



## ➤ nanoCAD ЛЭП – НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ



**Model Studio CS ЛЭП  
на бесплатной  
платформе nanoCAD**

Уважаемые читатели, мы рады представить вашему вниманию новый программный продукт для автоматизации проектирования ВЛ!

### Что такое nanoCAD ЛЭП?

nanoCAD ЛЭП — это уникальный программный продукт, работающий на свободно распространяемой платформе nanoCAD (рис. 1), портирование на платформу nanoCAD известного программного комплекса Model Studio CS ЛЭП. Программа автоматизирует проектирование ВЛ всех классов напряжений (0,4-750 кВ) и ВОЛС на ВЛ. Комплекс nanoCAD ЛЭП позволяет решать следующие основные задачи:

- работа с базой данных оборудования, изделий и материалов;
- проектирование расстановки опор:
  - ручная расстановка опор на профиле и на плане,

- автоматическая расстановка опор на профиле и на плане;
- выполнение расчетов ВЛ на основе требований ПУЭ-7, ПУЭ-6:
  - механические расчеты провода, троса, ВОК,
  - расчет нагрузок на опоры и фундаменты,
  - расчет мест установки гасителей вибрации,
  - расчет числа изоляторов,
  - расчет вырубki просеки;

- выполнение расчетов и оформление переходов ВЛ;
- формирование выходной документации:
  - автоматическое оформление расстановки опор на продольном разрезе профиля,
  - автоматическое оформление планов,
  - автоматическое оформление переходов,
  - автоматическая генерация табличных документов.

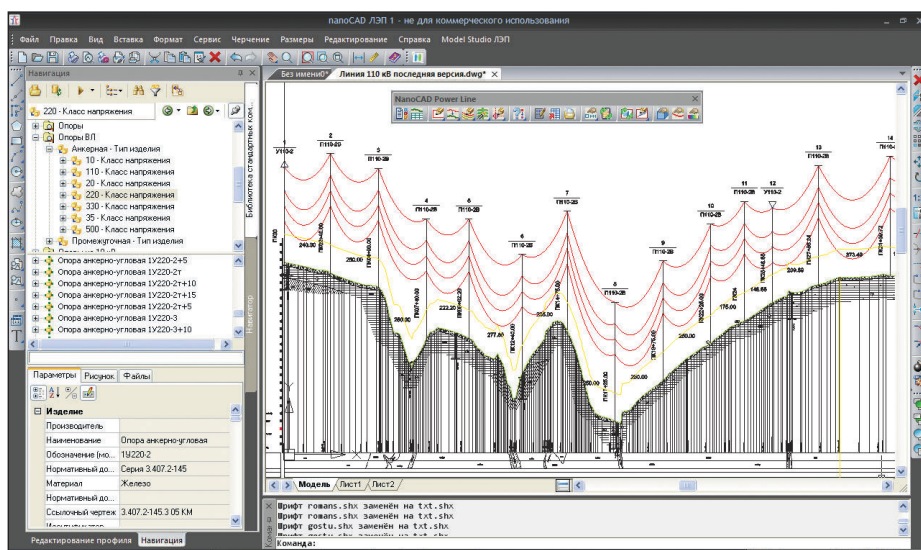


Рис. 1. nanoCAD ЛЭП

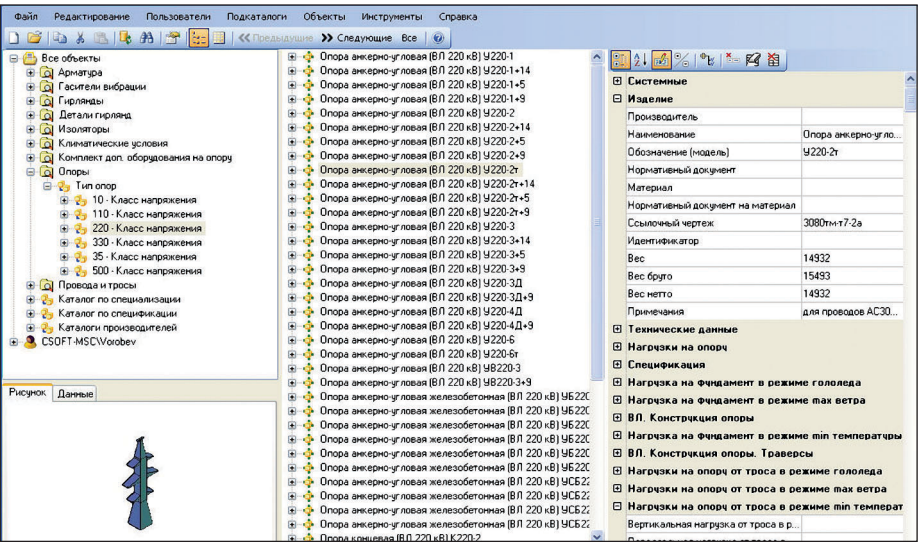


Рис. 2. Уникальная база данных оборудования и материалов

База данных оборудования, изделий и материалов

База данных оборудования, изделий и материалов папоCAD ЛЭП встроена в среду проектирования и не требует вызова дополнительных программ.

