

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОМОЩЬ ПРОЕКТИРОВЩИКУ ВОЛС

Д.Гиберт, генеральный директор ООО "Инкаб.Про" / gibert@incab.ru

УДК 631.395, DOI: 10.22184/2070-8963.2017.65.4.20.27

Программы, размещенные на сайте ЦТК "ВОЛС.Эксперт", помогают быстро подобрать и правильно совместить друг с другом требуемые материалы, провести необходимые расчеты и оценить затраты на строительство ВОЛС.

ВВЕДЕНИЕ

Скорость изменений в современном обществе постоянно растет. Эта тенденция затрагивает все области нашей жизни, особенно ярко проявляясь в сфере инфокоммуникаций. Проектирование и строительство телекоммуникационных сетей, в том числе волоконно-оптических линий связи (ВОЛС), должно соответствовать этим запросам, учитывая и предвосхищая потребности будущего.

При этом область проектирования сетей и сооружений связи в современной России столкнулась с определенными проблемами:

- отсутствует система подготовки специалистов-проектировщиков. Специальности "проектировщик сетей связи" в вузах не существует. Специалистов готовят "на местах", зачастую передавая знания от более опытных коллег по принципу "делай так";
- низкий уровень проектирования. Многие специализированные проектные институты прекратили свое существование, а тендерный подход к формированию цен на рассматриваемые услуги приводит на рынок все менее квалифицированных специалистов. При этом заказчик, как правило, не имеет возможности проверить качество получаемых проектов;
- отсутствует, либо утратила актуальность нормативная документация по проектированию ВОЛС. Нормативная база "не успевает" за техническим

прогрессом и в некоторых аспектах ограничивает возможность применения современных и более эффективных решений;

- большое количество предлагаемых производителями технических решений затрудняет выбор и согласование разных узлов линии между собой так, чтобы вся система работала оптимальным образом;
- отсутствие в распоряжении проектировщика доступной оперативной информации по новым разработкам и использование в качестве основы проектов 10- и 20-летней давности.

ПУТИ РЕШЕНИЯ

Поиск решений перечисленных проблем регулярно осуществляют различные участники рынка, но, к сожалению, без каких-либо системных сдвигов. Можно говорить, что наиболее перспективным вариантом станет предоставление актуальной и современной информации проектным организациям непосредственно производителями и поставщиками технических решений. Такая информация должна обеспечивать относительную простоту и легкость ее применения.

Очевидно, что проектировщику намного удобнее работать с неким конструктором, позволяющим полуавтоматически выбирать и быстро конфигурировать все узлы линии, подбирать и правильно сочетать различные материалы и оборудование, чем

длительно изучать увесистые каталоги и сложные системы маркообразования. Подобные конструкторы не отменяют необходимости изучения и знания нюансов при проектировании, но, безусловно, помогают сэкономить временные затраты, особенно в части первоначального выбора того или иного технического решения, позволяя выделить дополнительные ресурсы на более тщательную проработку основной части проекта.

В области выбора решений по пассивной части ВОЛС такие конфигураторы уже существуют и доступны в онлайн-режиме в свободном доступе на базе сайта Центра Технической Компетенции "ВОЛС.Эксперт". Рассмотрим их подробнее.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПЕРЕВОДЧИК МАРКИРОВОК ОК

На сегодняшний день в России и странах СНГ действуют около 20 производителей оптического кабеля (ОК). Ввиду отсутствия обязательных нормативных документов, касающихся системы маркировки, каждый завод имеет собственное и уникальное маркообразование. При этом проектировщик зачастую сталкивается с трудностями корректного подбора аналогичных марок ОК.

Многие заводы имеют на своих сайтах таблицы соответствия, но они не избавляют проектировщика от ручного перевода одной маркировки в другую. При этом неизбежно возникают ошибки, которые затрудняют закупку требуемого кабеля подрядчиком и заказчиком.

Автоматический переводчик маркировок на сайте vols.expert позволяет ввести первые буквы маркировки (тип кабеля), по которому определяется производитель, изготавливающий такую марку ОК, и открываются новые поля, в соответствии с системой маркировки данного завода (рис.1).

