«Удалить» - позволяет удалить выделенные строки таблицы. Строки можно выделить, если перемещать указатель мыши горизонтально при нажатой левой кнопке мыши или если нажать клавиши Shift со стрелкой вправо или влево.

При добавлении, удалении и восстановлении, как правило, речь идет не о простом удалении и восстановлении строк, а о соответствующих изменениях во многих таблицах базы данных.

«Копировать» - позволяет запомнить выделенное поле или выделенные строки или всю таблицу в системном буфере обмена. Если строка не выделена, то в системном буфере обмена запоминается значение текущего поля. Если выделены одна или более строк, то в системном буфере сохраняется текст, состоящий из строк таблицы, поля которой разделены символами табуляции. Такая информация может быть вставлена в любой текстовый редактор. В MS Word этот текст легко преобразовать в таблицу. В MS Excel каждое поле исходной таблицы занимает отдельную клетку. Excel сам распознает текстовые и числовые данные. Остается необходимость регулировки ширины колонок. Если выделена вся таблица, то в буфере обмена кроме строк еще сохраняется наименование таблицы и строка заголовков столбцов.

«Вставить» - позволяет вставить скопированные строки или поле из буфера обмена. Через буфер обмена можно переносить информацию как внутри программы, так и из внешних программ. При вставке из буфера обмена необходимо следить за соответствием данных, вставляемых из буфера обмена данной таблице.

«Копировать в файл» - позволяет вывести информацию из таблицы активного окна в текстовый файл (см. п.6.2.6).

«Передать в Word» - содержимое таблицы передается непосредственно в текстовый процессор MS Word с использованием технологии ActiveX (см п.6.2.7)

«Найти» - позволяет найти первое вхождение строки текста в текущей колонке активной таблицы. Искомая строка вводится в диалоговой (модальной, но не табличной) форме, например,



Рис. 125

Если искомый текст не найден, то текущая позиция в таблице не изменится.

«Найти еще» позволяет находить все последующие вхождения заданной строки в текущей колонке активной таблицы.

«Заморозить» - увеличивает число фиксированных столбцов слева. Этот же эффект получается при нажатии клавиши со стрелкой вправо при нажатой клавише Shift.

«Разморозить» - уменьшает число фиксированных столбцов слева. Этот же эффект получается при нажатии клавиши со стрелкой влево и Shift.

«Таблица»/«Форма» - переключает таблицу из обычного режима таблицы с многими строками - записями и с шапкой сверху в режим формы с таблицей на одну запись и с шапкой слева. Имеется соответствующая кнопка на панели инструментов (Табл. 1). Результат переключения на Рис. 123.

6.2.2 Контекстное меню для работы с таблицами

Если окно с таблицей является активным, то для изменения информации в таблице можно использовать команды контекстного меню, которое вызывается при нажатии на правую кнопку мыши. Набор команд контекстного меню будет зависеть от вида таблицы и представленной там информации.

6.2.3 Ввод информации в таблицы

Таблицы служат, как для ввода исходных данных, так и для просмотра данных, например, представления результатов. При просмотре результатов расчетов таблицы соответствующим образом преобразуются, то есть одни и те же таблицы могут быть представлены в двух режимах – «Исходные данные» и «Результаты расчета». Таблицы, предназначенные для просмотра, не допускают изменения данных. В таблицах, предназначенных для ввода исходных данных можно изменять содержимое клеток. Режим ввода информации включается в следующих случаях:

- при нажатии клавиш с символами;
- при нажатии клавиши Enter;
- при выполнении двух кликов мышью с указанием на клетку ввода.

В клетки можно вводить только информацию допустимого вида. Информация недопустимого вида отвергается. Возможны следующие виды вводимой информации:

- текст;
- числовые данные (произвольный текст отвергается);
- логические данные (при попытке ввода выполняется переключение между двумя или более состояниями);
- выбор из меню (при попытке ввода появляется меню, из которого можно выбрать нужное с помощью клавиатуры или мыши);
- выбор из таблицы (появляется другая таблица в виде модальной формы, которая либо показывает расширенные сведения, касающиеся данного поля, либо предлагает произвести выбор значения из большого списка).

6.2.4 Добавление новых строк в таблицы

Если таблица предназначена для ввода данных и допускает добавление новых строк, то она имеет в конце пустую строку. Ввод данных в последнюю (пустую) строку вызывает создание нового соответствующего объекта и увеличение числа строк таблицы на единицу. Для добавления новых строк можно воспользоваться командой контекстного меню. Но в этом случае программа просто позволяет быстро встать на последнюю строку, не зависимо от положения курсора и размера таблицы.

6.2.5 Ввод данных в таблицы из буфера обмена или из файла

Таблицы, предназначенные для ввода данных, допускают ввод информации из буфера обмена или из текстового файла в формате CSV, XML или TXT.

Для ввода из буфера обмена порядок полей в строках должен совпадать с порядком полей заполняемой таблицы. Данные в буфере обмена представляют текст. Символ «табуляция» используется в качестве разделителей полей, а символ «воз-

врат каретки» в качестве разделителей строк. Этим требованиям соответствуют данные, копируемые из MS Excel, таблиц MS Word и др.

В копируемых данных должны присутствовать все колонки, представленные в таблице-получателе. Если ключевые поля в копируемых данных совпадают с имеющимися, то новые строки не добавляются, а выполняется замена данных, а если записи с копируемыми ключами отсутствуют, то добавляются новые записи. Такой принцип позволяет изменять отдельные данные во внешних программах.

6.2.6 Вывод данных таблицы в текстовый файл

По этой команды на экран выводится стандартное диалоговое окно выбора файла.

В этом диалоговом окне вначале нужно определить формат выходной информации (тип файла): с разделителями - запятыми (тип файлов *.CSV) с разделителями - знаками табуляции (тип файлов *.TXT) или в формате XML с разными видами кодировки (Windows 1251, UTF-8). А затем задать имя файла выбранного типа.

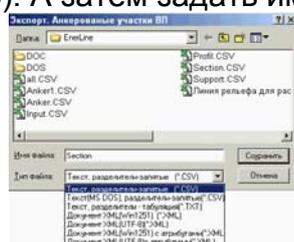


Рис. 126 Диалоговое окно для определения имени и типа файла сохранения в текстовом формате.

Информация из файлов может быть передана электронной почтой или использована в других программах, например, Word или Excel.

6.2.7 Передача данных из таблицы в документ MS Word

Команда передачи данных таблицы в MS Word имеется в меню «Правка» и в виде кнопки на панели инструментов. Программа проверяет наличие шаблона MS Word. Имя шаблона должно совпадать с заголовком соответствующего окна таблицы. Шаблон сначала проверяется в той папке, в которой открыта модель, затем в папке, где расположена программа, возможно, что в папке шаблонов MS Word. Если шаблон найден, то осуществляется передача с использованием шаблона (см. примеры на Рис. 86 и Рис. 91).

Если шаблон с нужным именем не найден, то перед загрузкой информации в MS Word предлагается запрос вида

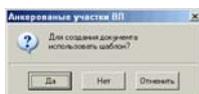


Рис. 127 Запрос о необходимости использования шаблона при создании документа MS Word

Если все же нужен шаблон, то будет предложено стандартное диалоговое окно для поиска файла шаблона. В этом случае его имя значения не имеет. Шаблон может не соответствовать данным. В этом случае возможно и аварийное завершение этой задачи.

6.2.7.1 Подготовка шаблонов проектных документов MS Word

Для создания документа на основе данных таблицы может быть выбран шаблон-заготовка табличного документа. Шаблон – это файл шаблона (template) MS Word с расширением *.dot, который содержит заготовку таблицы, возможно, штампы в соответствии с требованием оформления документации в организации. Шаблон должен строго соответствовать таблице программы. Если его имя согласуется с

именем таблицы в программе, то такой шаблон загружается автоматически. В противном случае для выбора файла шаблона предлагается стандартное окно выбора файла.

В шаблоне определяется формат листа, колонтитулы, которые могут содержать штампы первого и последующих листов, описывается шапка таблицы и одна строка данных. В строке данных вместо значений полей указываются поля типа Quote из категории «Связи и ссылки» (Рис. 128). Текст поля должен содержать ссылку на порядковый номер столбца в таблице программного комплекса «EnergiCS Line» в виде #12 (поле из столбца № 12).

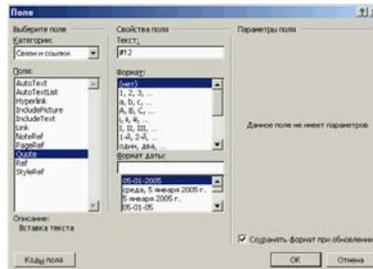


Рис. 128 Диалоговое окно вставки поля при создании шаблона в MS Word 2003

При передаче данных программа предлагает запустить MS Word, если он не запущен, а затем него передаются данные. Пример таблицы в шаблоне приведен на рисунке

Анкерный участок -	Длина участка, м	Приведённый пролёт, м	Тип провода	Расстояние S_1 , мм	Расстояние S_2 , мм	Тип, Г/В	Кол-во	Тип троса	Расстояние S_1 , мм	Расстояние S_2 , мм	Тип, Г/В	Кол-во
#1	#3	#4	#5	#9	#10	#11	#12	#13	#17	#18	#19	#20

а)

Анкерный участок -	Длина участка, м	Приведённый пролёт, м	Тип провода	Расстояние S_1 , мм	Расстояние S_2 , мм	Тип, Г/В	Кол-во	Тип троса	Расстояние S_1 , мм	Расстояние S_2 , мм	Тип, Г/В	Кол-во
{ QUOTE #1 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #3 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #4 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #5 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #9 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #10 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #11 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #12 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #13 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #17 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #18 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #19 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #20 * MERGEFORMAT }

б)

Анкерный участок -	Длина участка, м	Приведённый пролёт, м	Тип провода	Расстояние S_1 , мм	Расстояние S_2 , мм	Тип, Г/В	Кол-во	Тип троса	Расстояние S_1 , мм	Расстояние S_2 , мм	Тип, Г/В	Кол-во
{ QUOTE #1 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #3 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #4 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #5 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #9 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #10 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #11 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #12 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #13 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #17 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #18 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #19 * MERGEFORMAT }	{ QUOTE #20 * MERGEFORMAT }

Рис. 129 Пример оформления таблицы в шаблоне, выделены поля типа QUOTE, а) в нормальном представлении; б) в режиме «Коды полей»

6.2.7.2 Оформление штампов документов MS Word

Итоговые документы можно формировать непосредственно с заполненными штампами первых страниц и страниц продолжения.

Программа поставляется с готовыми примерами шаблонов со штампами. При создании нового шаблона за основу можно взять один из готовых шаблонов или «Чистый шаблон». В этих шаблонах нужный режим уже включен.

При создании шаблона с нуля необходимо включить режим «Различать колонтитулы первой страницы» как на Рис. 130

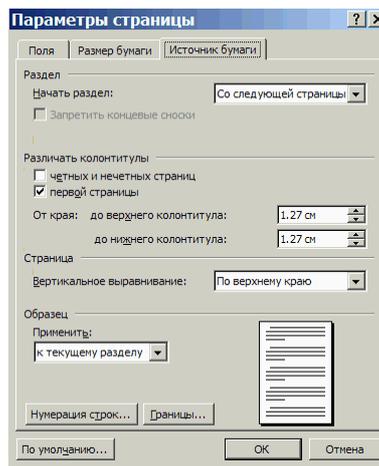


Рис. 130 Задание режима «Различать колонтитулы первой страницы» в настройке параметров страницы шаблона

Штамп – это таблица в нижнем колонтитуле. На первой странице – штамп первой страницы, а второй и последующих страницах – штампы страниц продолжения. Поля таблицы штампа могут быть заполнены постоянной информацией – Эмблемой организации, название документа, наименования должностей ответственных за документ специалистов.

Кроме того, в штамп могут быть добавлены поля, несущие переменную информацию, например, фамилии ответственных специалистов, переменную часть наименования документа, код документа и т.п. Такие поля могут быть заполнены из программы. Пример заполнения штампа шаблона приведен на

В шаблонах, поставляемых с программой, предусмотрены штампы, которые могут автоматически заполняться на основе данных, вводимых в модель. Пример штампа, подготовленного таким образом приведен на Рис. 131. На Рис. 132 показан тот же штамп, но в режиме «Коды полей». Как видно, в клетках таблицы штампа размещены поля типа DOCPROPERTY.

