

КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ И ГИБКИХ ОШИНОВОК ОРУ

Общая постановка задачи

Проектируемая воздушная линия имеет сложную конфигурацию и может состоять из множества анкерных участков, конечными точками которых являются анкерные опоры. Предполагается, что анкерные опоры определены, их обозначение (нумерация) задано и положение на плане известно, а анкерные участки определены и обозначены номерами соответствующих анкерных опор.

Положение анкерных опор задается координатами точек их размещения на плане (рис. 1). Программа позволяет выполнить:

- расстановку промежуточных опор на основе профиля трассы каждого участка;
- проверку габаритов на проблемных участках ВЛ;
- проверку габаритов пересечений с другими коммуникациями и дорогами;
- расчет мест установки гасителей вибрации;
- подготовку цифровой информации для построения итоговых чертежей профилей с расстановкой опор по трассе.

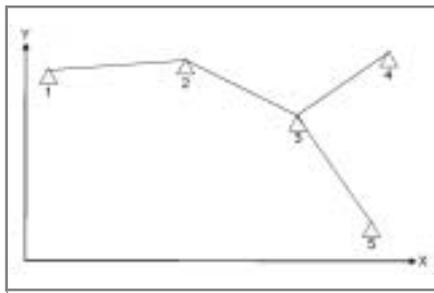


Рис. 1. План линии электропередачи

При проектировании воздушных линий электропередач (ВЛ) и гибких ошиновок открытых распределительных устройств (ОРУ) наиболее трудоемкой процедурой является механический расчет проводов и тросов. Автоматизировать этот процесс позволяет программный комплекс EnergyCS Line.

Предполагается, что в перспективе программа будет также выполнять расчет для составления спецификации материалов и необходимого при сооружении ВЛ оборудования, а также для размещения на опорах ВЛ оптоволоконных кабелей связи.

Подготовка исходных данных

Информация об анкерных опорах вводится в таблицу, приведенную на рис. 2:

- тип опоры и ее высота (тип опоры выбирается из справочной базы данных);
- тип изоляторов;
- число изоляторов.

Информация об анкерных участках вводится в таблицу, представленную на рис. 3. Участки опре-

деляются конечными анкерными опорами: одна анкерная опора условно считается началом участка, а вторая — его концом. Для каждого участка должны быть заданы:

- длина участка (при заданных координатах анкерных опор вычисляется автоматически);
- расчетная (ожидаемая) длина пролета;
- тип провода (выбирается из справочной базы данных);
- число проводов в фазе;
- допустимое максимальное тяжение провода на участке (если оно по какой-либо причине должно быть меньше допустимого);
- тип промежуточной опоры (выбирается из справочной базы данных);
- высота опоры;
- допустимый габарит для участка;
- максимальная допустимая длина пролета;
- тип изолятора (выбирается из справочника);

№	Тип опоры	Высота	Тип изоляторов	Число изоляторов
1	АИ	18	И1	7
2	АИ	18	И1	7
3	АИ	18	И1	7

Рис. 2. Таблица информации об анкерных опорах

№	Длина участка	Длина пролета	Тип провода	Допустимое тяжение	Тип промежуточной опоры	Высота опоры	Допустимый габарит	Макс. длина пролета	Тип изолятора	Число проводов в фазе	Проверка габаритов	Длина пролета
1	2	3	АИ-70/11	0.9.08	П1102	18	6	338	И1	7	0	
2	3	4	АИ-90/10	1.2/1.1	П1102	18	7	338	И1	7	0	
3	2	4	АИ-70/11	0.9.08	П1102	18	7	125	И1	7	0	

Рис. 3. Таблица с информацией об участках

№	Гор. расстояние от начала участка, м	Высота, м	Тип опоры	Примечание
1	0	10		
2	30	10		
3	30	10		
4	30	10		
5	30	10		
6	30	10		
7	30	10		
8	30	10		
9	30	10		
10	30	10		
11	30	10		
12	30	10		
13	30	10		
14	30	10		
15	30	10		
16	30	10		
17	30	10		
18	30	10		
19	30	10		
20	30	10		
21	30	10		
22	30	10		
23	30	10		
24	30	10		
25	30	10		
26	30	10		
27	30	10		
28	30	10		
29	30	10		
30	30	10		