Далее пользователь заполняет соответствующие поля (они имеют описание, чтобы облегчить ввод и исключить возможные ошибки) и получает маркировку аналогичного по характеристикам кабеля завода "Инкаб" (рис.2).

Нажав соответствующую кнопку, можно получить характеристики выбранного ОК и скачать техническую спецификацию. Весь процесс – несколько минут, введение небольшого объема данных и пара кликов мышки.

ВМЕСТИМОСТЬ КАБЕЛЯ НА БАРАБАНЕ

В процессе проектирования протяженных магистральных ВОЛС решаются вопросы оптимального выбора строительных длин кабеля. При этом необходимо определить типоразмер кабельного барабана

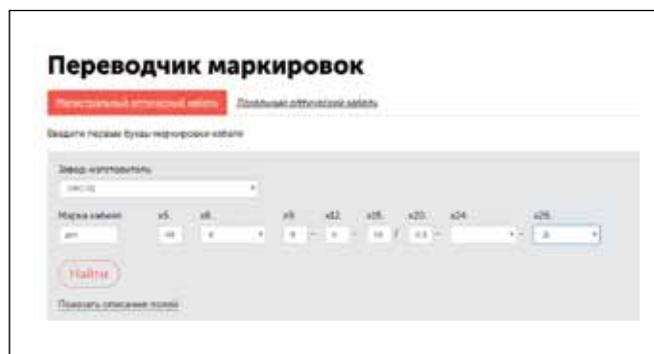


Рис.1. Общий вид переводчика маркировок



Рис.2. Результат работы переводчика маркировок

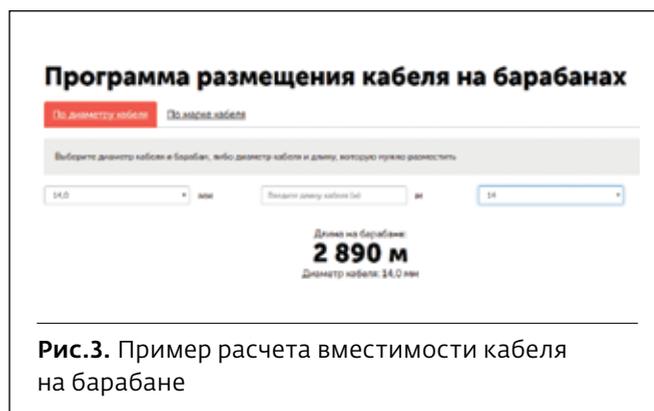


Рис.3. Пример расчета вместимости кабеля на барабане

для конкретной длины. Использование максимально большой строительной длины на максимально большом барабане зачастую нецелесообразно, так как резко возрастают логистические расходы на доставку, а в некоторых случаях даже нет возможности их транспортировки до места монтажа в виду труднодоступности и/или отсутствия необходимой техники.

Зная диаметр кабеля (или маркировку ОК производства "Инкаб"), с помощью данной программы можно быстро определить:

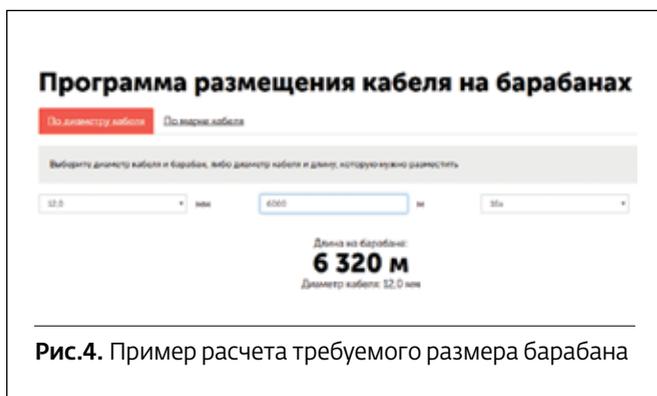


Рис.4. Пример расчета требуемого размера барабана

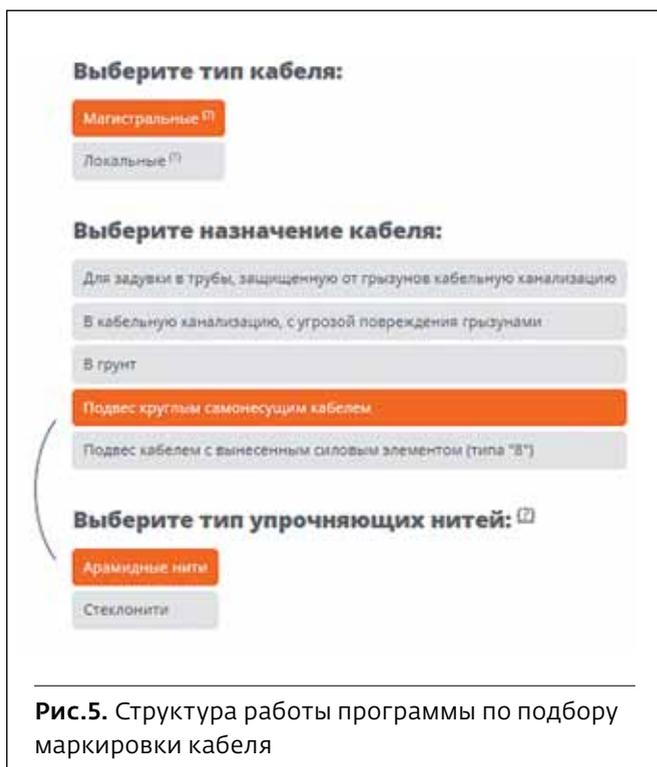


Рис.5. Структура работы программы по подбору маркировки кабеля



Рис.6. Результат работы программы по подбору маркировки кабеля

- максимальную вместимость запрашиваемого кабеля на определенный тип барабана. Например, по заданным входным требованиям имеется ограничение на барабан не более № 14 для кабеля диаметром 14 мм. Получаем результат: не более 2890 м (рис.3);
- типоразмер барабана для намотки необходимой строительной длины. К примеру, в проекте присутствует строительная длина 6 000 м для кабеля диаметром 12 мм. Программа подбирает типоразмер № 16а (рис.4). При этом также учитывается минимально допустимые радиусы изгиба ОК и подбирается барабан с допустимым диаметром шейки.

ПОДБОР ОК И ЕГО МАРКИРОВКИ

В процессе проектирования – после определения необходимых характеристик и требований к кабелю (тип прокладки, число волокон и т.п.) – зачастую возникают сложности с правильным подбором маркировки ОК. Для этого приходится скрупулезно изучать каталог производителя, систему маркирования, а если позиций по кабелю достаточно много, то это отнимает значительное время. Другим вариантом решения данного вопроса является обращение непосредственно к производителю с соответствующим запросом. Так исключается вероятность появления ошибок, но ответ может поступать не оперативно.

Наиболее простым и эффективным решением является автоматизированный подбор требуемой маркировки ОК. Программа представляет собой простое дерево выбора с вопросами, на которые необходимо последовательно ответить. Например, структура может выглядеть как на рис.5. Далее идут уровни по выбору типа оболочки, стойкости к растяжению, типу применяемого волокна и общему числу волокон в кабеле.

Результатом расчета является точная маркировка требуемого кабеля (рис.6).

По соответствующим ссылкам можно обратиться к системе маркировки, либо получить полные и подробные характеристики выбранного кабеля.

ПОДБОР ПОДВЕСНОГО ОК ПО СТОЙКОСТИ К РАСТЯЖЕНИЮ

При проектировании подвесных ВОЛС важно правильно определить требуемую стойкость кабеля к растягивающим нагрузкам. При этом необходимо учитывать воздействие на ОК ветра и гололеда. Правильно спроектированная подвесная ВОЛС должна выдерживать максимальные для данного климатического региона толщину стенки льда