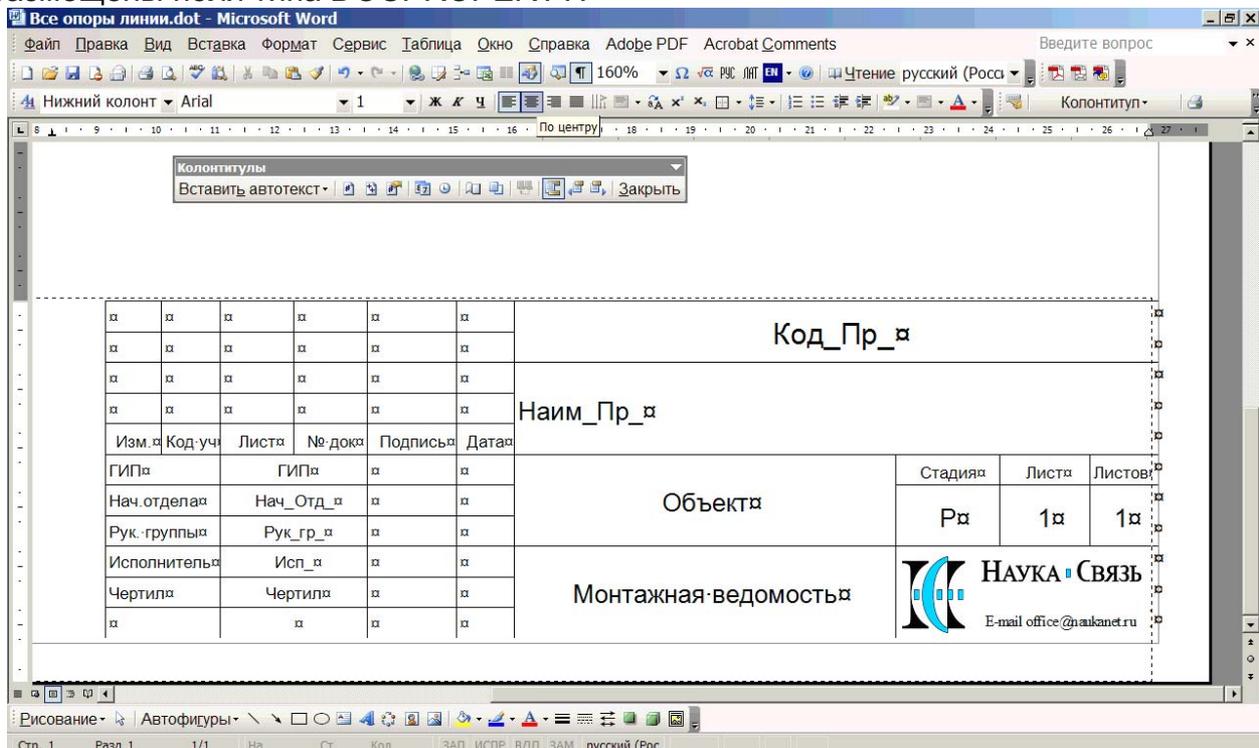


Рис. 131 Пример заполнения штампа в шаблоне

						{DOCPROPERTY-Код_Пр_..}* MERGEFORMAT			
						{DOCPROPERTY-Наим_Пр_..}*MERGEFORMAT			
Изм.	Код_уз	Листа	№ док	Подпись	Дата	{DOCPROPERTY-Объект-}* MERGEFORMAT	Стадия	Листа	Листов
Тип	{DOCPROPERTY-Тип-}* MERGEFORMAT						Р	{PAGE}* MERGEFORMAT	{NUMPAGES}* MERGEFORMAT
Нач.отдел	{DOCPROPERTY-Нач_Отд_..}* MERGEFORMAT					{DOCPROPERTY-Объект-}* MERGEFORMAT			
Рук.группы	{DOCPROPERTY-Рук_гр_..}* MERGEFORMAT						Монтажная ведомость	{EMBED-Word.Picture.8}	
Исполнитель	{DOCPROPERTY-Исп_..}* MERGEFORMAT					Монтажная ведомость			{EMBED-Word.Picture.8}
Чертила	{DOCPROPERTY-Чертил-}* MERGEFORMAT						Монтажная ведомость	{EMBED-Word.Picture.8}	

Рис. 132 Тот же штамп в режиме «Коды полей»

Поля DOCPROPERTY (поля свойств документа) могут заполняться из программы или с использованием команды «Свойства» (Property) документа MS Word, но создаются только с использованием этой команды. Если поля включить в штамп до их создания, то в документе вместо полей будут сообщения об ошибках (Рис. 134)

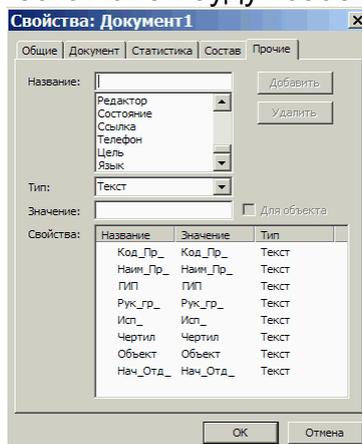


Рис. 133. Заполнение свойств документа MS Word для штампа

						Ошибка! Неизвестное имя свойства доку- мента.			
						Наим_Пр_			
Изм.	Код_уз	Листа	№ док	Подпись	Дата	Объект	Стадия	Листа	Листов
Тип	{DOCPROPERTY-Тип-}* MERGEFORMAT						Р	1	1
Нач.отдел	{DOCPROPERTY-Нач_Отд_..}* MERGEFORMAT					Монтажная ведомость			
Рук.группы	{DOCPROPERTY-Рук_гр_..}* MERGEFORMAT						Монтажная ведомость		
Исполнитель	{DOCPROPERTY-Исп_..}* MERGEFORMAT					Монтажная ведомость			
Чертила	{DOCPROPERTY-Чертил-}* MERGEFORMAT						Монтажная ведомость		

Рис. 134 Пример сообщения об ошибке при отсутствии поля «Код_Пр_» в списке свойств документа

Для того, чтобы программа смогла заполнить штамп в ней необходимо заполнить таблицу свойств модели (см. Группа команд «Файл», Рис. 12).

Необходимо отметить, что эта же информация может быть использована для автоматического чтения штампа в системе документооборота. Именно для этой цели имена свойств в программе не прошитые, а настраиваемые.

6.2.8 Печать данных из таблицы

Данные из таблиц могут быть выведены на принтер в виде текстового документа. Обычно это средство используется не для оформления документов для заказчика, а для выполнения рабочих, черновой печати информации из таблиц. Для выполнения печати таблицы следует воспользоваться командой главного меню «Файл»/«Печать» или кнопкой на панели инструментов.

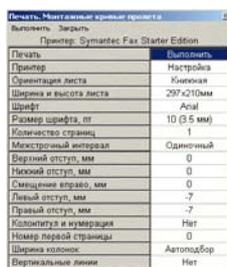


Рис. 135 Таблица настройки перед выводом табличных данных на принтер

Таблица настройки может быть отредактирована.

При нажатии Enter или при клике мыши на второй строке сразу начинается выполнение печати.

Для настройки принтера, определения ориентации листа и его размеров вызывается стандартное диалоговое окно настройки принтера. Вид этого окна определяется драйвером принтера и может иметь вид, представленный на Рис. 136

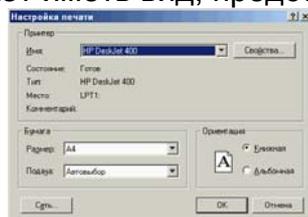


Рис. 136 Диалоговое окно настройки принтера, ориентации и размера бумаги

6.2.9 Копирование изображения схемы в другое приложение

Для копирования изображения с результатами расчетов в другое приложение имеются две возможности. Через файл одного из стандартных графических форматов и через буфер обмена.

10. Изображение (видимая часть или меньше) может быть выведено на диск в одном из известных форматов. Программа обеспечивает вывод изображения в формате WMF (Windows metafile format) или в формате DXF (формат AutoCAD). Сохраненный графический файл может быть загружен любой программой, которая поддерживает данные форматы. Для копирования в файл следует выбрать команду «Копировать в файл» из главного меню «Правка».

11. Изображение может быть сохранено в буфере обмена Windows в формате EWMF (расширенный Metafile). Позднее это изображение можно вставить в документ приложения, в котором поддерживается формат WMF (MS Word, MS Excel, MS Paint и др.). Для копирования изображения в буфер обмена следует выполнить команду «Копировать» из контекстного меню или из главного меню «Правка». Для копирования в буфер обмена можно использовать клавишу Ctrl+C. Эта возможность проверена при работе с MS Word, MS Paint, AutoCAD. В последнем случае вставка в AutoCAD осуществляется через формат EWMF. При вставке в документ MS Word следует размеры окна изображения изменить так, чтобы было видно только то, что необходимо. Размеры рисунка в MS Word будут определены размером видимого окна.

12. Изображение может быть передано непосредственно в AutoCAD с использованием технологии ActiveX. Для этого следует воспользоваться командой «Копировать в AutoCAD» из главного меню «Правка», а также кнопкой  на панели инструментов или нажав Ctrl+A.

7 Работа с базой данных справочной информации

Описание расчетной модели состоит собственно из описания объектов модели и соответствующих им справочным объектам. Перед вводом расчетной модели ВЛ необходимо убедиться в том, что в справочнике имеются описания объектов, из которых состоит модель. Если что-то отсутствует, то соответствующие описания следует внести в базу данных. Справочник можно заполнять и после ввода модели, но в этом случае для всех элементов схемы придется уточнять ссылки на соответствующие данные таблицы. Перечень таблиц справочника приведен на Рис. 119. Во всех таблицах самая левая колонка – нулевая, она содержит порядковый номер записи, который не хранится в базе данных, и не является постоянным. При экспорте и импорте эта колонка имеется, ее следует учитывать, то есть предусматривать для нее позицию, однако в программе она не обрабатывается. Во всех таблицах самая правая колонка содержит код изделия или объекта. По коду изделия строится индекс, и он используется для обеспечения связей модели со справочником. Девятиразрядное десятичное число, которое идентифицирует в модели данный вид объекта. При ручном вводе этот код порождается автоматически на основе технических объекта или в порядке ввода, но его можно изменить. Наиболее целесообразно в качестве такого кода использовать какую-либо стандартную для организации кодировку изделий, например коды ОКП. Важно, чтобы после ввода модели эти коды не изменялись. Если все-таки код изделия изменен после ввода модели, то исчезают параметры для объектов модели, которые ссылались на эти изделия. В этом случае необходимо повторно выбрать данные из справочника. Код изделия можно скрыть, сняв соответствующий флаг в таблице общих данных.

7.1 Климатические районы

Описание климатических районов содержит множество параметров, сочетание которых относительно постоянно. В ПУЭ [1] приводятся карты районирования по разным климатическим показателям, однако если определиться районами, то эти показатели можно свести в единую таблицу. Справочник климатических районов следует пополнять каждый раз перед началом проектирования для нового климатического района. Информация о климатическом районе вводится в таблицу, приведенную на Рис. 137.

Климатические районы													
№	Наименование района	tнизшая °С	tгололеда °С	tсредняя °С	tвысшая °С	Bг мм	Qветра Па	Vветра м/с	Qв г/л Па	Vв г/л м/с	Рег.коэфф. по ветру	Рег.коэфф. по гололеду	Код изделия
1	Иваново	-40	-5	5	40	10	400	25.298	240	19.596	1	1	1
2	Бишкек	-40	-5	10	40	20	500	28.284	120	13.856	1	1	2
3	Кострома	-40	-5	5	40	10	500	28.284	80	11.314	1	1	3
...													

Рис. 137 Таблица климатических районов

Назначение колонок таблицы.

Наименование района кроме собственно наименования может включать и номинальное напряжение ВЛ, проектируемой в этом районе. (таблица рассчитана на одну повторяемость каждого параметра).

t_{низшая} – низшая температура воздуха в градусах Цельсия, зафиксированная для данного района с повторяемостью, соответствующей ВЛ данного класса напряжения.

t_{гололеда} – температура образования гололеда обычно -5 °С.

t_{средняя} – температура воздуха среднегодовая.

t_{высшая} – высшая температура воздуха, зафиксированная для данного района с повторяемостью, соответствующей ВЛ данного класса напряжения.

B_{гололеда} – толщина стенки гололеда для данного района.

Q_{ветра} – нормативный скоростной напор ветра, даН/м²

$V_{\text{ветра}}$ – нормативная скорость ветра, м/с

Следует отметить, что колонки с $Q_{\text{ветра}}$ и $V_{\text{ветра}}$ взаимосвязаны и при изменении одного поля соответственно изменяется другое.

7.2 Провода.

Таблица с описанием проводов и тросов для механических расчетов, как правило, повторяет таблицу ПУЭ.

Провода, тросы и кабели																	
№	Тип провода	Ном.сеч. кв.мм	Сечение кв.мм	Диам. мм	Масса кг/км	Напряж.тн Н/кв.мм	Напряж.тм Н/кв.мм	Напряж.тэ Н/кв.мм	Мод.упр.Е Н/кв.мм	Мод.нач.Ф Н/кв.мм	Мод.пред.Д Н/кв.мм	Альфа 1е-6/°С	Строит. длина	Вес брутто	Стандарт	Изготовитель	Нк
23	АС-150/	0	181.3	17.5	675	153	153	102	89000	77499	66708	18.3	0	-	-	-	Пр
24	АС-185/	0	228.1	19.6	846	153	153	102	89000	77499	63765	18.3	0	-	-	-	Пр
25	АС-240/	0	297.3	22.4	1106	153	153	102	89000	77499	63765	18.3	0	-	-	-	Пр
26	АС-300/	0	353.8	24.5	1313	153	153	102	89000	77499	63765	18.3	0	-	-	-	Пр
27	АС-400/	0	499.2	29.1	1851	153	153	102	89000	77499	63765	18.3	0	-	-	-	Пр

Рис. 138 Таблица проводов, тросов и оптических кабелей

Назначение колонок таблицы.

Тип провода должен однозначно идентифицировать соответствующий провод в выходных документах.

Ном. сеч. – номинальное сечение провода, троса или кабеля

Сечение – реальная площадь поперечного сечения провода, включает и площадь токопроводящей (алюминиевых жил) и площадь несущей части (стальных жил) провода. Используется для перехода от тяжения к напряжению и обратно. Для оптических кабелей эта величина может не определена однозначно, здесь используется то сечение к которому приведен модуль упругости кабеля.

Диам. – диаметр провода, используется для расчета веса гололеда и для оценки нагрузки от ветра.

Масса – погонный вес провода, используется для расчета нагрузки от собственного веса провода.

Напряж. тн – допустимое напряжение в режиме низшей температуры

Напряж. тм – в режиме наибольшей нагрузки.

Напряж. тэ – допустимое напряжение в среднеэксплуатационном режиме.

Вместо напряжений можно вводить (или посмотреть) соответствующие тяжения. Для этого предусмотрена команда «Тяжения» контекстного меню (Рис. 139).

