

# **ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛОМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОДВЕСА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ НА ОПОРАХ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЛЭП 500 КВ**

---

*Трофимов Александр Андреевич  
НИУ ИТМО», Кафедра геоинформационных систем*

*Кравченко Владимир Александрович  
НИУ ИТМО», Кафедра геоинформационных систем  
E-mail: [vovin84@mail.ru](mailto:vovin84@mail.ru)*

*В настоящей статье рассматриваются требования к картографическим материалам на основании состава проектной документации организации высокочастотной связи путем подвеса оптико-волоконного кабеля на опорах ЛЭП. Под картографическими материалами в данном случае имеются ввиду: топографические карты различных масштабов, схемы, а также топографический план трассы. Анализ к составу картматериала делается на основании проектной документации, разработанной в 2013-2014 годах проектным институтом ЗАО «ЭнергоПроект» и получившей положительное заключение главгосэкспертизы, по титулу строительства: «Строительство ПС 500 кВ Белобережская с заходами ВЛ 500 кВ Новобрянская – Елецкая». Авторы статьи, в ходе проектирования, руководили группой инженерно-геодезических изысканий, обеспечившей картографическими и топографическими материалами разделы проектной документации. Все работы выполнялись на основании задания на проектирование ОАО «ФСК ЕЭС» от 05.03.10 г. на разработку проектной документации и дополнений к нему от 20.05.11 г. и 24.05.12 г.*

***Ключевые слова.** ЛЭП, ВОЛС, ОКГТ, проектная документация, инженерно-геодезические изыскания.*

Опоры линий электропередачи часто используются не только по своему прямому назначению, но и как инженерные сооружения для подвеса кабелей связи. Ввиду того, что ЛЭП связывают воедино даже самые отдаленные уголки нашей страны, они являются практически идеальным способом организации связи. Для этого на опорах производят подвес различных видов волоконно-оптических кабелей. Развитие волоконно-оптических сетей передачи данных происходит стремительно и широко. Используются самые разные инженерные сооружения и конструкции кабелей.

Возможны несколько вариантов строительства ВОЛС на ВЛ. Каждый из них обладает своими преимуществами и недостатками. С каждым годом появляются новые способы подвеса и прокладки ВОК, но есть несколько «классических» вариантов, каждый из которых применяется достаточно часто:

1. *Самонесущий диэлектрический волоконно-оптический кабель связи.* Самонесущий оптический кабель (ОКСН) чаще других используется в проектировании и строительстве ВОЛС, так как его подвес может проводиться без снятия напряжения в линии, а это сильно снижает затраты на стройку. Такой кабель характеризуется небольшим весом и неплохими возможностями к растяжению. Его подвес производят непосредственно на тело опоры или ее траверсу (в зависимости от типа и конструкции опоры). В настоящее время существует множество специальных приспособлений, предназначенных для подвеса ОКСН.

2. *Оптический кабель, встроенный в грозотрос.* Кабель, встроенный в грозозащитный трос (ОКГТ) применяется на линиях высокого и сверхвысокого напряжения. Распространен этот тип кабеля достаточно широко, так как на больших протяженностях трассы ЛЭП он является наиболее приемлемым вариантом. ОКГТ выполняет как функцию передачи информации, так и классическую функцию защиты линии от перенапряжений. Для строительства ВОЛС на ОКГТ необходимо отключение напряжения линии. При проектировании необходимо учитывать множество факторов, которые влияют на износостойкость и долговечность троса. ОКГТ не создает дополнительных нагрузок на опоры ВЛ.

3. *Оптический кабель, встроенный в фазный провод.* Оптический кабель в фазном проводе (ОКФП) — относительно новая технология, которая применяется на территории РФ крайне редко. Это объясняется в первую очередь высокой стоимостью строительных материалов и сложностью монтажа такого провода. При строительстве ВОЛС с использованием ОКФП напряжение в линии отключают и заменяют существующий фазный провод на кабель связи со сходными характеристиками. Это позволяет достичь как механической, так и электрической симметрии в линии. В настоящее время энергетики позволяют выполнять такие манипуляции редко и только тогда, когда других возможностей подвеса ВОК нет (например, в условиях больших пролетов).

*Навивной оптический кабель.* При использовании этой технологии по фазному проводу линии пускается специальная машина, которая, перемещаясь по проводу, равномерно наматывает на него ВОК. В результате навивки ВОК не требует дополнительного крепления на опорах, и увеличивает нагрузки на них лишь незначительно. В современном строительстве эта технология используется достаточно часто на линиях напряжением до 35 кВ. Применение навивных машин требует от монтажников достаточной подкованности в некоторых технических вопросах, однако это окупается результатами работы.