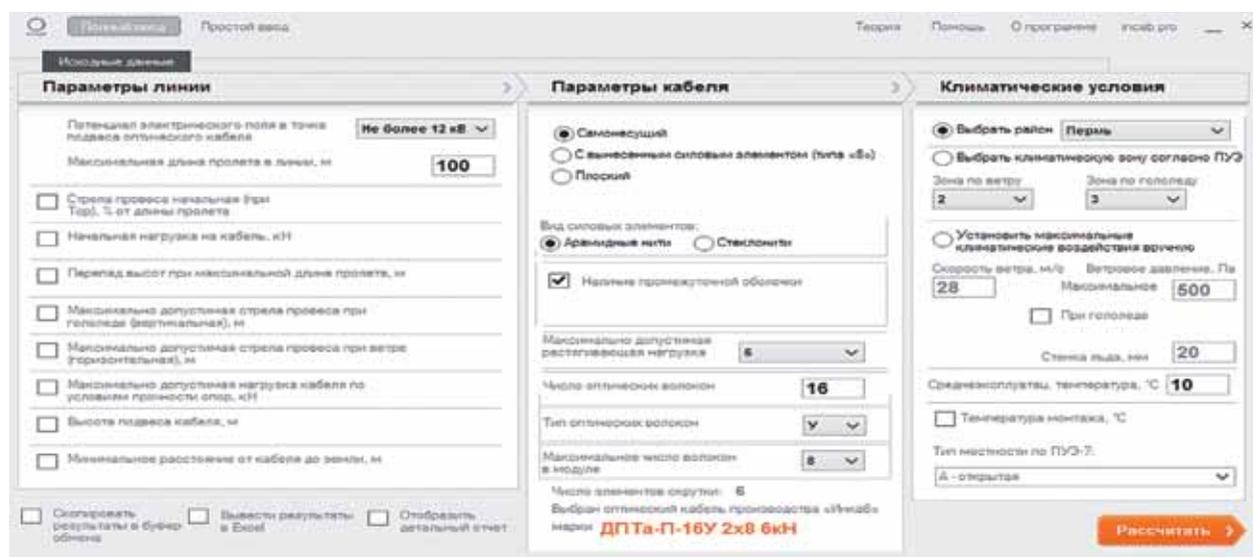


Рис.7. Программа "Расчет самонесущих кабелей". Ввод исходных данных

и ветрового давления без ущерба для ее работоспособности. При этом важными параметрами также являются расстояние между опорами и необходимость соблюдения габаритов кабеля до земли или пересекаемых объектов при воздействии максимальных нагрузок. Данные аспекты рассмотрены в статье "Выбор подвесного оптического кабеля

исходя из условий эксплуатации" (КАБЕЛЬ-news, 2009, №2).

Требуемая стойкость к растяжению, как правило, определяется для критических пролетов, которых может быть несколько. Однако использование приведенных в упомянутой выше статье формул или профессиональных программных продуктов требует



Рис.8. Визуальный результат в программе "Расчет самонесущих кабелей"