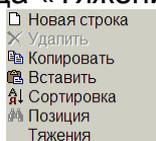


Рис. 139. Контекстное меню таблицы проводов

При выборе команды «Тяжения» команда отмечается галкой, а в таблице вместо граф «Напряж.» появляются графы «Тяжение». При повторном выборе команды «Тяжения» восстанавливаются графы с напряжениями и галка с команды снимается. Необходимо отметить, что в расчете программа работает с напряжениями. Тяжения выводятся для удобства расчетчика и для того, чтобы тяжения могли быть выведены обязательно должны быть определены расчетные сечения как проводов, так и оптических кабелей.

Мод.упр.Е – модуль упругости определяет упругое удлинение провода за счет натяжения.

Мод.нач.Ф – модуль начального нагружения, определяет неупругое удлинение провода за счет натяжения при подвеске в начальный период. Используется для расчета монтажных стрел провисания провода с учетом остаточных деформаций.

Мод.пред.D – модуль предельного нагружения определяет предельное неупругое удлинение провода за счет натяжения. Используется для расчета монтажных стрел провисания провода с учетом остаточных деформаций.

Альфа – коэффициент температурного линейного удлинения провода.

Строительная длина – длина провода поставляемого стандартно на барабане или максимальная длина кабеля, которая может поставляться на барабане.

Вес брутто – вес строительной длины с барабаном и упаковкой.

Стандарт – обозначение стандарта, по которому изготовлен провод или трос, выбирается из таблицы стандартов (таблица должна быть предварительно заполнена).

Изготовитель – обозначение изготовителя провода, из таблицы изготовителей, которая должна быть перед этим заполнена.

Наименование полное – полное наименование провода, троса или кабеля для упоминания в ведомостях и заказных спецификациях.

Арматура подвесная – наименование набора арматуры подвесной гирлянды.

Арматура натяжная – наименование набора арматуры натяжной гирлянды.

Код изделия – целое число 32 битное для связи с базой данных организации, если таковая имеется. Этот код является внутренним идентификатором, поэтому его следует изменять только до начала использования объекта в реальном проекте.

7.3 Изоляторы

Таблица с описанием изоляторов должна заполняться по каталогу изоляторов.

№	Тип изолятора	Высота мм	Диаметр мм	Путь утечки	Кз	Изоляторы				Код изделия	
						Вес без ГЛ, кг	Вес с ГЛ 5мм, кг	Вес с ГЛ 10мм, кг	Вес с ГЛ 15мм, кг		Вес с ГЛ 20мм, кг
1	ПСБ-А	187,5	200	256	1	6,75	7,5	8	8,313	8,75	1
2	ПФБ	140	270	275	1	2	2	2	2	2	2
3	ПФБ-А	187	270	285	1	2	2	2	2	2	3
4	ПФБ-Б	140	270	324	1	2	2	2	2	2	4

Рис. 140 таблица изоляторов

Назначение колонок таблицы

Высота – или длина изолятора – расстояние от замка до замка изоляторов в гирлянде. Используется для расчета длины гирлянды изоляторов по их типу и числу в гирлянде.

Диаметр – диаметр тарелки изолятора в расчете не используется. Может применяться для масштабного изображения гирлянды.

Путь утечки – информация для выбора типа и числа изоляторов.

Кз - коэффициент эффективности использования пути утечки.

Вес без ГЛ – собственный вес изолятора.

В остальных колонках приводится вес изолятора с гололедным наслоением (ГЛ) в зависимости от нормативной толщины стенки гололеда.

Стандарт – обозначение стандарта по которому изготовлен изолятор, выбирается из таблицы стандартов (таблица должна быть предварительно заполнена).

Изготовитель – обозначение изготовителя изолятора, из таблицы изготовителей, которая должна быть перед этим заполнена.

Наименование полное – полное наименование изолятора для упоминания в ведомостях и заказных спецификациях.

7.4 Опоры

Таблица с описанием опор должна заполняться по каталогу опор или по информации от завода изготовителя опор. Однако, состав информации об опоре не

соответствует традиционному. Вводится только информация, значимая для выбора опоры и информация, необходимая для механического расчета проводов и тросов, в том числе при динамическом действии токов короткого замыкания.

На Рис. 142 показана схема представления информации об опоре. Опора описывается множеством координатных точек крепления проводов и грозозащитных тросов. Ноль оси Y совпадает с уровнем грунта при установке опоры, Ноль оси X совпадает с осью симметрии для двухстоечных опор или со стойкой опоры для одностоечных опор. Принимается, что высота стойки опоры совпадает с высотой крепления троса «Т». Точки подвеса проводов обозначаются буквами «А», «В» и «С». Верхний провод обозначается «А», нижний провод обозначается «С». Для одноцепных опор один или два провода всегда имеют отрицательное значение координаты X . Для двухцепных опор координаты X точек подвески всех 3-х проводов имеют положительное значение. Предполагается, что вторая цепь расположена зеркально-симметрично. Отсутствие отрицательных координат X является признаком двухцепной опоры.

Справочник																						
Опоры																						
№	Марка опоры	Y_c м	Y_b м	Y_a м	Y_t м	X_c м	X_b м	X_a м	X_t м	Уном кВ	Цепей	Тип	База м	Масса кг	Площадь д.ветра	Площадь облед.	Гориз. д.нагр.	Весов. д.нагр.	Обозначение чертежа	Де- тали	Стандарт	Изготовитель
1	П110-2	10	10	13	14	3,5	-2,8	2,8	0	35	1	А	4,2	3080	0	0	0	0	3.407-68/73 л.103а	*	-	-
2	ПБ35-1	10,8	10,8	13,3	13,9	1,7	-1	1	0	35	1	П	2,5	3612	0	0	0	0	-	-	-	-
3	ПБ35-1т	10,8	10,8	13,3	13,9	1,7	-1	1	0	35	1	П	2,5	3653	0	0	0	0	-	-	-	-
4	У35-1+5	15	15	18	19	3,5	-2,8	2,8	0	35	1	А	5,7	4727	0	0	0	0	3.407-68/73 л.103а	-	-	-
5	СТ-30	30	30	30	30	-4,2	0	4,2	0	35	1	П	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
6	П500-1	24	24	24	26	-4,2	0	4,2	0	500	1	П	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
7	П500-2	14,5	14,5	14,5	16,5	-6	0	6	0	500	1	П	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-

Рис. 141 Таблица опор

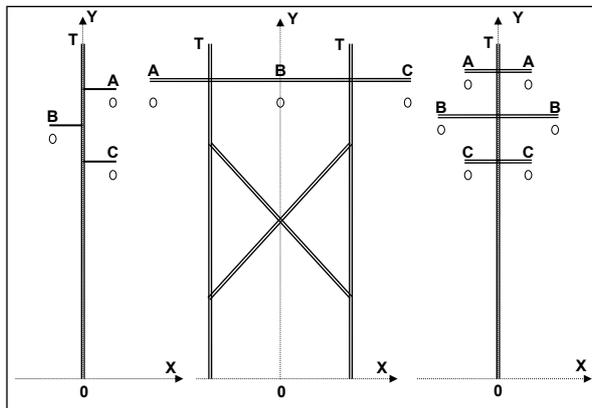


Рис. 142 Схема представления информации об опоре в таблице справочника

В таблице опор кроме обозначения типа опоры, содержатся координаты точек крепления проводов и тросов в соответствии с Рис. 142, точнее координаты крепления гирлянд изоляторов к опоре, если это уместно.

X_a , Y_a , X_b , Y_b , X_c , Y_c , X_t , Y_t – координаты крепления проводов и тросов. Для двухцепных линий координаты указываются только для одной цепи. Предполагается, что координаты второй цепи расположены зеркально.

Уном – номинальное напряжение сети для которого предназначены данные опоры.

Число параллельных цепей на опоре.

База – расстояние между крайними точками крепления опоры к фундаменту или толщина опоры у основания.

Масса – вес опоры в кг.

Площадь д.ветра – площадь опоры для определения нагрузки от ветра без гололеда.

Площадь облед. – площадь опоры для определения нагрузки от ветра для учета обледенения.

Гориз. д. нагр. – допустимая горизонтальная нагрузка на опору. Для промежуточной – ветровая нагрузка. Для анкерной – тяжение проводов в сочетании с нагрузкой от ветра.

Весов. д.нагр. – допустимая весовая нагрузка

Обозначение чертежа опоры – обозначение чертежа опоры по каталогу чертежа. Оно может совпадать с именем файла чертежа, тогда в перспективе будет возможен просмотр чертежа.

Детали - состав заказываемых деталей опоры определяется из списка деталей опор.

№	Наименование	Обозначение	Номер чертежа	Количество
1	Траверса			1
2	Стойка			2

Рис. 143 Состав комплектующих деталей опоры

Для анкерных опор при выборе опоры из справочника состав деталей копируется в таблицу анкерных опор.

Стандарт – обозначение стандарта по которому изготовлен опора, выбирается из таблицы стандартов (таблица должна быть предварительно заполнена).

Изготовитель – обозначение изготовителя опоры, из таблицы изготовителей, которая должна быть перед этим заполнена.

Наименование полное – полное наименование опоры для упоминания в ведомостях и заказных спецификациях.

7.5 Детали опоры

Описание деталей опоры необходимо для формирования заказной спецификации. Для программы важны наибольшие размеры и вес.

№	Наименование	Тип	Вес кг	Длина м	Обозначение чертежа	Код изделия
1	Стойка		0	0		1
2	Траверса		0	0		2
3	Стойка		0	0		3
4	Траверса		0	0		4

Рис. 144

Наименование – наименование детали,

Тип,

Вес,

Длина,

Обозначение чертежа,

Код изделия.

7.6 Арматура подвески проводов на гирляндах изоляторов

Арматура необходима для составления спецификаций на оборудование по проекту, а также для определения дополнительного веса гирлянды от подвески и для определения ее длины.

№	Наименование	Тип	Разруш. нагрузка	Масса кг	Длина мм	Стандарт	Изготовитель	Наименование полное	Код
4	Виброгаситель	SB-FB801	0	2	80	ТУ 3449-132-00111120-98	-	Гаситель вибрации	8
5	Скоба	СКД-10-1	0	0.67	80	ТУ 3449-107-00111120-94	ТОО "Инвестор-М"	Скоба	9
6	Скоба	СК-7-1А	0	0.38	50	ТУ 3449-107-00111120-94	ТОО "Инвестор-М"	Скоба	10
7	Звено	ПРР-7-1	0	2.08	490	ТУ 3449-109-00111120-95	ТОО "Инвестор-М"	Звено промежуточное	11
8	Звено	ПТМ-7-2	0	0.7	80	ТУ 3449-109-00111120-95	ТОО "Инвестор-М"	Звено промежуточное	12
9	Ушко	У2К-7-16	0	0.98	77	ТУ 3449-109-00111120-95	ТОО "Инвестор-М"	Ушко двухлапчатое	13
10	Звено	ПР-7-Б	0	0.44	70	ТУ 3449-109-00111120-95	ТОО "Инвестор-М"	Звено промежуточное	14

Рис. 145 Описание арматуры для подвески проводов на гирляндах изоляторов

В таблице определены следующие поля.

Наименование, -

Тип,

Нагрузка разрушения,

Масса,

Длина,

Стандарт,

Изготовитель,

Наименование полное,

Код.

7.7 Комплекты арматуры.

Таблица комплекты арматуры.

№	Вид	Обозначение комплекта	Наименование полное	Состав	Масса кг	Длина мм	Чертеж	Код
1	-	Трос на анк.оп.		СК-7-1А	2	200		1
2	-	Трос на пром.опоре		СКД-10-	8	600	aaaa	2
3	-	АС120наАнкере		ПТМ-7-2	10	800	bbbb	3
4	-	АС120на пром		ПТМ-7-2	0	0	cccc	4
5	-	Муфта			0	0		5
6	-	Крепл.муфты		СК-7-1А	3	300		6
7	-	ОКП на Анк.			3	300		7
8	-	ОКП на пром.			2	200		8
9	-	ОКСН на анк.		СК-7-1А	0	0		9
10	-	ОКСН на пром.		ПРР-7-1	0	0		10
11	-	НГ-1	Натяжная одноПГ-3-12		7.93	959		11
12	-	НК-1	Натяжное изолиСКД-10-		8.488	1575		12
13	-	ПГ-1	ПоддерживающПГ-3-12		4.11	360		13
14	-	ПК-1	ПоддерживающКП-7-2Е		1.95	170		14
...								

Рис. 146 Таблица «Комплекты линейной арматуры»

Вид – поле необходимое для фильтрации оборудования по назначению. В программе предопределен список видов оборудования.

Обозначение комплекта – краткое наименование, идентифицирующее комплект. Используется в прикладных таблицах для ссылки.

Наименование полное – полное наименование комплекта. Используется в спецификации и для идентификации расчетчиком (например, как комментарий).

Состав – список элементов комплекта. Обычно обозначения типов с кратностью применения. При вводе поля предлагается таблица со списком оборудования для заполнения или редактирования. Заполнение состава важно для получения детальной спецификации. Для расчета достаточно ввести массу и монтажную длину комплекта.

Масса – суммарная масса комплекта. Может вычисляться как сумма масс элементов, входящих в комплект, но может и вводиться, как число.

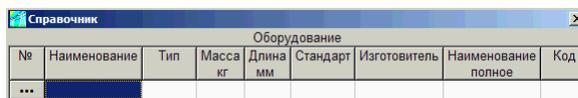
Длина – длина цепочки элементов для выполнения расчетов. При выборе элементов подсчитывается автоматически, НО ТРЕБУЕТ ПРОВЕРКИ расчетчиком. Так как для многих комплектов алгоритм расчета длины более сложный, чем сумма длин

отдельных элементов. Например программа не различает последовательно соединены элементы комплекта или параллельно.

Чертеж – номер сборочного чертежа комплекта.

Код – код для ссылки на комплект из модели.

7.8 Оборудование



Оборудование								
№	Наименование	Тип	Масса кг	Длина мм	Стандарт	Изготовитель	Наименование полное	Код
...								