папоCAD ЛЭП в стандартной комплектации содержит обширную базу данных, включающую все необходимое для проектирования: опоры, провода, гирлянды, арматуру, комплекты арматуры и т.д.

База данных оборудования, изделий и материалов имеет встроенную систему классификаторов и выборки, которые помогают быстро найти оборудование, изделия и материалы, ознакомиться с их характеристиками и разместить на модели.

Гибкая, с продуманной эргономикой система разработки и пополнения базы данных интеллектуальных объектов позволяет легко создавать новые компоненты (оборудование, изделия и материалы) и сохранять их в единой базе данных (рис. 2).

Конструктор гирлянд и наборов арматуры

В проектах могут применяться гирлянды, состав которых отличается от представленного в базе данных, поэтому для удобства проектировщика в папоCAD ЛЭП реализован специальный инструмент Конструктор гирлянд.

Конструктор гирлянд позволяет быстро и качественно создать новую гирлянду — "с нуля" или на основе уже существующей. Новая гирлянда создается с учетом степени загрязнения и напряжения линии (рис. 3).

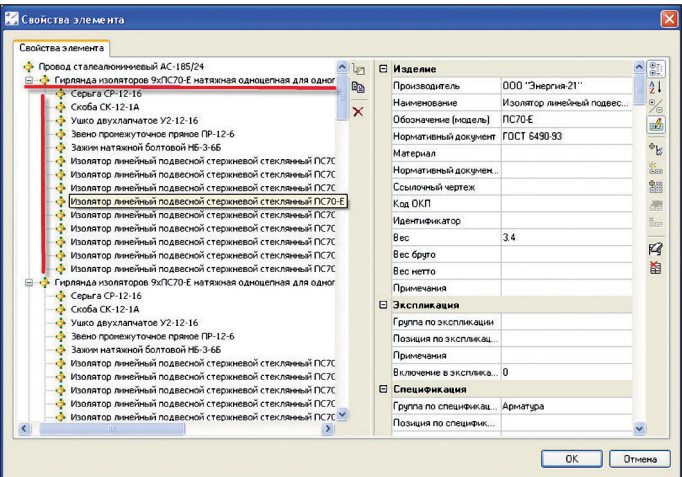


Рис. 3. Состав гирлянды изоляторов в полном объеме

Универсальный конструктор опор

В проектах могут применяться опоры разных конфигураций, изготовленные из различных материалов. Той или иной из них может не оказаться в базе данных, поэтому для упрощения работы проектировщика предусмотрен специальный инструмент Конструктор опор. Он позволяет быстро создать новую опору любой конфигурации: от портала до обычной многосекционной промежуточной или анкерной опоры.

Автоматическая расстановка опор

папоCAD ЛЭП позволяет рассчитывать и автоматически расставлять опоры (рис. 4) по многокилометровым профилям. Высокое качество алгоритмов позволяет справиться с самыми сложными рельефами и за короткий срок получить прекрасный результат: полный комплект расчетов, выполненную проверку на предмет коллизий (допустимых габаритов), полностью оформленные чертежи, а также комплект качественных спецификаций и других табличных документов.

Ручная расстановка опор

папоCAD ЛЭП может расставить опоры в автоматическом режиме, но, поскольку этого не всегда бывает достаточно, пользователю предоставлена возможность выбрать способ расстановки: автоматически или вручную (рис. 5).

В ручном режиме программа автоматически подготавливает шаблон, а проектировщик может принять собственное инженерное решение и расставить опоры с использованием этого шаблона.

Так же, как и при автоматической расстановке, папоCAD ЛЭП произведет все расчеты, выполнит проверку колли-