Поз	Наименование	Тип, марка	Код продукции	Производитель	Ед. измер.	Кол-во	Цена, руб.	Всего, руб.
1	Кабельная арматура							
1.1	Кабель оптический	ДПТ-П-143МВх243-3Мм		ООО «Инкаб»	м	2409,5	262 743,00	554 256,36
2	Кроссовое оборудование							
2.1	Муфта МТОК-В3/216-МТ3645-К	МТОК-В3/216-МТ3645-К		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	2	4 493,00	8 986,00
2.2	Контрлетка кассеты КТ-3645 (стяжки, маркеры, КДЖ 40 шт, ленты, подпорный кранштейн)	КТ-3645		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	6	264,30	1 587,80
2.3	Контрлетка КТ для блока ОК (МТОК-В1, В3, К6, В6)			ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	4	372,00	1 488,00
3	Кабельная арматура							
3.1	Зажим натяжной	КСО-35-15,5/11,00 (К-30)		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	10	919,49	9 194,90
3.2	Зажим поддерживающий	КСО-35-15,5/11,00		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	5	792,37	3 961,85
3.3	Сквозь ОК-7-1А	ОК-7-1А		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	15	84,00	1 260,00
3.4	Лента монтажная Ø18х120 мм, ширина 40 мм	Л 200М.0мм		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	пр	1	1 300,00	1 300,00
3.5	Ванок-фиксатор, ширина 100 мм	В 200		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	пр	1	930,00	930,00
3.6	Устройства подвески кабельной муфты и технологического запаса ОК, обесеченные	УПМ экзот		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	2	590,00	1 180,00
3.7	Контрлетка стяжек для обесеченного УПМК	КСО-35-15,5/11,00		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	2	242,35	484,70
3.8	Устройства подвески кабельной муфты и технологического запаса ОК, универсальные	УПМК		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	1	1 995,00	1 995,00
3.9	Зажим шпилькой для фиксации опор	ЖОЗ-14/19-2		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	3	113,55	340,65
3.10	Зажим шпилькой для выравнивания опор	ЖОЗ-14/19-2		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	5	176,27	881,35
3.11	Ванка промежуточная прямая	ПР-7-60		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	5	112,00	560,00
3.12	Узел крепления натяжной универсальный УН(У)	УН(У)-125		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	3	550,00	1 650,00
3.13	Узел крепления натяжной универсальный УН(У)	УН(У)-200		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	2	580,00	1 160,00
3.14	Узел крепления поддерживающий универсальный УН(У)П	УН(У)П-200		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	1	780,00	780,00
3.15	Узел крепления натяжной УН	УН-250		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	1	900,00	900,00
3.16	Узел крепления натяжной УН	УН-500		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	2	1 050,00	2 100,00
3.17	Узел крепления поддерживающий УП	УП-350		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	4	900,00	3 600,00
3.18	Промежуточная ванка расщепленная	ПР-7-1		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	6	24,62	1 477,72
3.19	Ванка промежуточная двойная	ПР-7-1		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	15	86,19	1 292,85
3.20	Ванка промежуточная прямая	ПР-7-6		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	5	89,80	449,00
3.21	Ванка промежуточная вывернутая	ПРВ-7-1		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	5	89,51	447,55
3.22	Ванка промежуточная комбинированная	ПРК-7-2		ЗАО «СВЯЗСТРОЙДЕТАЛЬ»	шт	6	171,00	1 026,00
3.23	Гаситель вибрации	ГВ-45х3-07М		АО «ЭСП»	шт	8	856,77	6 854,16
							Итого	610 141,89

Рис.9. Пример сметы, автоматически формируемой "Конфигуратором подвесных ВОЛС"

большой подготовительной работы. Для дальнейшего детального проектирования всей длины ВОЛС часто требуется быстро подобрать требуемые характеристики кабеля исходя из заданных критических условий. Это позволяет избежать перепроектирования всей длины в случае, если первоначальный выбор кабеля методом "проб и ошибок" был недостаточным или избыточным.

Оптимальным решением для быстрого подбора является программа "Расчет самонесущих кабелей" от завода "Инкаб" (рис.7).

Программа имеет интуитивно понятный интерфейс. На первом этапе вводится необходимый минимум исходных данных и ограничений, если они заданы. Далее, после нажатия кнопки "Рассчитать", программа автоматически подбирает требуемую стойкость к растяжению.

Дополнительно рассчитываются и выводятся следующие данные:

- подробные характеристики выбранного кабеля;
- максимальные нагрузки и стрелы для критического пролета в разных режимах;
- монтажная таблица для критического пролета;
- изображение критического пролета, позволяющего визуально оценить соблюдение требуемых габаритов (рис.8).

Также программа позволяет экспортировать полученные данные в Excel, Word или буфер обмена.

При определенной подготовке данную программу можно использовать и для проектирования небольшой трассы, так как она позволяет быстро пересчитывать нагрузки и стрелы для разных пролетов. Но, безусловно, данная программа не призвана заменить профессиональные продукты для

проектирования подвесных ВОЛС, в частности на высоковольтных линиях электропередач.

КОНФИГУРАТОР ПОДВЕСНЫХ ВОЛС

Как уже упоминалось выше, важными задачами при проектировании является обеспечение совместности различных материалов и узлов между собой, в частности применяемой арматуры и муфт:

- зажимы по диаметру и прочности заделки должны соответствовать применяемому ОК;
- узлы крепления и их состав должны учитывать типы и виды опор, на которые они монтируются;
- выбор муфт должен учитывать конструктивные особенности и диаметры оболочек сращиваемых кабелей; количество соединений ОВ, которые необходимо выполнить; число вводов кабелей в муфту и т.п.