Рис. 4. Таблица описания профиля трассы на участке

№	Гор. расстояние от начала участка, м	Высота, м	Тип опоры	Примечание
1	0	10		
2	30	10		
3	30	10		
4	30	10		
5	30	10		
6	30	10		
7	30	10		
8	30	10		
9	30	10		
10	30	10		
11	30	10		
12	30	10		
13	30	10		
14	30	10		
15	30	10		
16	30	10		
17	30	10		
18	30	10		
19	30	10		
20	30	10		
21	30	10		
22	30	10		
23	30	10		
24	30	10		
25	30	10		
26	30	10		
27	30	10		
28	30	10		
29	30	10		
30	30	10		

Рис. 5. Таблица описания пересечения коммуникаций

- число изоляторов в гирлянде и число гирлянд на фазу ВЛ.

Профиль трассы задается в таблице (рис. 4), где указываются расстояния точек от начала участка и высоты точек поверхности. Высота точки поверхности может отсчитываться от любого уровня — от уровня моря или от уровня установки первой опоры первого участка. Важно лишь, чтобы эта точка была единой для всего расчета.

Для каждого участка дополнительно должны быть заданы точки пересечения с другими воздушными линиями электропередачи и связи.

Таблицы, приведенные на рис. 2-5, могут быть заполнены исходными данными о проектируемой ВЛ как

№	Гор. расстояние от начала участка, м	Высота, м	Тип опоры	Примечание
1	0	10		
2	30	10		
3	30	10		
4	30	10		
5	30	10		
6	30	10		
7	30	10		
8	30	10		
9	30	10		
10	30	10		
11	30	10		
12	30	10		
13	30	10		
14	30	10		
15	30	10		
16	30	10		
17	30	10		
18	30	10		
19	30	10		
20	30	10		
21	30	10		
22	30	10		
23	30	10		
24	30	10		
25	30	10		
26	30	10		
27	30	10		
28	30	10		
29	30	10		
30	30	10		

Рис. 6. Таблица расставленных опор

вручную, так и через системный буфер обмена. Кроме того, программа позволяет вводить исходные данные непосредственно из текстовых файлов форматов CSV и XML: CSV-файлы поддерживаются приложениями MS Excel любых версий, а также большинством СУБД, а XML-файлы — приложениями MS Office 2003 и новейшими версиями многих СУБД. Вся совокупность исходных данных для расчета может быть введена из одного файла.

РАСЧЕТЧИК ВСЕГДА ИМЕЕТ ВОЗМОЖНОСТЬ ВМЕШАТЬСЯ В ПРОЦЕСС АВТОМАТИЧЕСКОЙ РАССТАНОВКИ ОПОР: ПОЛОЖЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ОПОР МОЖЕТ БЫТЬ ЗАДАНО ПРИНУДИТЕЛЬНО, А ГРУППЫ ОПОР РАССТАВЛЕНЫ ПРИНУДИТЕЛЬНО РАВНОМЕРНО.

Предполагается, что исходные данные могут быть сформированы в единый файл обмена в программе, позволяющей работать с топографическими планами и поддерживающей цифровую модель поверхности земли. В качестве основной такой программы рассматривается Geonics. Подробнее о совместной рабо-