Рис. 147 Таблица «Оборудование»

Наименование –

Тип –

Масса –

Длина –

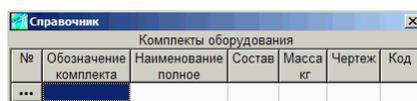
Стандарт –

Изготовитель –

Наименование полное –

Код.

7.9 Комплекты оборудования



Комплекты оборудования						
№	Обозначение комплекта	Наименование полное	Состав	Масса кг	Чертеж	Код
...						

Обозначение комплекта –

Наименование полное –

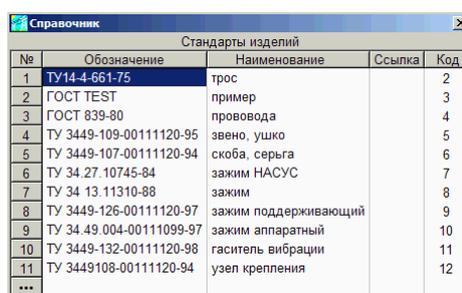
Состав –

Масса –

Чертеж –

Код

7.10 Стандарты



Стандарты изделий				
№	Обозначение	Наименование	Ссылка	Код
1	TU14-4-661-75	трос		2
2	ГОСТ TEST	пример		3
3	ГОСТ 839-80	провода		4
4	TU 3449-109-00111120-95	звено, ушко		5
5	TU 3449-107-00111120-94	скоба, серьга		6
6	TU 34.27.10745-84	зажим НАСУС		7
7	TU 34.13.11310-88	зажим		8
8	TU 3449-126-00111120-97	зажим поддерживающий		9
9	TU 34.49.004-00111099-97	зажим аппаратный		10
10	TU 3449-132-00111120-98	гаситель вибрации		11
11	TU 3449108-00111120-94	узел крепления		12
...				

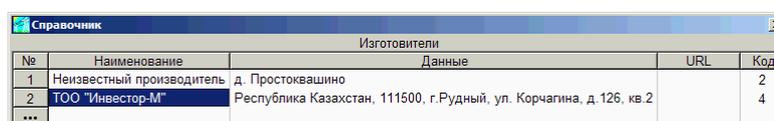
Обозначение

Наименование

Ссылка

Код

7.11 Изготовители

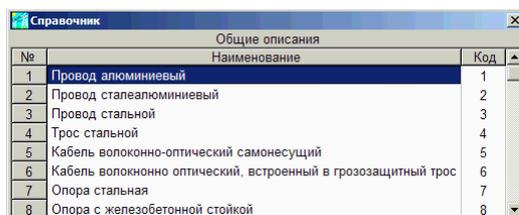


Изготовители				
№	Наименование	Данные	URL	Код
1	Неизвестный производитель	д. Простоквашино		2
2	ТОО "Инвестор-М"	Республика Казахстан, 111500, г.Рудный, ул. Корчагина, д.126, кв.2		4
...				

Наименование

Данные**URL****Код****7.12 Описания**

Таблица описаний в справочнике содержит текстовые строки полных наименований объектов. Полные наименования должны быть стандартизованы, таблица позволяет осуществить эту стандартизацию. Таблица содержит всего 2 поля: **Наименование** и **Код** для связи объекта с этим текстом. Код формируется автоматически.



Общие описания		
№	Наименование	Код
1	Провод алюминиевый	1
2	Провод сталеалюминиевый	2
3	Провод стальной	3
4	Трос стальной	4
5	Кабель волоконно-оптический самонесущий	5
6	Кабель волоконно-оптический, встроенный в грозозащитный трос	6
7	Опора стальная	7
8	Опора с железобетонной стойкой	8

8 АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ проектной задачи с использованием программного комплекса EnergyCS Line

В этом разделе описан порядок действий с программой для решения различных задач расчета. Все объекты проектирования условно можно разделить на простые, сложные или большие и типовые. Для объектов любого типа должны быть подготовлены исходные данные. Состав исходных данных в общем один и тот же, а вот форма их представления может быть разной.

8.1 Порядок работы при проектировании ВЛ при отсутствии приложения с цифровой моделью местности

До начала механического расчета должны быть подготовлены исходные данные (например, в виде рукописных черновиков), выполнена проверка справочников на достаточность представленных в них объектов.

Определены климатические условия для прокладываемой линии.

Предполагается, что имеется план линии. План вычерчен на топографической карте в необходимом масштабе.

Получен профиль трассы в виде таблицы. Лучше если профиль трассы по участкам и представлен в виде таблицы в электронном виде, например, в Excel.

Выполнены электрические расчеты, определено сечение провода, тип опор и тип изоляторов.

В программе пока расстановка опор выполняется по участкам слева направо. Собственно расстановка выполняется в 2 этапа:

1) расстановка анкерных опор - чисто ручная, в программу должны быть введены координаты анкерных опор на плане (в таблицу анкерных опор). Если координаты ввести сложно, то их можно не вводить, а задать длины анкерных участков и их последовательность (в таблицу анкерных участков);

2) расстановка промежуточных опор для каждого анкерного.

Расстановка промежуточных опор выполняется в следующей последовательности:

1. Вводится профиль участка. Профиль, по замыслу должен быть введен из готового файла, подготовленного внешней программой. Например, сразу после получения данных из геодезического прибора или после обобщения результатов изысканий и

первичной обработки результатов измерений, или с цифровой модели местности. Программа дружит с GeoniCS. Профиль можно ввести в программе вручную или загрузить через буфер обмена.

2. На профиле указываются области трассы, в которых опоры не должны устанавливаться. Такая область должна иметь размер более 1 м и меньше ожидаемой длины пролета (если длина будет больше - не обеспечится габарит).

3. Для участка задается допустимый габарит - минимальное расстояние от земли до провода и максимальная длина пролета, которая может определяться ветровым пролетом для данного сочетания типа опоры и подвешиваемого провода.

4. Выполняется автоматическая расстановка промежуточных опор от левой анкерной до правой анкерной опоры участка. В автоматической расстановке заложен следующий принцип.

Точка установки очередной опоры определяется так, чтобы в режиме наибольшей стрелы провисания на данном пролете наименьшее расстояние провода от земли было больше допустимого габарита. Если опора попадает в запрещенную зону, то уменьшается длина пролета, то есть новая опора смещается влево, если пролет оказывается больше максимального, то принимается равным максимальному.

После расстановки выполняется уточнение приведенного пролета и повторяется расстановка до прекращения изменения приведенного пролета. Алгоритм предполагает участие человека (автоматизированная, а не автоматическая расстановка). Расчетчик выполняет анализ результатов расстановки и, при необходимости, вносит изменения в расстановку путём ручной перестановки и добавления новых опор. Оценка качества расстановки выполняется по таблице и визуально по схеме расстановки. Любая опора может быть подвинута, поднята или опущена, заменена опорой другой марки. При необходимости, анкерная опора может быть заменена на промежуточную, то есть два анкерных участка с одним азимутом могут быть объединены. Соответственно промежуточная опора может быть заменена на анкерную, то есть анкерный участок может быть разбит на два. В спорных пролетах проверяется габарит, для этого может быть выведена кривая провисания провода с распределением габаритов и с распределением напряжений провода вдоль пролета в табличном виде. Также сразу могут быть проверены пересечения по таблице пересечений.

5. Для достижения наилучшего распределения опор, их положение можно корректировать вручную. Также можно добавлять опоры к тем, которые расставлены автоматически. После ручного внесения изменений, опоры правее передвинутой можно снова расставить автоматически. При этом расстановка всегда выполняется от текущей опоры до правой анкерной опоры.

6. Последний пролет может оказаться значительно меньше остальных. Неувязку можно разогнать, расставив последние несколько опор равномерно, если это уместно. Любые опоры могут быть выделены, а затем расставлены равномерно. В этом случае ответственность за габариты на расчетчике. Их следует проверить по таблице кривой провисания.

7. Опоры можно просто ввести вручную: одну за другой, вводя их пикеты.

8. Также предусмотрен режим ввода целой линии со всеми участками.

9. Ситуация:

10. Анкерные и промежуточные опоры давно расставлены, необходимо проверить их габариты, рассчитать подвеску нового провода, нового грозотроса или самонесущего оптического кабеля.

11. Для этого должна быть подготовлена таблица в MS Word или MS Excel, аналогичная таблице опор программы, в которой должны быть описаны все опоры линии. При этом все используемые типы опор должны присутствовать в справочнике. Если каких-то опор не будет программа возьмет из общих данных, но при этом возможна ошибка по определению анкерных опор. (Пример такой таблицы прикладываю). Данные этой таблицы копируются в буфер обмена, а затем вставляются в таблицу

промежуточных опор. В результате автоматически заполняется таблица анкерных опор, таблица анкерных участков и таблица промежуточных опор сразу для всех участков.

12. После ввода можно посмотреть габариты, стрелы, расстояния провод трос, получать ведомости опор, изоляторов и т.п. Таким образом, расставленные опоры можно ввести и просчитать сразу всей линией.

13. Про АВАРИЙНЫЕ режимы. В программе можно ввести режим обрыва нижнего провода в любом пролете, а затем проверить габариты в любом другом пролете, например, смежным с оборванным. Про НАГРУЗКИ ОПОР. В программе есть вся информация, необходимая для определения нагрузок опор и подготовки задания на расчет фундамента. Необходимо только оформить таблицу результатов

8.1.1 Оформляется итоговый документ, в который входят

1. Описание климатических параметров.
2. По каждому участку
3. Параметры проводов, опор участка
4. Расчет удельных нагрузок
5. Расчет критических пролетов и выбор исходного и расчетного режимов
6. Таблица расстановки опор по трассе
7. Схема расстановки опор по трассе
8. Экспорт данных для оформления итогового проектного документа с расстановкой опор.
9. Получение таблицы с максимальными стрелами провеса в зависимости от температуры и длины пролета.
10. Расчет мест установки гасителей вибрации.
11. Таблица с расчетом нагрузок на опоры.
12. Таблица с расчетом габаритов пересечений.
13. Экспорт данных для получения спецификации по проекту.
14. Оформление итоговой проектной документации.

9 Пример решения задачи расчетов для ВЛ

9.1 Создание новой модели

Команда главного меню «Файл\Создать». Ввести имя нового файла

9.2 Ввод общих данных для проектирования ВЛ, включая описание климатических условий

Команда главного меню «Данные\Общие» данные или «Сервис\Настройка» расчета или на панели инструментов кнопка . Заполнить таблицу данными.

Исходные данные

1. Наименование ВЛ	Тестовый расчет
2. Справочник	EnerLine.SPR
3. Номинальное напряжение ВЛ, кВ	110
4. Конструкция фазы	Один провод
5. Промежуточные опоры	Есть
6. Допустимое расстояние от земли до провода, м	0
7. Климатический район	Не определен
8. Температура низшая (tn), °С	-40
9. Температура среднегодовая (tэ), °С	5
10. Температура высшая (тв), °С	40
11. Температура грозовой активности (tr), °С	15
12. Температура наибольшего ветрового напора (tw), °С	15
13. Нормативный скоростной напор ветра (W), Па	400

14. Нормативная скорость ветра (V), м/с	25.3
15. Температура образования гололеда (ti), °C	-5
16. Толщина стенки гололеда (bэ), мм	10
17. Нормативный напор ветра при гололеде (Wi), Па	120
18. Нормативная скорость ветра при гололеде (Vi), м/с	13.9
19. Преобладающий тип местности	A
20. Коэфф.ответственности по ветровой нагрузке (Гnw)	1
21. Региональный коэфф. по ветровой нагрузке (Гр)	1
22. Коэфф.надежности по ветровой нагрузке (Гf)	1.1
23. Коэфф.ответственности по гололедной нагрузке (Гnw)	1
24. Региональный коэфф. по гололедной нагрузке (Гр)	1
25. Коэфф.надежности по гололедной нагрузке	1.3
26. Коэфф.условий работы по гололедной нагрузке (Гf)	0.5
27. Район по степени загрязнения для изоляторов	II
28. Провод большинства участков ВЛ	АС-120/19
29. Предпочтительный тип анкерной опоры	У110-2
30. Стандартные изоляторы анкерной опоры	7 * ПС-70Е
31. Длина и вес арматуры подвески	-
32. Предпочтительный тип промежуточной опоры	П110-2
33. Стандартные изоляторы промежуточной опоры	6 * ПС-70Е
34. Длина и вес арматуры подвески фазы	-
35. Грозозащитный трос большинства участков ВЛ	С 35*
36. Число грозозащитных тросов	1
37. Изоляторы грозозащитного троса	-
38. Длина и вес арматуры подвески на анкерной опоре	-
39. Длина и вес арматуры подвески на промежуточной опоре	-
40. Самонесущий кабель ВОЛС (ОКСН)	-
41. Длина и вес арматуры подвески на анкерной опоре	-
42. Длина и вес арматуры подвески на промежуточной опоре	-
43. Гасители вибрации фазных проводов	ГВ-1
44. Гасители вибрации грозозащитных тросов	ГВ-2
45. Допускать один гаситель вибрации на пролет	Нет
46. Единица измерения нагрузки	Ньютон
47. Шаг кривой провисания для экспорта	10
48. Число точек на пролет для экспорта	10
49. Шаг кривой провисания для графики	5
50. Число точек на пролет для графики	10
51. Стандартное расположение окон	Одна таблица на экране

9.2.1 Ввод анкерных опор и конфигурации трассы

Выполняется планирование трассы. Определяются положения анкерных опор. Можно определить их положения на трассе. Желательно определить их пикеты.

Ввод анкерных опор по команде главного меню «Данные\Анкерные» опоры.