Все эти задачи требуют тщательного изучения каталогов производителей комплектующих, знание номенклатуры. Зачастую требуется обращение к изготовителю за уточнениями. В результате время выполнения проекта затягивается, а в случае изменения проектных решений всю процедуру приходится проводить заново.

Как проектным организациям, так и заказчикам, важно оценить предполагаемый бюджет затрат на материалы в проекте. Составление сметной документации также занимает значительное время и требует сопряжения различных технико-коммерческих предложений.

Очевидно, что оптимальным способом взаимодействия заказчика или проектной организации с производителями был бы принцип "одного окна", когда ответ по всему спектру продукции

Исходные данные

Титул: _____ Наименование ВЛ: _____ ПО: ВОЛС.ЭКСПЕРТ		Опора №: _____ Марка опоры: _____ Тип опоры: Анкерная
Район по ветру	4	
Район по гололеду	5	
Нормативное ветровое давление, Па	800	
Нормативная толщина стенки гололеда, мм	30	
Высота точки крепления кабеля, м	10	
Тип местности	A	
Длины пролетов		
L слева = 250м	L справа = 250м	
Монтажные тяжения		
H слева = 5 976Н	H справа = 5 976Н	
Марка кабеля		
ДПТ-П-144У(6х24)-30кН		
Коэффициент надежности по ответственности для ветровой нагрузки - 1.0 Коэффициент надежности по ответственности для гололедной нагрузки - 1.0 Региональный коэффициент по гололеду - 1 Региональный коэффициент по ветру - 1		

Результат расчета

	I группа предельных состояний							
	Горизонтальная поперечная нагрузка слева, Н	Горизонтальная поперечная нагрузка справа, Н	Вертикальная нагрузка слева, Н	Вертикальная нагрузка справа, Н	Тяжение слева, Н	Тяжение справа, Н	Разность тяжений, Н	Момент на основание опоры, Н*м
Нормальный режим	0	0	956	956	7 768	7 768	0	0
Режим максимального ветра под углом 45 градусов к линии	1 968	1 968	956	956	10 327	10 327	0	0
Режим максимального ветра перпендикулярного линии	3 625	3 625	956	956	12 481	12 481	0	0
Режим гололеда с ветром	5 666	5 666	18 278	18 278	31 460	31 460	0	0
Аварийный режим, обрыв (одноосное тяжение)	0	0	956	956	0	7 768	7 768	77 682
Монтажный режим (одноосное тяжение, вес монтажника с оснасткой)	0	0	1 936	1 936	0	7 768	7 768	77 682
	II группа предельных состояний							
Нормальный режим	0	0	478	478	5 976	5 976	0	0
Режим максимального ветра под углом 45 градусов к линии	1 665	1 665	478	478	7 641	7 641	0	0
Режим максимального ветра перпендикулярного линии	3 068	3 068	478	478	9 043	9 043	0	0
Режим гололеда с ветром	4 794	4 794	9 139	9 139	15 875	15 875	0	0
Аварийный режим, обрыв (одноосное тяжение)	0	0	478	478	0	5 976	5 976	59 755
Монтажный режим (одноосное тяжение, вес монтажника с оснасткой)	0	0	478	478	0	5 976	5 976	59 755

Рис.10. Пример расчета нагрузок на опору

приходит из единого источника. Эффективным также является и процесс автоматизированного получения данных спецификаций с возможностью быстрого конфигурирования различных вариантов исполнения проекта с их последующей оценкой и выбором наиболее предпочтительного. Поэтому

ЦТК "ВОЛС.Эксперт" был разработан "Конфигуратор подвесных ВОЛС", который предназначен для автоматизированного выбора и подсчета необходимого числа комплектующих для проекта (ОК, арматура, муфты), а также осмечивания проекта по материалам (рис.9).