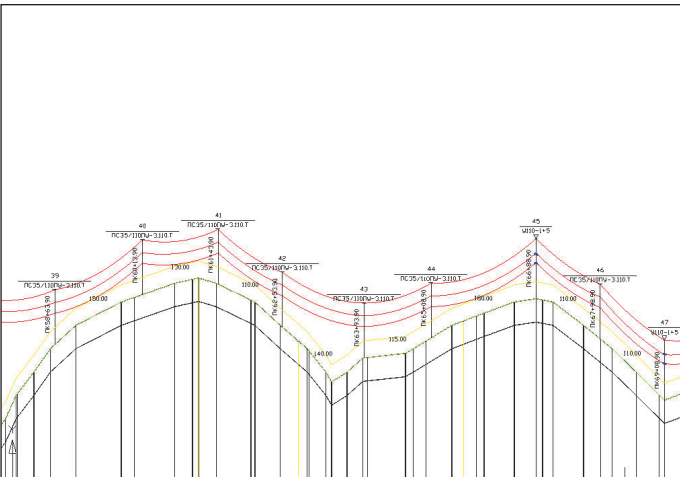


Рис. 4. Автоматическая расстановка опор



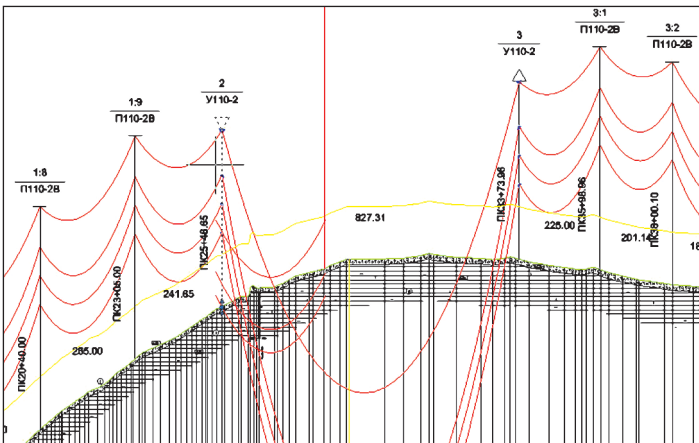


Рис. 5. Ручная расстановка опор

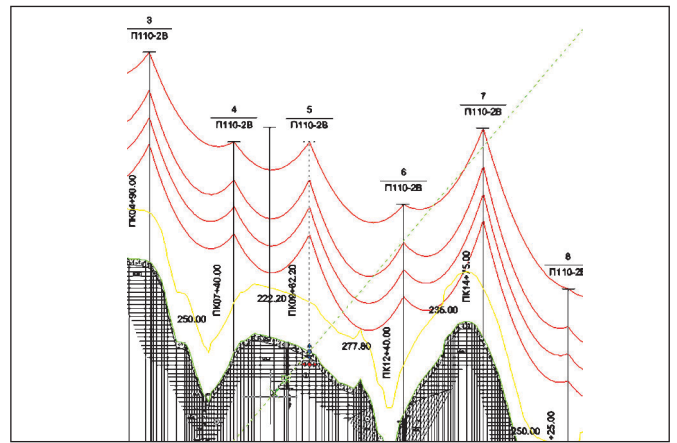


Рис. 7. Перемещение опор, выполняемое в реальном времени

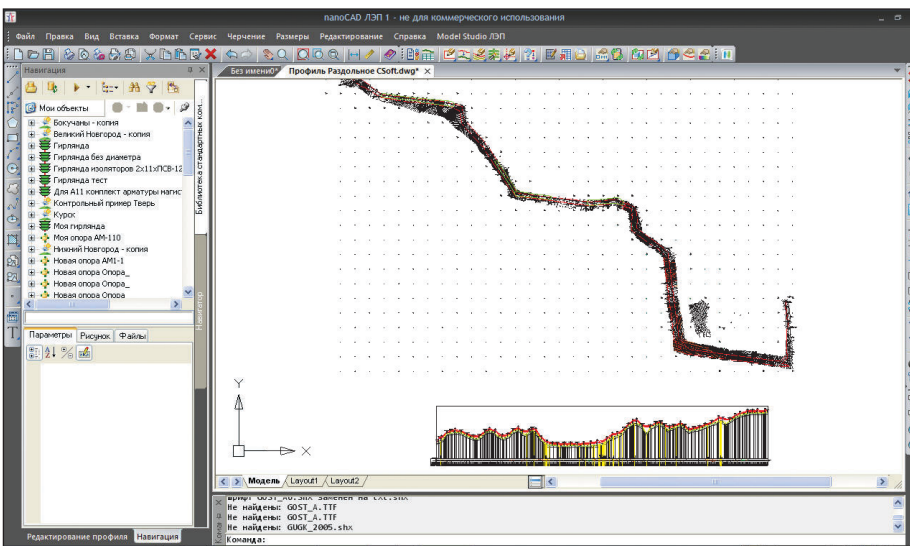


Рис. 6. Профиль и план – два представления одной трассы на 220 кВ

зий (допустимых габаритов), оформит чертеж и сформирует табличные документы.

## Работа с планом (сколка с плана и обратное размещение)

nanoCAD ЛЭП поддерживает работу с планом и профилем трассы в одной модели.