Анкерные опоры*

№	Обозначение	X, м	Y, м	Дистанция м	Пикет	Марка опоры	Высота подвеса	Изоляторы проводов	Арматура проводов	Изоляторы троса	Арматура троса
1	A1	0	0	0	ПК0+0	У110-2	10.5	7 * ПС-70Е	-	-	-
2	A2	0	0	1000	ПК10+49	У110-2	10.5	7 * ПС-70Е	-	-	-
3	A3	0	0	3000	ПК15+0	У110-2	10.5	7 * ПС-70Е	-	-	-

*В таблице приведены только значимые для данного примера колонки.

Данные, которых нет, и может не быть в распоряжении (X, Y) могут отсутствовать или введены нулями. Собственно данные, которые необходимо вводить, это координаты на плане (X и Y – не обязательные), обозначение или номер опоры (не обязательное). Остальные данные получаются из общих данных.

Ввод конфигурации ВЛ.

Конфигурация ВЛ описывается множеством анкерных участков, которые не зависят по механическому режиму. Конфигурация описывается в виде множества ветвей графа. Анкерные опоры - это узлы графа.

Анкерные участки ВЛ

№	Анкерная опора 1	Анкерная опора 2	Местность	Длина участка	Допустимый пролёт	Допустимый габарит	Тип опоры промежуточной	Высота подвеса	Тип провода	Допустимое тяжение
1	A1	A2	A	1000	300	7	П110-2	19	АС-120/19	20930
2	A2	A3	A	2000	200	7	П110-2	19	АС-120/19	20930

продолжение->

Число фаз	Тип изолятора	Арматура, длина*вес	Тип троса	Допустимое тяжение	Число тросов	Изоляторы троса	Арматура троса	Тип Г/В провода	Тип Г/В троса	Число пролетов
6	6 * ПС-70Е	-	С 35*	23946	1	-	-			1
6	6 * ПС-70Е	-	С 35*	23946	1	-	-			1

Эту таблицу можно формально перенести в программу через буфер обмена. Однако из-за особенностей публикации это трудно. Необходимо сначала ее перенести в другой документ MS Word или MS Excel. Там все три куса объединить в единую таблицу с длинными строками. Затем скопировать ее в буфер обмена Ctrl+C. Перенести в программу. Вставить из буфера обмена Ctrl+V. Продолжить работу.

9.2.2 Ввод профиля по команде «Данные\Профиль»

В примере профиль приведен для одного участка. Начало по **X** не обязательно должно быть нулем. Но оно обязательно соответствует точке установки второй анкерной опоры. Для воспроизведения расчета профиль может быть взят прямо из этого документа через буфер обмена. Все сразу или частями.

Ввод профиля трассы			№ Участ-	Рассто-	Высота	№ Участ-	Рассто-	Высота
№ Участ-	Рассто-	Высота	ка	яние		ка	яние	
1	0	17.32157	1	160	12.71872	1	340	9.044642
1	10	17.51983	1	170	12.02124	1	350	8.987007
1	20	17.69291	1	180	11.35653	1	360	8.856382
1	30	17.82364	1	190	10.74069	1	370	8.645632
1	40	17.89644	1	200	10.18761	1	380	8.35125
1	50	17.89795	1	210	9.708331	1	390	7.973528
1	60	17.81768	1	220	9.310597	1	400	7.516551
1	70	17.64843	1	230	8.998513	1	410	6.988036
1	80	17.38668	1	240	8.772384	1	420	6.399002
1	90	17.03266	1	250	8.628721	1	430	5.763303
1	100	16.59045	1	260	8.560401	1	440	5.097036
1	110	16.06775	1	270	8.556993	1	450	4.417845
1	120	15.47556	1	280	8.605227	1	460	3.744162
1	130	14.82776	1	290	8.689587	1	470	3.094416
1	140	14.14044	1	300	8.793004	1	480	2.486235
1	150	13.43127	1	310	8.897612	1	490	1.935687
			1	320	8.985544	1	500	1.456589
			1	330	9.039728	1	510	1.059912

№ Участ- ка	Рассто- яние	Высота	№ Участ- ка	Рассто- яние	Высота	№ Участ- ка	Рассто- яние	Высота
1	520	0.753311	1	1070	3.527137	1	1620	20.20386
1	530	0.540804	1	1080	3.426798	1	1630	19.97238
1	540	0.4226	1	1090	3.383163	1	1640	19.6963
1	550	0.395102	1	1100	3.40955	1	1650	19.39289
1	560	0.451073	1	1110	3.51643	1	1660	19.08021
1	570	0.579958	1	1120	3.710963	1	1670	18.77633
1	580	0.768358	1	1130	3.99667	1	1680	18.49854
1	590	1.000618	1	1140	4.37327	1	1690	18.26259
1	600	1.259522	1	1150	4.836676	1	1700	18.08197
1	610	1.527052	1	1160	5.379169	1	1710	17.96736
1	620	1.785181	1	1170	5.989712	1	1720	17.92614
1	630	2.016667	1	1180	6.654431	1	1730	17.96207
1	640	2.205814	1	1190	7.357202	1	1740	18.07511
1	650	2.339162	1	1200	8.080344	1	1750	18.26144
1	660	2.40608	1	1210	8.80538	1	1760	18.5136
1	670	2.399238	1	1220	9.513832	1	1770	18.82085
1	680	2.314929	1	1230	10.18801	1	1780	19.16962
1	690	2.153237	1	1240	10.81179	1	1790	19.54408
1	700	1.918034	1	1250	11.37128	1	1800	19.92689
1	710	1.616818	1	1260	11.85542	1	1810	20.2999
1	720	1.260384	1	1270	12.25648	1	1820	20.64499
1	730	0.862356	1	1280	12.57034	1	1830	20.94482
1	740	0.438597	1	1290	12.7967	1	1840	21.18363
1	750	0.00651	1	1300	12.93905	1	1850	21.34791
1	760	-0.41571	1	1310	13.0045	1	1860	21.427
1	770	-0.8099	1	1320	13.0035	1	1870	21.41356
1	780	-1.15866	1	1330	12.94932	1	1880	21.3039
1	790	-1.44619	1	1340	12.85747	1	1890	21.0981
1	800	-1.65894	1	1350	12.74504	1	1900	20.8001
1	810	-1.78619	1	1360	12.62991	1	1910	20.41745
1	820	-1.82056	1	1370	12.52994	1	1920	19.96104
1	830	-1.75829	1	1380	12.46222	1	1930	19.44457
1	840	-1.59945	1	1390	12.4423	1	1940	18.88403
1	850	-1.34791	1	1400	12.48345	1	1950	18.29696
1	860	-1.01118	1	1410	12.59614	1	1960	17.7017
1	870	-0.60009	1	1420	12.78752	1	1970	17.11661
1	880	-0.12832	1	1430	13.06113	1	1980	16.55924
1	890	0.388187	1	1440	13.41667	1	1990	16.04562
1	900	0.931948	1	1450	13.8501	1	2000	15.58952
1	910	1.484658	1	1460	14.35373	1	2010	15.20189
1	920	2.028009	1	1470	14.91654	1	2020	14.89039
1	930	2.544477	1	1480	15.52472	1	2030	14.65903
1	940	3.018084	1	1490	16.1622	1	2040	14.50803
1	950	3.435091	1	1500	16.81136	1	2050	14.43385
1	960	3.784587	1	1510	17.4538	1	2060	14.42927
1	970	4.058963	1	1520	18.07112	1	2070	14.48382
1	980	4.254234	1	1530	18.64572	1	2080	14.58416
1	990	4.370207	1	1540	19.16158	1	2090	14.71472
1	1000	4.410482	1	1550	19.6049	1	2100	14.8584
1	1010	4.382284	1	1560	19.96475	1	2110	14.99728
1	1020	4.296138	1	1570	20.23352	1	2120	15.11347
1	1030	4.165403	1	1580	20.40721	1	2130	15.18986
1	1040	4.005677	1	1590	20.48567	1	2140	15.21091
1	1050	3.834103	1	1600	20.47253	1	2150	15.16332
1	1060	3.668615	1	1610	20.37506	1	2160	15.03665

№ Участ- ка	Рассто- яние	Высота	№ Участ- ка	Рассто- яние	Высота	№ Участ- ка	Рассто- яние	Высота
1	2170	14.82376	1	2470	5.896933	1	2770	1.992621
1	2180	14.52114	1	2480	5.650849	1	2780	2.005954
1	2190	14.12909	1	2490	5.32409	1	2790	1.942208
1	2200	13.65171	1	2500	4.92069	1	2800	1.80516
1	2210	13.09673	1	2510	4.448314	1	2810	1.60221
1	2220	12.47521	1	2520	3.917926	1	2820	1.344056
1	2230	11.80103	1	2530	3.343322	1	2830	1.044227
1	2240	11.09032	1	2540	2.740537	1	2840	0.718486
1	2250	10.36077	1	2550	2.127153	1	2850	0.384142
1	2260	9.630867	1	2560	1.521539	1	2860	0.059287
1	2270	8.91909	1	2570	0.942055	1	2870	-0.23799
1	2280	8.24313	1	2580	0.40626	1	2880	-0.49042
1	2290	7.619121	1	2590	-0.06985	1	2890	-0.68228
1	2300	7.060953	1	2600	-0.47253	1	2900	-0.8001
1	2310	6.579675	1	2610	-0.79088	1	2910	-0.83328
1	2320	6.183027	1	2620	-1.01734	1	2920	-0.77451
1	2330	5.875114	1	2630	-1.14795	1	2930	-0.62014
1	2340	5.656239	1	2640	-1.18259	1	2940	-0.37032
1	2350	5.522905	1	2650	-1.12494	1	2950	-0.02901
1	2360	5.46798	1	2660	-0.98232	1	2960	0.396184
1	2370	5.481018	1	2670	-0.76538	1	2970	0.894348
1	2380	5.548733	1	2680	-0.48759	1	2980	1.451716
1	2390	5.655592	1	2690	-0.1647	1	2990	2.052271
1	2400	5.784501	1	2700	0.185984	1	3000	2.678431
1	2410	5.91757	1	2710	0.546352	1	3010	3.311817
1	2420	6.036904	1	2720	0.898286	1	3020	3.934041
1	2430	6.125401	1	2730	1.224453	1	3030	4.527501
1	2440	6.167502	1	2740	1.509063	1	3040	5.076143
1	2450	6.149895	1	2750	1.738561			
1	2460	6.062098	1	2760	1.902222			

Данный тестовый профиль сгенерирован в Excel. Его можно взять для ввода тестового примера непосредственно из этого документа.

Для этого следует взять этот документ в формате MS Word. Найти эту таблицу. Выделить все строки этой таблицы без шапки. (Если шапку включить в выделение, то она будет рассматриваться как точка с неопределенными параметрами, ее придется удалить). Скопировать выделенное в буфер обмена Ctrl+C. Перейти в программу в таблицу профиля. поставить курсор таблицы в первую клетку второй пустой строки. Вставить содержимое буфера обмена Ctrl+V. Оценить результат.

9.2.3 Расстановка опор по трассе

Для расстановки следует выполнить команды

1. Опоры-пролеты\Таблица опор.
2. Опоры-пролеты\Расставить опоры или кнопку  на панели инструментов.

Таблица опор участка № 1

№, уч.	№, оп.	Обозначение	Пикет, м	Положение на участке	Длина пролета	Тип опоры	Высота под- веса
	A1	A1	0	0	300	У110-2	10.5
1	1		300	300	300	П110-2	19
1	2		600	600	300	П110-2	19
1	3		900	900	100	П110-2	19
	A2	A2	1000	1000		У110-2	10.5

Опоры можно расставлять вообще вручную, вводя их в таблицу.

Опоры можно расставить автоматически слева направо (от начала к концу). В этом случае разгон последнего уменьшенного участка выполняется вручную. Для разгона опор можно применять равномерную расстановку. Для этого следует выделить часть опор, так, что первая выделенная и последняя выделенная остаются на месте, а опоры между ними расставляются так, что все пролеты будут равны.

Таблица опор участка № 1

№, уч.	№, оп.	Обозначение	Пикет, м	Положение на участке	Длина пролета	Тип опоры	Высота подвеса
	A1	A1	0	0	250	У110-2	10.5
1	1		250	250	250	П110-2	19
1	2		500	500	250	П110-2	19
1	3		750	750	250	П110-2	19
	A2	A2	1000	1000		У110-2	10.5

Расстановка опор осуществляется по выбранным автоматически расчетному и исходному режимам.

Результат расстановки можно оценить визуально. Команда Опоры-пролеты\Схема расстановки

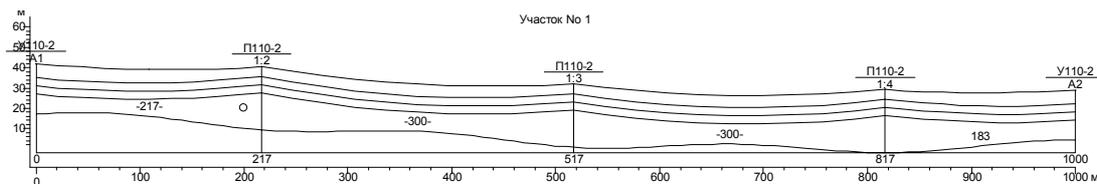


Рис. 148 Схема расстановки опор для примера

Для просмотра параметров этих режимов следует выбрать команду Провод\Обоснование режимов.