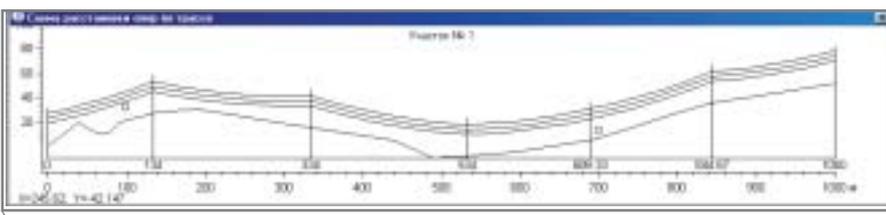


Рис. 7. Схема расстановки опор по трассе участка

№	Гор. расстояние от начала участка, м	Высота, м	Тип опоры	Примечание
1	0	10		
2	30	10		
3	30	10		
4	30	10		
5	30	10		
6	30	10		
7	30	10		
8	30	10		
9	30	10		
10	30	10		
11	30	10		
12	30	10		
13	30	10		
14	30	10		
15	30	10		
16	30	10		
17	30	10		
18	30	10		
19	30	10		
20	30	10		
21	30	10		
22	30	10		
23	30	10		
24	30	10		
25	30	10		
26	30	10		
27	30	10		
28	30	10		
29	30	10		
30	30	10		

Рис. 8. Таблица кривой провисания провода пролета

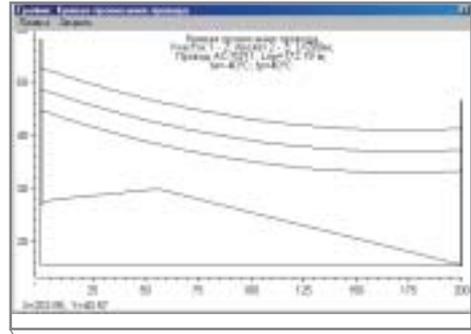


Рис. 9. Кривая провисания провода в расчетном режиме

те EnergyCS Line и Geonics будет рассказано позже.

Расчет, связанный с расстановкой опор по трассе, выполняется отдельно для каждого участка. В составе такого расчета программа осуществляет:

- расчет удельных и погонных нагрузок в соответствии с требованиями ПУЭ;
- выбор исходного и расчетного режимов на основе анализа критических пролетов;
- расчет кривой провисания;
- последовательное, от начала к концу участка, определение оптимального положения каждой промежуточной опоры с учетом зон запрета установки опор.

Расчетчик всегда имеет возможность вмешаться в процесс автоматической расстановки опор: положение отдельных промежуточных опор может быть задано принудительно, а группы опор расставлены принудительно равномерно. В распоряжении расчетчика — таблица расставленных опор (рис. 6), а также графическая схема расстановки опор по трассе участка (рис. 7). Кроме того, для любого пролета может быть выведена на экран таблица с описанием кривой провисания провода с заданным шагом (рис. 8), содержащая следующие данные:

- уровень поверхности;
- высота точки провода;
- расстояние от поверхности до провода;
- стрела провисания провода;
- напряжение и тяжение в соответствующей точке провода.

Предоставляется возможность просмотра представленных в таблице данных на графике (рис. 9). Монтажные кривые для любого пролета линии — зависимости стрел провеса, тяжений и напряжений от температуры — могут быть получены как в табличном (рис. 10), так и в графическом виде (рис. 11).

№	Гор. расстояние от начала участка, м	Высота, м	Тип опоры	Примечание
1	0	10		
2	30	10		
3	30	10		
4	30	10		
5	30	10		
6	30	10		
7	30	10		
8	30	10		
9	30	10		
10	30	10		
11	30	10		
12	30	10		
13	30	10		
14	30	10		
15	30	10		
16	30	10		
17	30	10		
18	30	10		
19	30	10		
20	30	10		
21	30	10		
22	30	10		
23	30	10		
24	30	10		
25	30	10		
26	30	10		
27	30	10		
28	30	10		
29	30	10		
30	30	10		