Приступать к работе можно с плана трассы ВЛ – это особенно актуально для сетей напряжением 0,4 кВ. Впрочем, такая возможность востребована и при проектировании других сетей, до 750 кВ включительно.

Инструменты nanoCAD ЛЭП позволяют разместить анкерные опоры на плане, а также сколоть с него (указать графически) места установки анкерных опор. В результате размещения "сколки" опоры, обозначенные на плане, автоматически переносятся на профиль. На

профиле производится расстановка промежуточных опор с учетом габарита ВЛ до земли и объектов, пересекающих трассу ЛЭП. Расставленные на профиле опоры размещаются на плане. Таким образом, проектировщик получает уникальную возможность работать и с планом, и с профилем (рис. 6).

Как и при работе с профилем, все оформление, все необходимые надписи и подписи выполняются в плане автоматически.

## Удобные инструменты редактирования

Проектирование – это множество итераций принятия решений, а значит одним из самых сложных моментов является внесение изменений.

Специально для решения этой задачи в nanoCAD ЛЭП реализовано настоящее интерактивное проектирование. Любое

решение проектировщика может быть мгновенно реализовано. nanoCAD ЛЭП позволяет производить в реальном времени любые операции с опорами: передвигать их, удалять, добавлять новые, изменять тип и марку и т.д. При этом сразу же обновляются все расчеты и характеристики связанных объектов, а кроме того автоматически выполняется все необходимое оформление.

## Табличный редактор продольного профиля

Разработчики создали специальный инструмент – табличный редактор профиля, который представляет собой набор таблиц, наглядно отображающих данные модели рельефа трассы, перечень и порядок опор, перечень пересекаемых объектов и перечень насаждений вдоль трассы.

Этот инструмент не только позволяет отслеживать появление новых и изменение существующих данных модели проекта, но и предоставляет возможность редактировать профиль и информационную модель непосредственно через таблицы (рис. 8).

## Расчет монтажных стрел и тяжений провода, троса и ВОК

Механический расчет проводов, тросов и ВОК, строго соответствующий требованиям ПУЭ-7, выполняется с учетом свойств провода, климатических нагрузок, нагрузок от арматуры крепления, гирлянд и иного оборудования.

Высокоточная кривая рассчитывается уравнением цепной линии, что повышает точность результатов расчета – это важно при расчете больших переходов. Подсистема расчета позволяет просматривать все расчетные режимы. Предусмотрена возможность добавления допол-