9.2.4 Обоснование режима провода

Провод АС-120/19 Тестовый расчет
Участок А1 - А2; $L_{пр}=250$ м;
Провод АС-120/19; $t_i=-40^{\circ}\text{C}$; $t_p=40^{\circ}\text{C}$

Приведенный пролет	250
Габаритный пролет	433
Критические пролеты для сочетаний режимов:	
Наименьшей температуры и среднеексплуатационного	мнимый
Наименьшей температуры и наибольшей нагрузки	205
Среднеексплуатационного и наибольшей нагрузки	301
Исходный режим - среднеексплуатационный:	
Напряжение, Н/кв.мм	221
Удельная нагрузка, Н/(м*кв.мм)	0.0854
Температура провода, град.С	15
Тяжение провода в пролете, Н	8405
Стрела провеса, м	1.52
Режим максимальной температуры:	
Напряжение, Н/кв.мм	365
Удельная нагрузка, Н/(м*кв.мм)	0.0854
Температура провода, град.С	40
Тяжение провода в пролете, Н	13870
Стрела провеса, м	1.83
Режим образования гололеда:	
Напряжение, Н/кв.мм	543
Удельная нагрузка, Н/(м*кв.мм)	0.236
Температура провода, град.С	-5
Тяжение провода в пролете, Н	20641
Стрела провеса, м	3.4
Расчетный режим - образования гололеда !	

Наиболее критичные для обоснования режима исходные данные – это удельные нагрузки, которые регламентируются ПУЭ.

9.2.5 Удельные нагрузки провода

Тестовый расчет
Участок А1 - А2; Lпр=250 м;
Провод АС-120/19
Высота приведенного центра тяжести 14.4 м

N	Наименование нагрузки	Нормативная, Н/м	Расчетная, Н/м	Удельная, Н/(м*кв.мм)
1	Вертикальная от собственного веса провода	3.25	3.25	0.0854
2	Вертикальная от веса гололеда	8.83	5.74	0.151
3	Вертикальная от веса провода со льдом	12.1	8.98	0.236
4	Горизонтальная от ветра на провод без льда	4.12	4.53	0.119
5	Горизонтальная от ветра на провод со льдом	7.42	8.17	0.215
6	Результирующая нагрузка от провода без льда	5.24	5.57	0.147
7	Результирующая нагрузка от провода со льдом	14.2	12.1	0.319

9.2.6 Проверка пересечений.

Ввод описаний пересечений производится в таблице, вызываемой как Данные\Пересечения

Пересечения линий участка 1 (А1-А2)

Пересечения, габаритные расстояния

Пересечения линий участка 1

№, уч.	От начала участка, м	Наименование линии	Высота, абсол.	От земли	Допустимое расстояние	Положение новой ВЛ	tr, °С
1	200	Линия связи	20.2	10	4	Выше	40

Проверка пересечений Опоры-пролеты\Габариты пересечений

Пересечения, габаритные расстояния

№, уч.	От начала участка, м	Наименование линии	Пролет, №	Расстояние до опоры	Высота пересечения	Провод к пересечению	Допустимое положение	tr, °С	Макс. Стрела	Стрела в т. пересечения
1	200	Линия связи	1	17	10	Выше на 7.37	Выше на 4	40	2.83	0.824

Для детального анализа габаритов следует в таблице опор выбрать первую (левую) опору рассматриваемого пролета

Проверка устойчивости гирлянд и расчет балластов Опоры-пролеты

Устойчивость изоляторов, расчет балластов: Опоры-пролеты\Нагрузки на подвес.

Тестовый расчет
Участок А1 - А2; Lпр=265 м;
Провод АС-120/19; ti=-40°С; tr=-40°С!; Сила тяжения=20930 Н

№, уч.	№, оп.	Обозначение	Пикет, м	Положение на участке	Длина пролета	Тип опоры	Высота подвеса	Уровень основания	Весовой пролет	Весовая нагрузка	Балласт, кг	Ветро-вой пролет	Ветровая нагрузка
	А1	А1	0	0	217	У110-2	10.5	17.3		430			
1	1		217	217	300	П110-2	19	9.43	403	1865	-	259	1577
1	2		517	517	300	П110-2	19	0.845	211	973	-	300	1830
1	3		817	817	183	П110-2	19	-1.81	261	1206	-	242	1473
	А2	А2	1000	1000		У110-2	10.5	4.41		148			

Рассмотрены обосновывающие таблицы и расчеты. Далее необходимо получить итоговые результаты: монтажные стрелы провода, ведомость гасителей вибрации, расстояния провод - грозозащитный трос, обоснование режима грозозащитного троса, монтажные стрелы троса и т.д.

10 Пример задачи проектирования ВОК

10.1 Состав исходных данных

Для проектирования ВОЛС используются те же данные, что и при проектировании ВЛ, дополненные информацией об оптическом кабеле и особенностях его подвески согласно техническому заданию. Если проектирование ВОЛС представляет собой продолжение проектирования ВЛ, то данные о ней уже представлены в нужном формате и собственно задача расчета ВОЛС решается в программе просто.

Что касается проектирования подвески ВОК на опорах существующей линии электропередач, то здесь требуется ввод достаточно большого объема информации о ВЛ:

1. о топологических участках линии, а также о трассах основных линий и их ответвлений;
2. о расположении каждой опоры топологического участка, ее типе и механических характеристиках;
3. о механических характеристиках фазных проводов и, возможно, о грозозащитных тросах;
4. о профиле трассы (описание рельефа поверхности земли вдоль трассы);
5. об объектах, пересекаемых линией электропередач;
6. о механических свойствах оптического кабеля.

Данные пп. 4 и 5 необходимы, если может оказаться критичным габарит ВОК, то есть по условиям технического задания кабель располагается или в отдельных режимах может опускаться ниже проводов нижней фазы ВЛ.

Основной объем информации формируется при проектировании ВЛ и содержится в пп. 1-5.

Подготовку и ввод перечисленных данных можно выполнить и непосредственно в EnergyCS Line, однако для подготовки лучше использовать внешние программы общего назначения – MS Excel или MS Word. Такие программы предпочтительны здесь по следующим причинам:

- подготовку исходных данных можно поручить заказчику, который заполнит специальные табличные формы;
- над подготовкой могут одновременно работать несколько специалистов, при этом не потребуются дополнительных лицензий программы;
- EnergyCS Line всегда контролирует ввод данных, и, если они исходно неполны, процесс ввода существенно замедлится. При подготовке во внешней программе решение проблем неполноты и неточности данных можно отложить на более позднее время.

Если подготовка данных выполняется во внешних программах, бланки и способы организации данных в них должны соответствовать таблицам, формируемым в EnergyCS. Копируя в MS Excel пустые таблицы программы, следует заготовить следующие бланки:

- перечень топологических участков линии (трассы) ВЛ (Рис. 149);

Трассы (Воздушные линии)						
Правка Печать Выбрать/Закрыть						
Номер	Обозначение	Наименование	Длина	Префикс	Начальный номер	Постфикс
1			0		0	
...						

Рис. 149 Таблица для формирования бланка линий (топологических участков)

- все опоры линии (трассы). Для каждого топологического участка готовится отдельная таблица (Рис. 150);

№ уч.	№ оп.	Обозначение	Марка опоры	Тип	X м	Y м	Дист. м	Пикет	Азимут угол°	Отметка основания	Высота крепл.	Изоляторы фазы	Арматура фазы	Изоляторы троса	Арматура троса	Комплект оборудования	Комплект арматуры	Детали опоры	Примечания
-------	-------	-------------	-------------	-----	-----	-----	---------	-------	--------------	-------------------	---------------	----------------	---------------	-----------------	----------------	-----------------------	-------------------	--------------	------------

Рис. 150 Таблица для формирования бланка таблицы опор топологического участка

- пересечения линии. Для каждого топологического участка готовится отдельная таблица (Рис. 151).

№ тр.	Дистанция, м	Пикет базы	Ось/Зона	Наименование пересечения	Тип	Ширина м	Угол °	Доп.расст. до опоры	Отметка м	Высота м	Доп.расст. до провода	Положение новой ВЛ	Режим тр, °C
-------	--------------	------------	----------	--------------------------	-----	----------	--------	---------------------	-----------	----------	-----------------------	--------------------	--------------

Рис. 151 Таблица для формирования бланка пересечений

Данные следует вводить в те таблицы, из которых получены бланки. Для каждой трассы (топологического участка) данные вводятся отдельно.

В исходном файле (например, сформированном средствами MS Excel) несколько таблиц одного назначения могут размещаться на одном листе – если размер каждой таблицы невелик и такое расположение не мешает ее восприятию. Ввод в EnergyCS Line производится путем копирования через системный буфер обмена.

Помимо ввода через буфер возможен и ввод непосредственно из файлов формата CSV, TXT или XML. В этом случае каждая вводимая таблица должна содержаться в отдельном файле. Особенности форматов описаны в руководстве по использованию программы.

10.2 Ввод топологических участков

В пилотном проекте, совместно выполненном специалистами «Наука-Связь Иваново» и CSoft Иваново, пять топологических участков: две основные линии и три ответвления. Перечень топологических участков вручную вводят непосредственно в модель. Результат отображается в виде таблицы, показанной на Рис. 152.

Номер	Обозначение линии/трассы	Наименование	Длина м	Префикс	Начальный номер	Постфикс	Первая опора	Последняя опора
1	Коляновская	ВЛ 110 кВ "Коляновская"	5750	Коп-	0		Коп-1а	Коп-32
2	Загородная	ВЛ 110 кВ "Загородная"	8711	Заг-	0		Заг-1	Заг-45
3	Отп.Стройин	Отпайка на Стройиндустрию	935	СИ-	0		СИ-4	СИ-5
4	Отп.Ив14	Отпайка на Ив-14	381.6	Ив-14-	0		Заг-6	Ив-14-5
5	Отп.Ив10	Отпайка на Ив-10	381.6	Ив-10-	0		Заг-15	Ив-10-5

Рис. 152 Трассы (воздушные линии)

В поле *Префикс* данные вводятся для того чтобы обозначение линии было включено в номер опоры. Это важно при рассмотрении ответвительных опор: для ответвлений первая опора будет принадлежать другой линии. В программе имеется функция, которая позволяет добавить префиксы и постфиксы к существующим номерам опор. Начальный номер – 0, поэтому программа запрашивает

10.3 Ввод описания опор

Ввод описания производится из файла MS Excel путем копирования через системный буфер обмена. Для этого командой *Опоры-Участки/Все опоры* открывается таблица всех опор. После ввода опор и их перенумерации с сохранением проектных номеров, но с изменением префиксов таблица первого участка имеет вид, показанный на Рис. 153.

№ уч.	№ оп.	Обозначение	Марка опоры	Тип	X м	Y м	Дист. м	Пикет	Азимут угол°	Отметка основания	Высота крепл.	Изоляторы фазы	Арматура фазы	Изоляторы троса	Арматура троса	Комплект оборудования	Комплект арматуры	Детали опоры	Примечания	УГО
1	A1.1	Коп-1а	У110-2+5	A	0.00	-135.00	-135.00	ПК0+00.00	0°	124.00										
1	A1.2	Коп-1	У110-2	A	0.00	0.00	0.00	ПК0+00.00	-4°30'	123.80										
2	3	Коп-2	ПБ110-4	П			191.12	ПК1+91.10		121.15	13.5	8°ПС-70Е								
2	4	Коп-3	ПБ110-4	П			397.96	ПК3+98.00		118.95	13.5	8°ПС-70Е								
2	A1.3	СИ-4	УС110-8		-38.58	490.18	491.70	ПК4+91.70	-48°	118.95										
3	A1.4	Коп-5	УС110-8		-80.95	522.70	545.11	ПК5+45.10	48°	119.90										
4	7	Коп-6	ПБ110-4	П			798.37	ПК7+98.40		119.50	13.5	8°ПС-70Е								
4	8	Коп-7	ПБ110-4	П			1003.20	ПК10+03.20		119.60	13.5	8°ПС-70Е								
4	9	Коп-8	ПБ110-4	П			1230.91	ПК12+30.90		120.00	13.5	8°ПС-70Е								
4	10	Коп-9	ПБ110-4	П			1479.47	ПК14+79.50		120.50	13.5	8°ПС-70Е								
4	11	Коп-10	ПБ110-4	П			1690.36	ПК16+90.40		119.38	13.5	8°ПС-70Е								
4	12	Коп-11	ПБ110-4	П			1970.78	ПК19+70.80		118.60	13.5	8°ПС-70Е								

Рис. 153 Таблица опор линии Коляновская

10.4 Ввод описания профиля

Информация по описанию профиля трассы предоставлена не была. Тем не менее, при вводе опор информация об отметках их оснований, а также при вводе пересечений информация об их отметках использовалась программой для формирования таблицы описания профиля (Рис. 154).

№ тр.	Дистанция м	Отметка оси, м	Пикет	Азимут °	Отметка лев., м	Отметка прав., м	Уст. опор	Грунт (код)	Тип пересечения	Ось/зона	Ширина м	Угол °	Отметка пересеч
1	-135.00	124.00	ПК0+00.00	0°	0.00	0.00	А	0	-				
1	0.00	123.80	ПК0+00.00	355°30'	0.00	0.00	А	0	-				
1	191.12	121.15	ПК1+91.10	355°30'	0.00	0.00	П	0	-				
1	397.96	118.95	ПК3+98.00	355°30'	0.00	0.00	П	0	-				
1	491.70	118.95	ПК4+91.70	307°30'	0.00	0.00	П	0	-				
1	545.11	119.90	ПК5+45.10	355°30'	0.00	0.00	П	0	-				
1	796.37	119.50	ПК7+96.40	355°30'	0.00	0.00	П	0	-				
1	1003.20	119.60	ПК10+03.20	355°30'	0.00	0.00	П	0	-				
1	1230.91	120.00	ПК12+30.90	355°30'	0.00	0.00	П	0	-				
1	1479.47	120.50	ПК14+79.50	355°30'	0.00	0.00	П	0	-				

Рис. 154 Описание трассы линии

В результате получилось, что поверхность на профиле представляет собой прямую линию от опоры до опоры или от опоры до пересечения.