Рис. 10. Таблица монтажной кривой для провода пролета

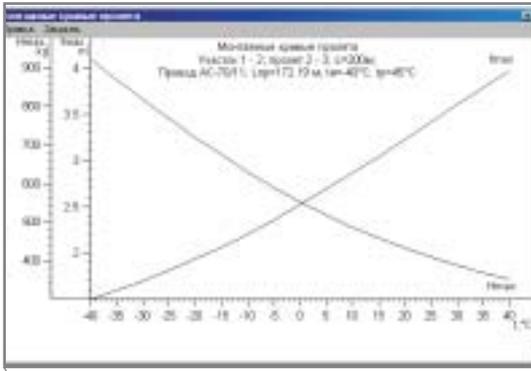


Рис. 11. График монтажной кривой

Рис. 12. Таблица расчета габаритов пересечений

Рис. 13. Изменение исходных и расчетных режимов

Рис. 14. Таблица удельных нагрузок провода

Рис. 15. Таблица расчета критических пролетов и выбора стандартных исходных и расчетных режимов

Для пересечений выполняется специальный расчет габаритов, результаты которого представляются в таблице (рис. 12).

Кроме стандартного расчета, для провода может быть выполнен расчет габаритов при разных исходных и расчетных режимах. В таблице, приведенной на рис. 13, можно, задав произвольные сочетания исходных и расчетных режимов, получить соответствующие максимальные стрелы провеса и даже, задав желаемую стрелу провеса, получить необходимые параметры исходного режима.

Один из важных принципов расчетной программы – проверяемость полученных результатов с возможностью вывода промежуточных результатов. Для механического расчета такими промежуточными результатами являются удельные и погонные нагрузки (рис. 14). В таблице определения критических пролетов и выбора исходных и расчетных режимов (рис. 15) не только показываются

промежуточные результаты, принятые для расчета габаритов, но и устанавливаются стандартные параметры исходного и расчетного режимов, принимаемые для расчетов. Таким образом, она отменяет изменение режимов, внесенное в таблицу, представленную на рис. 13.

Программа EnergyCS Line позволяет выполнять расчет, связанный с определением мест установки гасителей вибрации (рис. 16), а также получить таблицу монтажных максимальных стрел провеса (рис. 17) и табличное описание шаблона кривой провисания для участка (рис. 18).

Все результаты расчета и исходные данные, представленные в таб-

лицах программы, могут быть переданы в заранее заготовленные таблицы MS Word как при помощи технологии ActiveX, так и через системный буфер обмена. Кроме того, существует возможность вставлять как иллюстрации в документ MS Word все графические рисунки, предоставляемые программой.

EnergyCS Line позволяет передавать в AutoCAD чертежи для последующей ручной доработки, а также полные модели ВЛ с кривыми провисания провода для выполнения рабочих чертежей с использованием специализированных приложений.

Возможности программы обеспечивают значительное сокращение трудозатрат при разработке документации по проектированию линий электропередач. Отличительная черта производимых в EnergyCS Line расчетов при проектировании ОРУ – отсутствие необходимости расстановки опор. В качестве анкерных опор принимаются порталы ОРУ, а расчет для пролета ОРУ может выполняться с учетом сосредоточенных нагрузок на провод.

Совершенствование программы ведется в двух направлениях:

- расчет динамического действия токов короткого замыкания на провода – расчет проводов на схлестывание при КЗ;
- построение спецификаций оборудования и материалов на сооружение ВЛ.

*Николай Ильичев
к. т. н., доцент
Ивановского государственного
энергетического университета
E-mail: support@csoft.ru*

*Игорь Орельяна
CSoft
Тел.: (095) 913-2222
E-mail: oreliana@csoft.ru*

Рис. 16. Таблица расчета мест установки гасителей вибрации

Рис. 17. Таблица монтажных максимальных стрел провеса

Рис. 18. Таблица-шаблон кривой провисания для анкерного участка

SchematicS



Быстрое создание интеллектуальных схем

- интеллектуальные схемы на основе стандартов
- российская библиотека условно-графических обозначений
- параметрические объекты
- работа со сборками
- выпуск чертежей и спецификаций

- работа в среде AutoCAD 2005\2004\2002
- интеграция с MS Office
- поддержка XML
- интеграция с агрегативно-декомпозиционной технологией

- инженерам-электрикам
- инженерам КИПиА
- инженерам-технологам
- схемотехникам