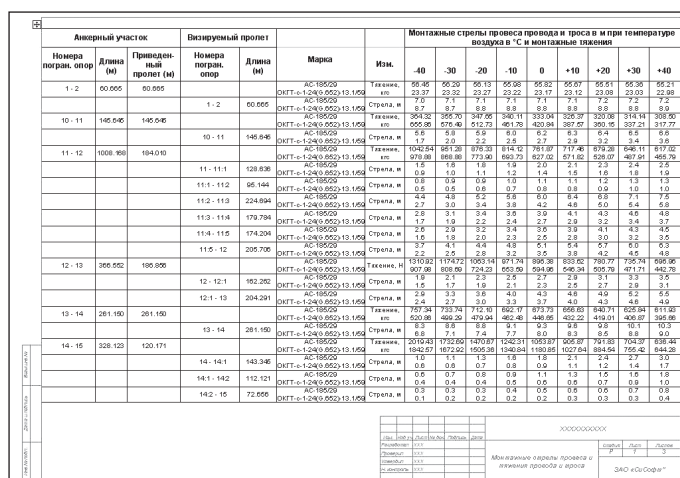


Рис. 9. Отчет по расчету монтажных стрел провеса и тяжений провода и троса

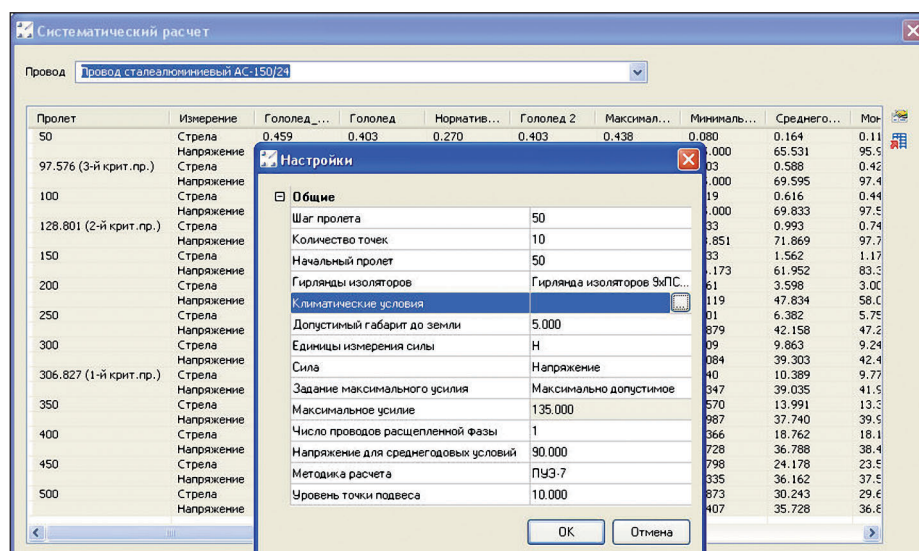


Рис. 10. Систематический расчет провода

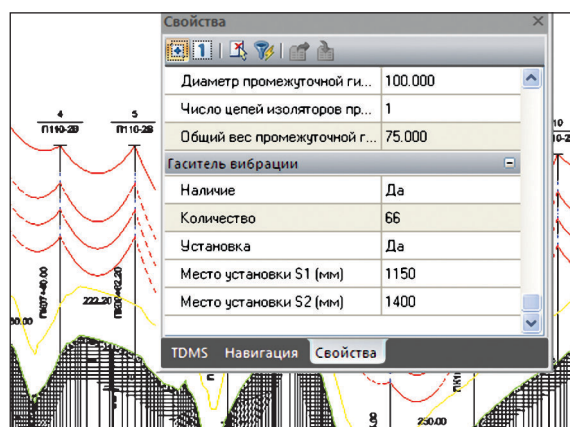


Рис. 11. Расчет мест установки гасителей вибрации

Анкерный участок	Длина участка, м	Приведенный пролёт, м	Назначение	Тип	S <sub>1</sub> , мм	S <sub>2</sub> , мм	Тип Г/В	Кол-во, шт.
1 - 2	2400.000	256.146	Провод	AC-120/19	650	750	ГВУ-0,8-1.2	60
1 - 2	2400.000	256.146	Трос	С-50	350	400	ГВУ-0,6-0,8	20

Рис. 12. Ведомость гасителей вибрации

нительных расчетных режимов или корректировки существующих.

Расчет по-настоящему интерактивен и осуществляется в режиме реального времени: при отрисовке провода автоматически выполненный расчет обновляется при каждом изменении условий. Например, при перемещении или изменении типа и марки опор происходят мгновенный перерасчет и перестроение кривых провисания.

По результатам механического расчета определяются монтажные стрелы и тяжения провода. Документатор программы позволяет получить отчет по монтажным стрелам и тяжениям с любой градацией по температуре, а также формирует отдельные и совместные отчеты для проводов и тросов (рис. 9).

## Систематический расчет проводов

В помощь проектировщику реализована возможность систематического расчета провода без модели проекта. Функционал для систематического расчета выполнен просто и удобно, позволяя мгновенно просчитывать любой выбранный провод с любым шагом пролета при любых климатических сочетаниях.

Удобный интерфейс диалогового окна систематического расчета очень полюбился проектировщикам, которые уже используют nanoCAD ЛЭП (рис. 10).

## Расчет мест установки гасителей вибрации

Программный комплекс nanoCAD ЛЭП позволяет оценить необходимость установки гасителей вибрации, определить точки их крепления на проводе и грозозащитном тросе. По итогам установки формируется ведомость гасителей вибрации (рис. 11-12).

## Расчет нагрузок на опоры и фундаменты

Программа папоСAD ЛЭП выполняет расчеты в момент установки опор на профиль и сразу отрисовывает кривые провеса провода. Иными словами, как только опоры установлены на профиль,