10.5 Ввод описания пересечений

Пересечения для каждого топологического участка вводятся отдельно. Ведомость пересечений также будет документироваться отдельной таблицей (Рис. 155). Таблица пересечений ориентирована на проектирование ВЛ, поэтому при вводе существующей линии существуют незначимые поля. Проектировщика ВОК не интересует допустимое расстояние до опоры – можно вводить нулевое значение. Режим расчета также неактуален, поскольку проблемы габарита ВОК возникают при гололеде без ветра, – следовательно, вводится любое значение (например, 0).

Код №	Дистанция, м	Пикет базы	Ось/Зона	Наименование пересечения	Тип	Ширина м	Угол °	Доп.расст. до опоры	Отметка м	Высота м	Доп.расст. до провода	Положение новой ВЛ
1:1	140.00	ПК1+40.00	Ось	ЛЭП 0.4 кв	ВЛ	0	90°	0	128.1	6.231	0.4	Выше
1:2	190.00	ПК1+90.00	Ось	Дорога с покрытием	АД	5	90°	0	122.8	1.615	7	Выше
1:3	440.00	ПК4+40.00	Ось	Дорога с покрытием	АД	5	90°	0	120.7	1.7	7	Выше
1:4	1022.00	ПК10+22.00	Ось	Линия связи	ЛС	0	90°	0	125.4	5.767	0.4	Выше
1:5	1538.00	ПК15+38.00	Ось	Дорога с покрытием	АД	5	90°	0	120.1	-0.0892	7	Выше
1:6	1615.00	ПК16+15.00	Ось	Дорога с покрытием	АД	5	90°	0	119.5	-0.2802	7	Выше
1:7	1690.00	ПК16+90.00	Ось	Дорога с покрытием	АД	5	90°	0	121.1	1.718	7	Выше
1:8	2017.00	ПК20+17.00	Ось	Дорога с покрытием	АД	5	90°	0	119.2	0.3788	7	Выше
1:9	2450.00	ПК24+50.00	Ось	Дорога с покрытием	АД	5	90°	0	119.4	0.2577	7	Выше

Рис. 155 Пересечения линии №1

В представленном на перечне не указаны типы пересечений, которые должны соответствовать списку кодов в программе, но для решения задачи эти коды не важны.

10.6 Заполнение монтажной ведомости ВОК

Монтажная ведомость ВОК – это специальная таблица, построенная на основе перечня всех опор линии и дополненная специфическими параметрами, определяющими подвеску ВОК, а также его строительные длины (Рис. 156). В рамках этой таблицы решаются все вопросы проектирования ВОЛС, в том числе:

- задание высоты подвески кабеля на опоре;
- расстановка соединительных и ответвительных муфт;
- назначение вида подвески (натяжная или поддерживающая);
- задание ограничения на допустимое тяжение;

- выбор способа расчета натяжения;
- установка гасителей вибрации;
- проверка габаритов в пролете.

Монтажная ведомость ВОК																								
№	Обозн. опоры	Дист. м	Пикет м	Пролет м	Угол	Марка опоры	Тип А/П	Высота опоры	Тип мфт	Обозн. мфты	Марка мфты	Арматура мфты	Длина снэк	Строит. длина N	Марка ВОК	Длина м	Допуст. натяжение	Натяжение	Габарит м	Гасители вибрации	Количество	Расстояние от последней	Высота ВОК	Смещ. ВОК
1	Кон-1а	-135	ПК0+00.00	135	0°	У110-2-5	А	29.7	Кон.				10	1:1	ОКЛД-01-0-22-24(20)	5143	20197	Габарит	7	-	-	-	14.5	0
2	Кон-1	0	ПК0+00.00	191.1	-4°30'	У110-2	А	24.7									20197	Габарит	7	FR 35	1	-	9.5	0
3	Кон-2	191.1	ПК1+91.10	206.8		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	FR 35	1	-	12.5	0
4	Кон-3	398	ПК3+98.00	93.74		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	-	-	-	12.5	0
5	СИ-4	491.7	ПК4+91.70	53.41	-48°	УС110-8	А	35.7	Возвр.				20	1:1	ОКЛД-01-0-22-24(20)	5143	20197	Габарит	7	-	-	-	9.5	0
6	Кон-5	545.1	ПК5+45.10	251.3		УС110-6	А	33.5									20197	Габарит	7	FR 35	2	-	14.5	0
7	Кон-6	796.4	ПК7+96.40	206.8		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	FR 35	1	-	12.5	0
8	Кон-7	1003	ПК10+03.20	227.7		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	FR 35	1	-	12.5	0
9	Кон-8	1231	ПК12+30.90	248.6		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	FR 35	1	-	12.5	0
10	Кон-9	1479	ПК14+79.50	210.9		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	FR 35	1	-	12.5	0
11	Кон-10	1690	ПК16+90.40	280.4		ПБ110-4	П	22.5									20197	Габарит	7	FR 35	2	-	12.5	0

Рис. 156 Монтажная ведомость

При расчете натяжения кабеля расчетчику приходится учитывать следующие факторы:

7. минимизация допустимой нагрузки тяжения на опору;
8. обеспечение наибольшего габарита (не ниже допустимого) в режиме наибольшей стрелы провисания;
9. необходимость размещать кабель в области наименьшей напряженности электрического поля;
10. обеспечение несхлестывания кабеля с фазными проводами;
11. эстетичность линии с подвешенным оптическим кабелем.

Ограничения по допустимым тяжениям/напряжениям кабеля устанавливаются программой автоматически.

Опыт показал, что применение одного правила для всей линии не обеспечивает хорошего результата. Приходится подбирать оптимальный принцип для каждого пролета.

10.7 Оценка полученного решения

Полученное решение можно оценивать визуально. В программе предусмотрено окно *Схема расстановки опор* (Рис. 157), открывающееся при исполнении команды *Опоры-участки/Схема расстановки опор*. В окне отображается схема расстановки опор для анкерного участка с подвеской фазных проводов, грозотроса и оптического кабеля. В виде Т-символов и П-символов показываются пересекаемые объекты – с отображением в масштабе высоты и ширины пересечений, заданных осью (Т) или зоной (П).

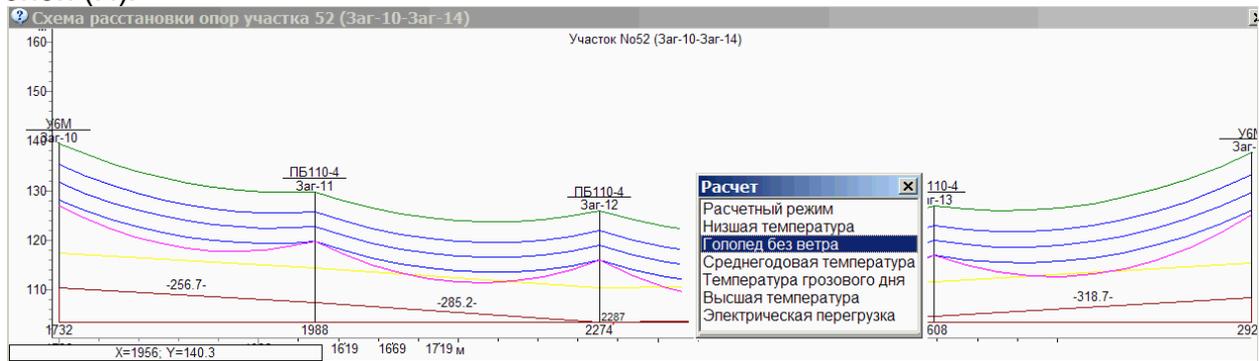


Рис. 157 Схема расстановки опор

Чтобы увидеть кривые провисания в режиме наибольшей стрелы провисания ВОК (Рис. 157), следует выбрать режим «Гололед без ветра». При этом программа покажет провисание и проводов, и грозозащитного троса, и ВОК, соответствующее тому, которое произойдет в реальности при гололеде без ветра.

Схема расстановки опор синхронизирована с монтажной ведомостью ВОК: при перемещении курсора по таблице картина схемы расстановки опор изменяется таким образом, что изображается текущая опора.

От опоры Коп-17	Отметка земли	Отметка провода	Отметка ВОК	Габарит ВОК	ВОК-провод	Стрела провода	Стрела ВОК	Тяжение ВОК, Н	Напряжение Н/кв.мм
0	120.1	132.6	132.6	12.45	0.016	0	0	16839	116
10	120.1	132.2	131.7	11.58	-0.4367	0.4301	0.8829	16819	115.8
20	120.2	131.8	131	10.85	-0.8168	0.7915	1.624	16802	115.7
30	120.2	131.6	130.5	10.26	-1.124	1.084	2.224	16788	115.6
40	120.2	131.4	130	9.81	-1.36	1.308	2.683	16778	115.6
50	120.2	131.3	129.7	9.496	-1.522	1.463	3.001	16771	115.5
60	120.3	131.2	129.6	9.322	-1.613	1.549	3.178	16768	115.5
70	120.3	131.2	129.6	9.286	-1.631	1.567	3.214	16768	115.5
80	120.3	131.3	129.7	9.389	-1.578	1.515	3.109	16771	115.5
90	120.4	131.4	130	9.632	-1.451	1.395	2.863	16777	115.5
100	120.4	131.7	130.4	10.01	-1.253	1.206	2.475	16787	115.6
110	120.4	131.9	131	10.53	-0.982	0.9488	1.947	16800	115.7
120	120.4	132.3	131.7	11.19	-0.6387	0.6224	1.277	16817	115.8
130	120.5	132.7	132.5	11.99	-0.2228	0.2272	0.466	16837	116
135.1	120.5	133	133	12.44	0.0162	0	0	16848	116

Рис. 158 Кривая провисания троса и ВОК

–Если, как показано на Рис. 157, габарит не обеспечен, требуется искать решение. В случае нашего пилотного проекта возможных решений немного, так как в одном из режимов (наибольших нагрузок, среднеэксплуатационном, низшей температуры) кабель оказался натянут до предела. В каком именно? Чтобы ответить, используем команду *Обоснование расчета*, которая применяется к текущему расчетному участку (участку с пролетом, следующим за текущей опорой).

Приведенный пролет	186.4
Исходный режим:	
Напряжение, Н/кв.мм	115.5
Тяжение, Н	16767
Нагрузка, Н/(м*кв.мм)	0.1628
Температура, °С	-5
Стрела провисания, м	6.13
Режим низшей температуры:	
Допустимое напряжение, Н/кв.мм	139.1
Расчетное напряжение, Н/кв.мм	9.028
Расчетное тяжение, Н	1311
Удельная нагрузка, Н/(м*кв.мм)	0.0101
Температура, °С	-40
Стрела провисания, м	4.878
Режим наибольшей нагрузки: Предел!	
Допустимое напряжение, Н/кв.мм	139.1
Расчетное напряжение, Н/кв.мм	139.1
Расчетное тяжение, Н	20197
Удельная нагрузка, Н/(м*кв.мм)	0.2032
Температура, °С	-5
Стрела провисания, м	6.353
Режим среднегодовой температуры:	
Допустимое напряжение, Н/кв.мм	137.7
Расчетное напряжение, Н/кв.мм	8.737
Расчетное тяжение, Н	1269
Удельная нагрузка, Н/(м*кв.мм)	0.0101
Температура, °С	5
Стрела провисания, м	6.13
Режим гололеда без ветра:	
Расчетное напряжение, Н/кв.мм	115.5
Расчетное тяжение, Н/кв.мм	16767
Удельная нагрузка, Н/(м*кв.мм)	0.1628
Температура, °С	-5
Стрела провисания, м	6.13

Рис. 159 Обоснования расчетных режимов

На Рис. 159 видно, что предел допустимого тяжения достигнут в режиме наибольших нагрузок. Решение при проектировании:

- увеличить для данного пролета высоту подвески ВОК (согласовав эту операцию с заказчиком, если высота оговорена в контракте);

- применить на этом участке более сильный кабель;
- поставить дополнительную опору для ВОК.

12. Так как в данном районе заданная стенка гололеда вероятно один раз в 25 лет (см. районирование по ПУЭ-7), можно оставить этот пролет без внимания. Во всех остальных режимах требуемые условия выполняются.

В рассматриваемом расчете изначально применен принцип подвеса «по габариту». В этом случае программа подбирает минимальное тяжение оптического кабеля, обеспечивающее заданный габарит. Однако решения, предлагаемые программой, приемлемы не всегда: на малых пролетах тяжение определяется с излишне большим запасом. Случается, проигрывает и эстетика линии.

Для получения оптимального решения следует просмотреть каждый пролет (расчетный участок) и выбрать подходящее решение.

10.8 Проверка допустимости нагрузок на опору

По любой выбранной опоре можно получить расчет нагрузок на нее для множества расчетных режимов – в контекстном меню предусмотрена команда *Нагрузки на опору*. От пользователя потребуется только сопоставить наибольшие изгибающие моменты, действующие на опору с допустимыми значениями.

10.9 Документирование результатов

10.9.1 Документирование табличной информации

Результат работы программы – проектная документация, представленная в виде таблиц (они составляют основной объем итоговой документации) и чертежей. По проекту ВОЛС предусмотрены следующие таблицы:

- монтажная ведомость с перечнем опор, соединительных муфт, строительных длин, расстановкой гасителей вибрации и координат подвески ВОК на каждой опоре – по каждому топологическому участку (трассе) отдельно;
- ведомость пересечений с указанием габаритов ВОК над пересечениями по каждому топологическому участку (трассе);
- ведомость арматуры и материалов по проекту;
- таблицы расчета нагрузок на опоры – выборочно по критическим и характерным опорам.

Документирование табличных результатов производится с использованием MS Word на основе заранее разработанных шаблонов.

10.9.2 Документирование графической информации

В качестве итоговой информации по проекту ВОЛС формируется чертеж (набор чертежей) со схемой расстановки опор по трассе, подвеской ВОК с расчетом его кривой провисания в режиме наивысшей температуры и при гололеде. На схему расстановки опор также могут быть нанесены размерные линии с указанием габаритов пересечений, отметок пересечений и отметок точек крепления кабелей к опорам. В программе это действие выполняется с использованием команды *Результаты/Все опоры на чертежи*. Как результат, формируется таблица с перечнем всех опор, приведенная на Рис. 160.