Схема гашения вибрации

Марка кабеля	ДПТ-П-144У(6х24)-30кН
Категория местности	2
Максимальная длина пролета, м	250

Длина пролета, м	Марка ГВ	Количество ГВ в пролете	Место установки	
200-300	ГВ-4543-02М	1	S1 =	0.05
300-350	ГВ-4543-02М	2	S1 =	0.05
			S2 =	0.1
свыше 350	ГВ-5643-02М	2	U1 =	0.05
	ГВ-4343-02М	2	U2 =	0.9

Рис.11. Пример расчета схем виброгашения

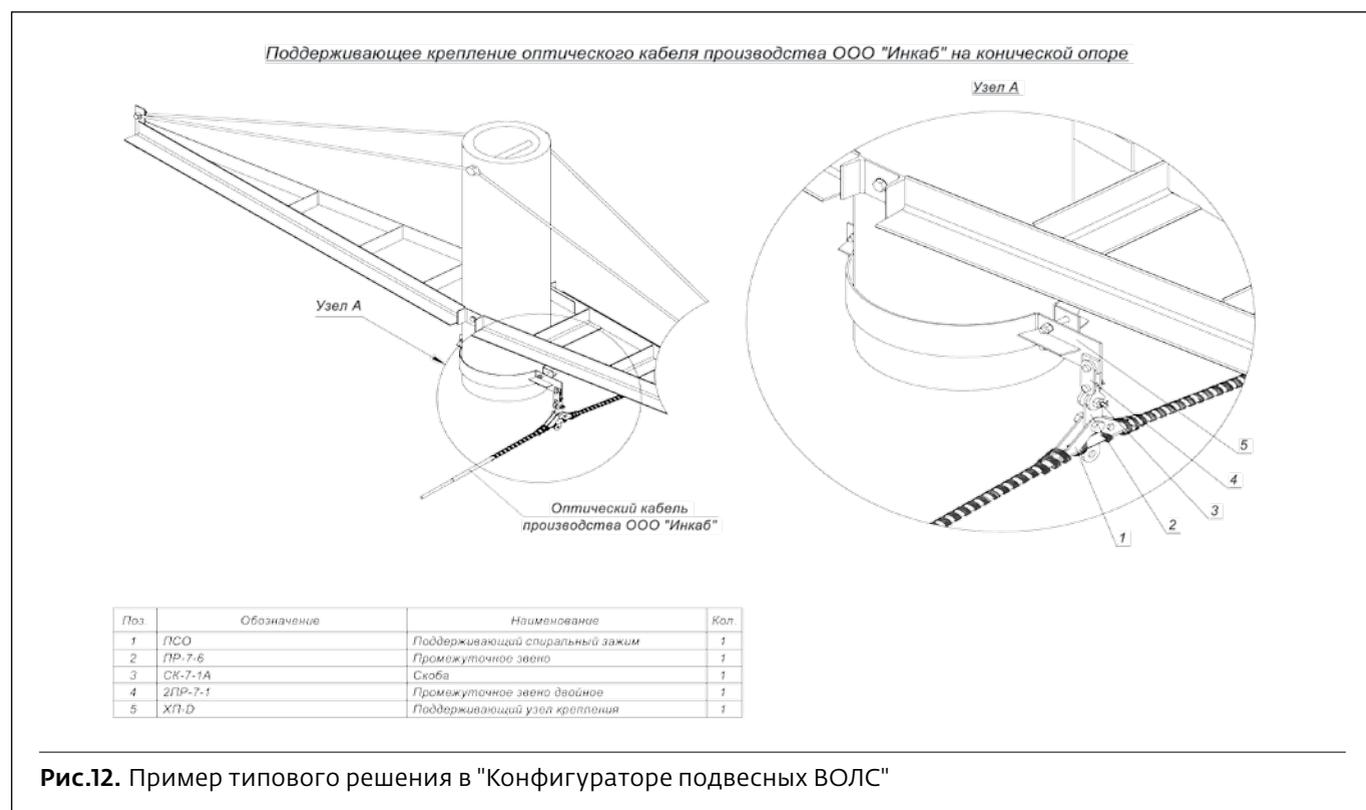
Кроме этого, конфигуратор позволяет автоматически рассчитать нагрузки на опоры и схемы виброгашения в соответствии с отраслевыми нормативными документами (рис.10, 11).