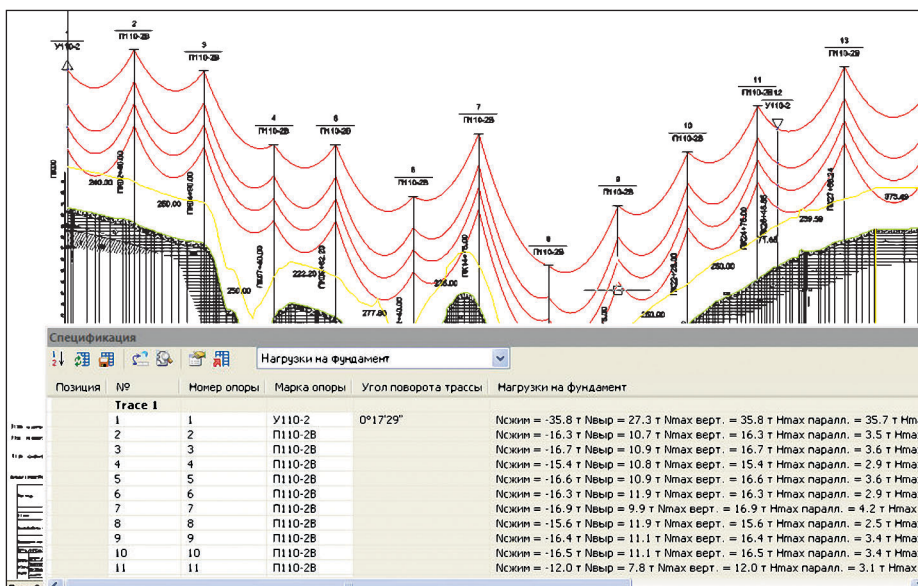


Рис. 13. Результаты расчета нагрузок на фундамент в онлайн-режиме

ОПОРА	НАГРУЗКИ
ВЛ220 5 (6) У220-2т+9 Анкерная 55°26'0"	<p><b>РАСЧЕТ НАГРУЗОК ОТ ПРОВОДОВ И ТРОСОВ</b> <b>1 расчетный режим (далее режим гололеда)</b></p> <p><b>провод</b>  <math display="block">I_{\text{пр}}^{\text{пр}} = I_{\text{лев}}^{\text{пр}} + I_{\text{прав}}^{\text{пр}} = (110.0 + 163.5) = 273.5 \text{ (м)}</math> </p> <p>Ветровая нагрузка на опору от провода определяется:  <math display="block">P_{\text{ветр}}^{\text{пр}} = 1.4(P_{\text{лев}}^{\text{пр}} I_{\text{лев}}^{\text{пр}} m_{\text{лев}} + P_{\text{прав}}^{\text{пр}} I_{\text{прав}}^{\text{пр}} m_{\text{прав}}) = 1.4 * (6.35 * 110.0 * 6 + 5.97 * 163.5 * 6) = 14059.11 \text{ (Н)}</math> </p> <p><math>m</math> – количество проводов в пролете</p> <p>Нагрузка на опору от веса провода определяется:  <math display="block">P_{\text{вес\_лев}}^{\text{пр}} = 1.1P_{\text{лев}}^{\text{пр}} I_{\text{лев}}^{\text{пр}} + 2P_{\text{лев}}^{\text{пр}} I_{\text{лев}}^{\text{пр}} + 1.1P_{\text{прав}}^{\text{пр}} I_{\text{прав}}^{\text{пр}} = 1.1 * 14.61 * 110.0 + 2 * 17.68 * 110.0 + 1.1 * 1475.85 = 7280.13 \text{ (Н)}</math> <math display="block">P_{\text{вес\_прав}}^{\text{пр}} = 1.1P_{\text{лев}}^{\text{пр}} I_{\text{лев}}^{\text{пр}} + 2P_{\text{прав}}^{\text{пр}} I_{\text{прав}}^{\text{пр}} + 1.1P_{\text{от\_прав}}^{\text{пр}} I_{\text{от\_прав}}^{\text{пр}} = 1.1 * 14.61 * 163.5 + 2 * 17.68 * 163.5 + 1.1 * 1475.85 = 10031.56 \text{ (Н)}</math> </p> <p> <math display="block">731980.78) / 2 = -174931.19 \text{ (Н)}</math> <math display="block">H_{2\perp} = \frac{\sum P_{\perp}}{4} - \frac{M_{\text{кр}}}{4b} + 1.05 \frac{N_1 + N_2}{2} = 37938.67 / 4 - 0.00 / (4 * 7.90) + 1.05 * (-264713.01 + 731980.78) / 2 = 315699.97 \text{ (Н)}</math> <math display="block">H_{3\perp} = \frac{\sum P_{\perp}}{4} + \frac{M_{\text{кр}}}{4b} + 1.05 \frac{N_3 + N_4}{2} = 37938.67 / 4 + 0.00 / (4 * 7.90) + 1.05 * (132691.57 + -864002.22) / 2 = -313553.70 \text{ (Н)}</math> <math display="block">H_{4\perp} = \frac{\sum P_{\perp}}{4} + \frac{M_{\text{кр}}}{4b} - 1.05 \frac{N_3 + N_4}{2} = 37938.67 / 4 + 0.00 / (4 * 7.90) - 1.05 * (132691.57 + -864002.22) / 2 = 454322.48 \text{ (Н)}</math> </p> <p>Расчетная вырывающая вертикальная нагрузка в каждом из режимов (наибольшая из четырех значений данного режима)  <math display="block">H_{\perp} = 634677.81 \text{ (Н)}</math> </p> <p>Расчетная вырывающая вертикальная нагрузка в каждом из режимов (наибольшая из четырех значений данного режима)  <math display="block">H_{\perp} = 454322.48 \text{ (Н)}</math> </p>

Рис. 14. Расчет нагрузок на опоры и фундаменты

проектировщик может видеть все результаты расчетов провода, нагрузки на опоры и т.д. Эти расчеты автоматически обновятся при перемещении опоры, ее замене на другую, замене провода или любым другим изменением (рис. 13).