№	Обозначение	Марка опоры	Тип	Материал	Примечание	Пикет	Дист. М	Угол °	Пролет М	План X, М	План Y, М	Отметка основания	Высота опоры	Отметка вершины	Отметка провода	УГО
1	Коп-1а	У110-2+5	А	С		ПК0+00.00	-135.00	0°	135	0	-135	124	29.7	153.7	139.5	▲
2	Коп-1	У110-2	А	С		ПК0+00.00	0.00	-4°30'	191.1	0	0	123.8	24.7	148.5	134.3	▲
3	Коп-2	ПБ110-4	П	Б		ПК1+91.10	191.12		206.8	-14.99	190.5	121.2	22.5	143.6	133.6	○
4	Коп-3	ПБ110-4	П	Б		ПК3+98.00	397.96		93.74	-31.22	396.7	118.9	22.5	141.4	131.4	○
5	Коп-4	УС110-8	А	С		ПК4+91.70	491.70	-48°	53.41	-38.58	490.2	118.9	35.7	154.6	129.4	▲
6	Коп-5	УС110-6	А	С		ПК5+45.10	545.11	48°	251.3	-80.95	522.7	119.9	33.5	153.4	135.4	▲
7	Коп-6	ПБ110-4	П	Б		ПК7+96.40	796.37		206.8	-100.7	773.2	119.5	22.5	142	132	○
8	Коп-7	ПБ110-4	П	Б		ПК10+03.20	1003.20		227.7	-116.9	979.4	119.6	22.5	142.1	132.1	○
9	Коп-8	ПБ110-4	П	Б		ПК12+30.90	1230.91		248.6	-134.8	1206	120	22.5	142.5	132.5	○
10	Коп-9	ПБ110-4	П	Б		ПК14+79.50	1479.47		210.9	-154.3	1454	120.5	22.5	143	133	○
11	Коп-10	ПБ110-4	П	Б		ПК16+90.40	1690.36		280.4	-170.8	1664	119.4	22.5	141.9	131.9	○
12	Коп-11	ПБ110-4	П	Б		ПК19+70.80	1970.78		188.1	-192.8	1944	118.6	22.5	141.1	131.1	○
13	Коп-12	ПБ110-4	П	Б		ПК21+58.80	2158.84		245.6	-207.6	2131	119.5	22.5	142	132	○
14	Коп-13	ПБ110-4	П	Б		ПК24+04.40	2404.42		262.4	-226.8	2376	122	22.5	144.5	134.5	○
15	Коп-14	УС110-6	А	С		ПК26+66.90	2666.85	-52°20'	172	-247.4	2638	120.3	33.5	153.8	135.8	▲
16	Коп-15	ПБ110-4	П	Б		ПК28+38.80	2838.84		186.4	-391.4	2732	120	22.5	142.5	132.5	○

Рис. 160 Таблица с перечнем опор для документирования

Далее из контекстного меню следует выбрать команду *Нанести на профиль*. Перед выполнением этой команды желательно, чтобы AutoCAD был загружен, а текущий открытый чертеж имел необходимые настройки (хотя это и не обязательно).

Программа выводит информацию в пространство модели. Пример оформления модели приведен на Рис. 161. При этом итоговые чертежи формируются в пространстве листа, с заранее заготовленными рамкой и штампом – как показано на Рис. 162.

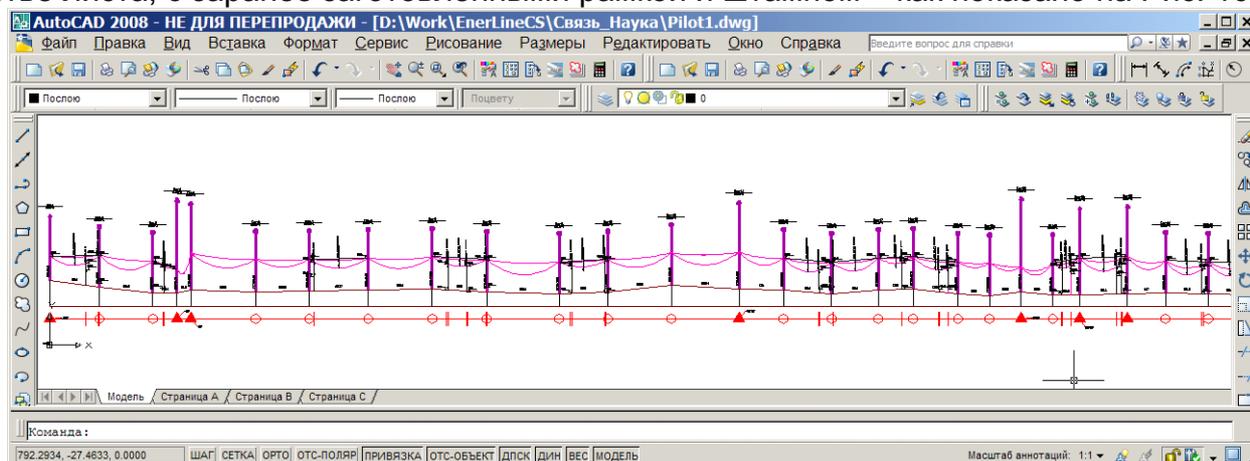


Рис. 161 Вид в пространстве модели

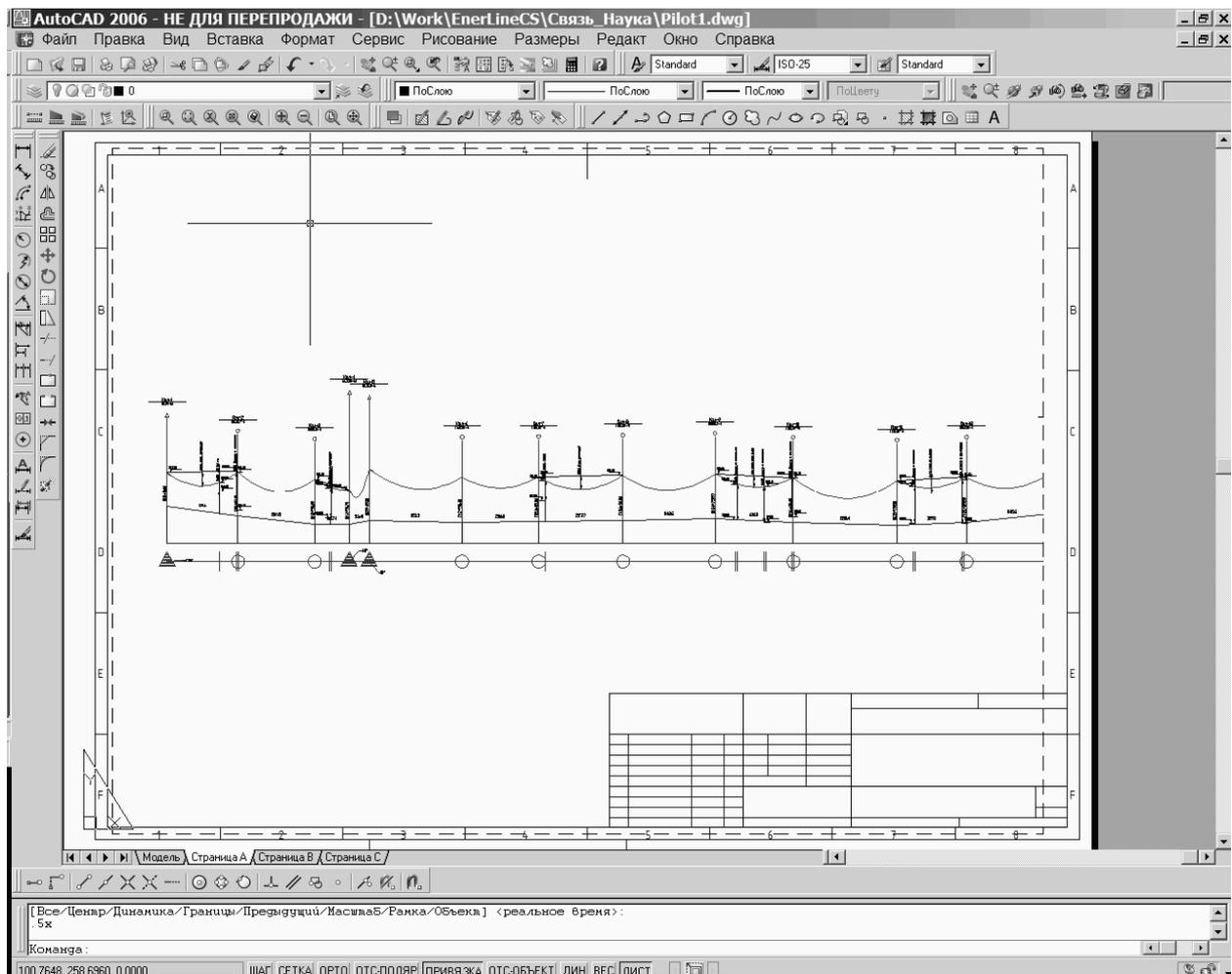


Рис. 162 Вид в пространстве листа

В одном чертеже может быть предусмотрено большое число листов – например, столько, чтобы вывести всю линию в виде страниц документа. Из программы все участки можно вывести в один DWG-файл, а уже в нем оформить столько листов, сколько необходимо для документирования всего проекта. Перед передачей данных в AutoCAD предлагается настроечная таблица, где следует указать параметры формируемого чертежа. Программа на профиль всегда позволяет вывести за одну команду только одну ВЛ. Для каждого топологического участка команду понадобится повторить.

10.10 Заключение по примеру

Применение EnergyCS Line позволило сформировать полный комплект документов, касающихся проектирования линейной части ВОЛС. При этом было обеспечено значительное сокращение трудозатрат с одновременным повышением качества проекта.

11 Форматы внешнего представления модели

Текстовые форматы предназначены для представления полной расчетной модели или ее частей при передаче в другие проектирующие системы. Текстовые форматы рассматриваются как форматы обмена данными с другими проектирующими системами.

11.1 Описания форматов

– модифицированный формат CSV. Это позиционный формат. Каждая строка файла этого формата соответствует записи в базе данных. Значения полей таблиц разделены запятыми (CSV – comma separable value). Имя поля и его назначение определяется положением в строке. Особенность (модифицированность) реализации формата состоит в том, что все таблицы выводятся в один файл, а для выделения групп строк, соответствующих разным таблицам используются специальные строки-разделители, которые начинаются с символа «#», содержат имя таблицы, а также список имен полей (кроме имени первого поля).

– По умолчанию файл в данном формате может открываться MS Excel, а информация из него может загружаться в приложения баз данных.

- формат представления данных на языке XML. Для описания данных на языке XML применяются два варианта формата: в одном поля таблиц представляются отдельными тегами, в другом варианте поля представляются как атрибуты тегов таблиц. Данные в первом формате MS Access может формально преобразовать в соответствующие таблицы. Данные во втором формате XML Access не поддерживает, но поддерживает СУБД SQL-сервер. Данные во втором формате имеют более компактное представление и более простой алгоритм обработки. Любой вариант представления по умолчанию может открываться программой MS Internet Explorer. Ниже приведены примеры отрывков файлов в формате XML.

11.2 Форматы внешнего представления модели

Для внешнего представления данных используется три формата:

- формат CSV – данные разделены запятыми (в настройке программы можно предусмотреть другой разделитель данных);

- формат TXT – текстовый формат с использованием символа табуляция в качестве разделителя (этот формат применяется и при копировании через буфер обмена);

- формат XML – расширенный язык разметки.

Данные из любой таблицы могут быть переданы в другую программу через буфер обмена или файл обмена. В этом случае данные описываются прямоугольной таблицей. Для CSV и TXT смысл поля определяется его позицией в строке таблицы.

Для XML предусмотрены (пока фиксированные - не настраиваемые) имена полей.

При выводе полной модели в CSV предлагается его модификация. Все таблицы выводятся в один файл. Разделитель таблиц – строка с символом ‘#’ в второй позиции, а также строка со списком имен полей. Имена полей приведены при описании XML.

11.2.1 Описание данных в CSV и TXT

Описание данных в форматах CSV и TXT для каждой таблицы модели повторяет данные визуальной таблицы, которые описаны в тексте этого документа.

11.2.2 Описание данных в XML.

Представление данных в XML возможно в двух вариантах:

- ориентированное на реляционную модель;
- ориентированное на объектную иерархическую модель.

Список литературы

1. Правила устройства электроустановок. ПУЭ-7 издание 7. Утверждены Приказом Минэнерго России От 08.07.2002 № 204
2. РД 34.20.182-90. Методические указания по типовой защите от вибрации и субколебаний проводов и грозозащитных тросов воздушных линий электропередач напряжением 35-750 кВ. М.: СПО ОРГРЭС, 1991 г.
3. Справочник по проектированию линий электропередачи/ М.Б.Вяземский, В.Х. Ишкин, К.П. Крюков и др. Под ред. Реута и С.С. Рокотяна М.: Энергия 1980. 296 стр.
4. Бошнякович А.Д. Механический расчет проводов и тросов линий электропередачи. Л.: Энергия 1971, 296 стр.
5. Временные руководящие указания по расчету монтажных напряжений и стрел провеса проводов и тросов воздушных линий электропередачи с учетом остаточных деформаций. Том 1, тип работа 3471тм-т.1,т.2 М.: Энергосетьпроект 1976 г.
6. Временные руководящие указания по расчету монтажных напряжений и стрел провеса проводов и тросов воздушных линий электропередачи с учетом остаточных деформаций. Том 2 (пояснительная записка), тип работа 3471тм-т.1,т.2 М.:Энергосетьпроект 1976 г.
- 7.