Особенно важно применение исправных и работоспособных механизмов в процессе монтажа.

В рамках проектирования подвеса ВОЛС на 24 оптических волокна по ВЛ 500 кВ «Новобрянская – Елецкая» планируется использование ОКГТ, который будет подвешен взамен одного из двух существующих грозотроссов. Общая протяженность ВОЛС по ВЛ 500 кВ составит 332,2 км. По данному ВОЛС планируются следующие виды связи:

- диспетчерско-технологическая связь,
- сеть передачи данных Автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) и Автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ),
- каналы релейной защиты (РЗ) и противоаварийной автоматики (ПА) с ПС 500 кВ Белобережская в ОАО "ФСК ЕЭС" Брянское ПМЭС, ЦУС МЭС Северо-Запада, МЭС Северо-Запада, Смоленское РДУ, ОДУ Центра,

Проектным томом определяющим процесс подвеса ОКГТ является раздел: «Организация ВОЛС по ВЛ 500 кВ Новобрянская-Елецка». Данный раздел на основании требований [1] и [3] определяет следующие параметры:

- выбор типа волоконно-оптического кабеля связи (ВОКС);
- механические, электрические, конструктивные параметры ВОКС;
- надежность ВОКС;
- выбор типов линейной и специальной арматуры, соединительных муфт и гасителей вибрации;
- определение длин отрезков ВОКС между соединительными муфтами и мест установки соединительных муфт;
- выбор мест крепления ВОКС на опорах ЛЭП;
- выбор тяжений и стрел провеса ВОКС.

Первые четыре вопроса решаются исходя из требований по передаче информации, лежащих на ВОЛС и климатических особенностей региона, последние же три определяются исключительно из конструктивных особенностей ЛЭП, ее геометрии, и особенностей подстилающей местности, в том числе и антропогенных факторов. Для проработки указанных трех вопросов, возникающих в ходе проектирования подвеса, ВОЛС и требуется выполнение инженерно - геодезических изысканий, в материалах которых содержится весь необходимый картографический материал.

Для решения задачи определения длин отрезков ВОКС между соединительными муфтами и мест установки соединительных муфт исходят из двух посылов: первое, это длина ВОКС в заводском барабане и наличие автомобильного подъезда к месту его выгрузки и, соответственно, установки муфты. Эта задача решается на основании следующих материалов:

- транспортная схема района работ (по сути – это топографическая карта масштаба 1:25000-1:50000 с нанесенными на нее дорогами, используемыми в ходе съёмочных работ и опорами ЛЭП с их номерами),

- горизонтальный план трассы масштаба 1:5000 по ширине равный охранной зоне ВЛ, используемый для учета факторов подстилающей поверхности, поскольку карта мелких масштабов не обладает достаточной детальностью для этого,

- ведомость обмеров элементов опор, с указанием отметок габаритов опор в единой системе высот и длин пролетов (для возможности расчета длины ВОКС с учетом высотной разницы).

Для решения задачи выбора мест крепления ВОКС на опорах ЛЭП потребуется:

- ведомость обмеров элементов опор, с указанием отметок габаритов опор в единой системе высот,

- эскизы опор с указанием их номеров.

Для выбора тяжений и стрел провеса ВОКС потребуются:

- ведомость обмеров проводов и грозотроссов, с указанием отметок в единой системе высот (на основании ее будут выполнены механические расчеты существующих проводов, для того, чтобы задать верное тяжение для ВОКС)

И здесь стоит отметить важную деталь - поскольку ВОКС будет закреплен выше существующих проводов, соблюдающих обеспечение наименьшего расстояния до поверхности земли и до пересекаемых инженерных сооружений и естественных препятствий, то и подвес ВОКС по умолчанию данные требования будет выполнять и в отсутствие информации о высотной составляющей поверхности. На основании чего, можно сделать заключение об отсутствии необходимости для нужд проектирования выполнять высотную съемку подстилающей ситуации, а ограничиться горизонтальным планом трассы масштаба 1:5000 и высотной съемкой элементов самой ЛЭП (опоры и провода). То есть, при проектировании подвеса ВОЛС на опоры существующих ВЛ перед ГИПом проекта стоит задача выдачи задания на инженерно-геодезические работы. В данном задании, в том числе, приводятся требования проектировщика к топографическому плану трассы. Как правило, принимается решение о выполнении плана трассы масштаба 1:5000 с указанием как ситуации, так и рельефа местности, однако, фактически, высотная составляющая при проектировании не берется в расчет, в том числе и потому, что ЛЭП является действующим инженерным сооружением, вдоль которого имеется технологический проезд для его обслуживания. То есть высотная съемка делается, если можно так сказать, на всякий случай по всей длине трассы. На объектах, протяженность которых 10-50 километров, экономический фактор такого решения незначителен, но на объектах сильно протяженных становится очевидным. В настоящей статье экономическое обоснование не приводится, такая оценка будет приведена в дальнейшем.