Как пример, иллюстрирующий уникальные возможности папоCAD ЛЭП, можно рассмотреть журнал проверочного расчета нагрузок на опоры и фундаменты (рис. 14).

В отчете детально описано все: от тяжений провода до выбора расчетного режима и проверки максимального напряжения в нижнем поясе опоры. Такие возможности папоCAD ЛЭП позволяют снять любые сомнения в качестве расчетов и обеспечивают проектировщика неопровержимыми аргументами в защиту его решений.

## Расчет коллизий и оформление переходов

Программный комплекс папоCAD ЛЭП оснащен мощным инструментом проверки допустимых расстояний между объектами: опорами и пересечениями, проводами и пересечениями, проводами и грозотросом.

папоCAD ЛЭП осуществляет проверку расстояний, регламентируемых ПУЭ-7, анализирует расстояния между объектами и фиксирует факты нарушений.

Информация о всех обнаруженных коллизиях выводится графически и в табличном виде. По желанию проектировщика проверку на предмет коллизий можно выполнить в любой момент: постоянно контролируя и корректируя результаты работы, удастся добиться высокого качества проекта.

Крайне трудоемкой и очень важной задачей при выпуске проектной документации по ЛЭП является оформление перехода линии электропередач через объекты различного значения. папоCAD ЛЭП формирует ведомость переходов автоматически.

Инструменты папоCAD ЛЭП, формирующие ведомость переходов, могут использоваться на любом этапе — для принятия решений и их проверки, а при выпуске проекта позволяют сформировать высококачественные документы (рис. 15).

## Ведомости опор, гирлянд изоляторов, спецификаций оборудования, изделий и материалов и т.д.

Для пользователя папоCAD ЛЭП самый легкий из этапов работы — формирование выходной документации: спе-

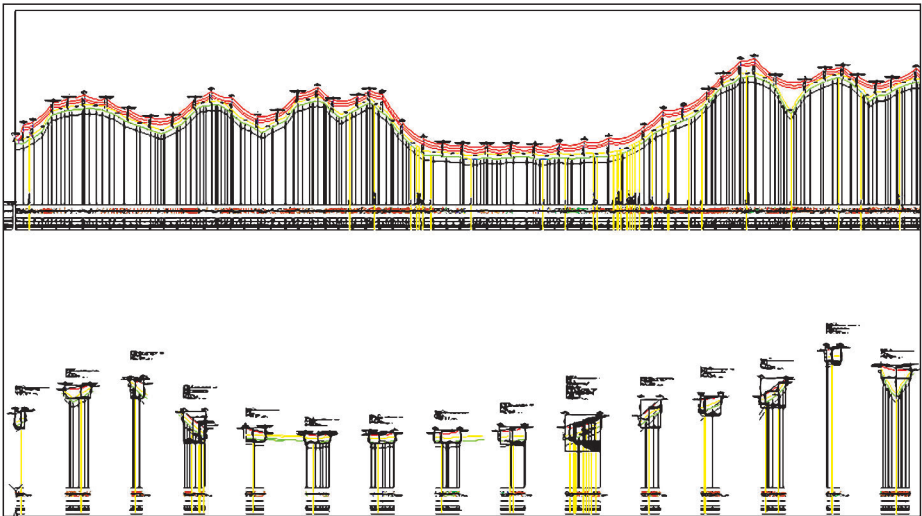


Рис. 15. Пример автоматического оформления перехода в nanoCAD ЛЭП

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Заказ-изготовителя	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечание
1	Ушко одноплатное	УН-7-16		ЗАО Астон-Энерго	шт.	25	2.24	Арматура
2	Узел крепления	КН-16-5 ТУ 3449-109-00111120		ОАО "ЮАИЗ"	шт.	60	5.23	Арматура
3	Занос промежуточное монтажное	ПМ-13-3 ТУ 3449-109-00111120-95		ОАО "ЮАИЗ"	шт.	105	1.8	Арматура
4	Изолятор свешивный ПС-120Б	ПС-120Б ГОСТ 27661		ОАО "ЮАИЗ"	шт.	960		Арматура
5	Занос промежуточное вывернутое	ПВ-12-1 ТУ 3449-025-59116459-06		ОАО "ЮАИЗ"	шт.	45	0.74	Арматура
6	Промежуток спариваний	ПС-37.5-0.3		ЗАО "ЭСОТ"	шт.	45	2.3	Арматура
7	Зажим подвешивающий оплой	ПН-6-5 ТУ 34 13.10310-90		ЗАО Астон-Энерго	шт.	45	6.85	Арматура
8	Зажим наля жной пресованный	НАС-750-1 ТУ 3449-016-40064547-01		ЗАО Астон-Энерго	шт.	30	3.18	Арматура
9	Сержа	СР-12-16		ЗАО Астон-Энерго	шт.	60	0.41	Арматура
10	Занос промежуточное регулируемое	ПР-13-1 ТУ 3449-109-00111120-95		ОАО "ЮАИЗ"	шт.	60	3.69	Арматура
11	Сержа	СР-7-16		ЗАО Астон-Энерго	шт.	15	0.32	Арматура
12	Изолятор свешивный ПС-70Б	ПС-70Б ГОСТ 27661		ОАО "ЮАИЗ"	шт.	696		Арматура
13	Зажим наля жной болтовой	НБ-24		ЗАО Астон-Энерго	шт.	10	1.87	Арматура