Помимо сметы конфигуратором предоставляются готовые чертежи по типовым узлам и решениям (рис.12).

Функционально конфигуратор разбит на ряд последовательных шагов, в которых пользователь вводит известные исходные данные и после

автоматизированного расчета получает результаты в виде соответствующих отчетов. Важным удобством конфигуратора является возможность сохранять введенные данные по проекту и результаты расчетов, а также загружать их для дальнейшей работы. Сохраненный проект можно передать другому пользователю или экспертам для дальнейшего анализа.

Конфигуратор позволяет самостоятельно определить требуемую марку кабеля, либо



Макет трассы:

Длина трассы по опорам, м										1930			
Количество опор с натажным анкерным креплением без муфты и бухты запаса, шт										3 [?] [?]			
Количество опор с натажным анкерным креплением с муфтой и монтажным запасом кабеля, шт										2 [?] [?]			
Количество опор с натажным анкерным креплением с бухтой запаса кабеля (без муфты), шт										1 [?]			
Количество опор с промежуточным поддерживающим креплением, шт										5 [?] [?]			
Номер пролета	Длина пролета	Номер опоры	Тип крепления кабеля [?]	Высота подвеса кабеля, м	Муфта [?]	Запас кабеля [?]	Монтажный запас кабеля для муфты (для одного конца кабеля), м	Длина запаса кабеля в бухте, м	Тип опоры по исполнению [?]	Размер углового профиля в точке подвеса [?]	Диаметр опоры в точке крепления ВОК (ближайшее большее значение) [?]	Монтажный запас кабеля на конце трассы, м	Строительный участок кабеля
Ввести значения для всех опор "за раз"				7			16	35					
1	200	0 [?]	П А	7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		35	Кон.		500 мм		
2	250	1 [?]	П А	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Кон.		350 мм		
3	200	2 [?]	П А	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Кон.		350 мм		
4	250	3 [?]	П А	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16		Кон.		500 мм		
5	200	4 [?]	П А	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Кон.		350 мм		
6	250	5 [?]	П А	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Кон.		350 мм		
7	200	6 [?]	П А	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Кон.		350 мм		

Рис.13. Конфигурирование макета трассы ВОЛС

автоматически подбирает ее исходя из введенных данных (длина пролета, климатические условия и т.п.) в соответствии с отраслевыми стандартами.

Несомненным удобством является возможность интерактивного определения климатической зоны по гололеду и ветру на картах ПУЭ простым "кликом" мышки по географическому месту предполагаемой трассы ВОЛС. Макет трассы удобно конфигурировать и быстро изменять начальные условия по местам расстановки муфт, запасов кабеля, строительным длинам и т.п. (рис.13).

Кроме того, на основе вводимых пользователем данных конфигуратор позволяет в автоматическом режиме:

- рассчитать нагрузки и стрелы провеса кабеля при максимальных воздействиях льда и ветра, а также подготовить монтажные таблицы;
- рассчитать эллипсы пляски кабеля для исключения их схлестывания с проводами;
- подобрать рекомендуемые строительные длины кабеля в зависимости от мест расстановки муфт и длины трассы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При обязательности использования и безусловной незаменимости профессиональных САД-программ, важным и полезным дополнением к ним является применение программного обеспечения, позволяющего быстро подобрать и правильно совместить друг с другом требуемые материалы, провести необходимые расчеты и оценить затраты.

Тем самым достигаются следующие цели:

- снижается вероятность ошибок при указании марок кабелей, муфт и арматуры;
- обеспечивается их совместимость между собой;
- проверяется правильность примененных технических решений путем выполнения соответствующих расчетов и проверок;
- обеспечивается соответствие выбранных решений отраслевым требованиям и нормам;
- гарантируется единообразие и унификация;
- используются самые современные и передовые технические решения;
- снижаются временные затраты на выполнение проекта;
- повышается общее качество проектирования. ■