Рис. 16. Ведомость арматуры

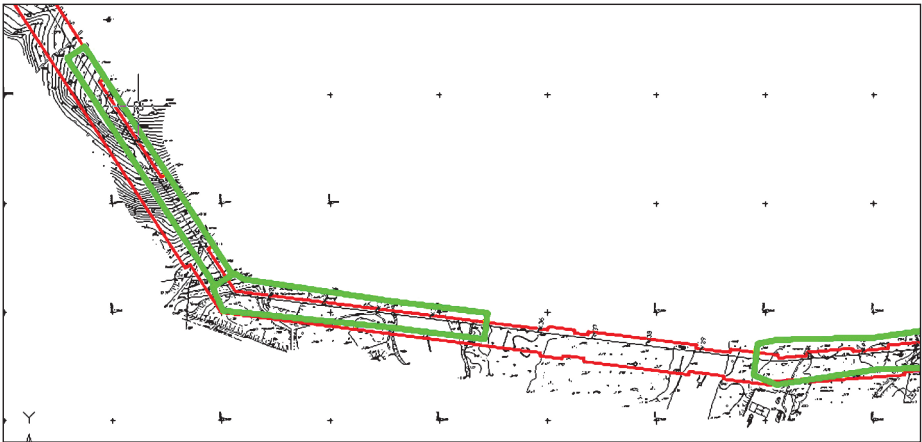


Рис. 17. Результат расчета ширины вырубki просеки на плане

циальные функции обеспечивают быстрой (нажатием одной кнопки) вывод как отдельных документов, так и целого пакета.

Очень важно, что вывод документации можно проводить на любой стадии — и

пользоваться промежуточными результатами для принятия проектных решений.

Наряду с "бумажными" документами, выпускаемыми nanoCAD ЛЭП, для большинства таблиц предусмотрена воз-

можность просмотра в режиме онлайн — без генерации документа. Такой режим позволяет одновременно редактировать и документ, и модель. Например, менять марки, типы опор и отслеживать, как меняются нагрузки на них, выбрать оптимальные марки опоры, пролет, комплект арматуры (рис. 16).

Расчет, ведомость и план вырубki просеки

nanoCAD ЛЭП безупречно решает такую неприятную задачу, как расчет, составление ведомости и отрисовка плана вырубki просеки (рис. 17).

Эта инженерная задача важна для строительства воздушной линии (ВЛ). Проектируемая ЛЭП может проходить по полям и лесам, по сельхозугодьям, государственными и частными землям. В главном нормативном документе, ПУЭ-7, есть методика расчета вырубki просеки. Именно эта методика и реализована в nanoCAD ЛЭП.

nanoCAD ЛЭП – полноценный АРМ

Совместная работа компаний ЗАО "Нанософт" и CSofT Development позволила выпустить на рынок САПР современный программный продукт, который полностью соответствует принятым методикам и нормам проектирования ЛЭП в России, Беларуси, Казахстане, Монголии и многих других странах.

nanoCAD ЛЭП предлагает по-настоящему комфортный рабочий интерфейс, включающий максимально возможное пространство для обзора графики, оптимальное расположение панелей и меню, множество прекрасных инструментов проектирования.

nanoCAD ЛЭП полностью поддерживает проекты, выполненные в Model Studio CS ЛЭП. И совершенно не важно, в каком именно из двух программных продуктов выполнен проект: в обоих случаях гарантируется самый высокий уровень качества выходной документации.

И, наконец, еще один аргумент в пользу новой разработки. Стоимость рабочего места, оснащенного nanoCAD ЛЭП, намного привлекательнее стоимости аналогов, которые требуют приобретения отдельной CAD-платформы.

Степан Воробьев  
CSofT  
Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: vorobev@csoft.ru