Таким образом, на основании вышеизложенного материала, подведем итоги. Для проектирования подвеса ВОЛС на опорах существующих ЛЭП обязательно требуется выполнение инженерно-геодезических изысканий. Работы должны выполняться на основании требований [2]. В отчетных материалах данных работ должны обязательно содержаться следующие картографические материалы, а также результаты геодезических обмеров:

1. транспортная схема района работ, совмещенная с топографической картой масштаба 1:25000-1:50000;
2. горизонтальный план трассы масштаба 1:5000 по ширине равный охранной зоне ВЛ;
3. ведомость высотных обмеров элементов опор, проводов и грозотросса;
4. эскизы опор с указанием их номеров.

В настоящее время наблюдается стремительное и широкое развитие волоконно-оптических сетей передачи данных на опорах ЛЭП. Одним из важных критериев данных сетей передачи данных является их надежная и бесперебойная работа. Данные требования к ВОЛС ставятся в основу проектирования. В ходе проектирования инженеры решают и прорабатывают множество вопросов. Степень их проработки повышается путем более глубокого сбора и анализа исходных данных, к которым в том числе, относится и информация о топографической составляющей проекта. Таким образом, качественное и достаточное по объему выполнение инженерно-геодезических изысканий косвенно повышает надежность работы сетей ВОЛС, протяженность которых, в конечном счете, стремиться к общей длине ЛЭП напряжения от 35 кВ и выше и составляет. В настоящее время общая протяженность воздушных

линий электропередач всех классов напряжений на территории России в составляет величины порядка 2,67 млн. км [5].

#### Список использованных источников

---

1. «Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Шестое издание» (утв. Главтехуправлением, Госэнергонадзором Минэнерго СССР 05.10.1979) (ред. от 20.06.2003) / М.: Главгосэнергонадзор РФ, 1998.
2. «СП 11-104-97. Инженерно-геодезические изыскания для строительства» (одобрен Письмом Госстроя РФ от 14.10.1997 N 9-4/116) М.: ПНИИИС Госстрой России, 1997
3. «СО 153-34.0-48.518-98 Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 110 кВ и выше» (утв. Минэнерго России 16.10.1998) / М.: Министерство топлива и энергетики РФ, 1999 год
4. Калинин Н. Ф. Изыскания трасс воздушных линий электропередачи / Н. Ф. Калинин, М. Л. Казанцев. - Москва.: Госэнергоиздат, 1961. - 247 с.
5. Файбисович Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей / Файбисович Д.Л., Карапетян И.Г., Шапиро И.М. - Москва: Энас, 2009. - 392 с.

\* \* \* \* \*

#### PROVIDING CARTOGRAPHIC MATERIAL DESIGN HANGING FIBER OPTIC LINES ON POLES EXISTING TRANSMISSION LINES 500 KV

A. A. Trofimov, V. A. Kravchenko

*This article is about requirements for cartographic materials based on the structure of project documentation of high frequency communication with the help of suspension of fiber-optic cable on communication line. In this case the cartographic materials are topographic maps of various scales, charts, and topographical plan of the route. Analysis of the composition of cartographic materials is done on the basis of project documentation which was developed in 2013-2014 by Design Institute JSC "EnergoProject" and received a positive decision of the Directorate-General for State Environmental Review, project brief: "Construction of 500 kV Beloberezhskaya with taps of 500 kV Novobryanskaya - Eletskaia. " During the project the authors of the article led a group of engineering and geodesy, which provided with cartographic and topographic materials section of the design documentation. All works were carried out on the basis of the design assignment of JSC "FGC UES" from 05.03.10, on the development of project documentation and additions from 20.05.11 and 24.05.12.*

**Key words:** Power line, fiber-optic communication lines, self-supporting dielectric fiber optic cable connection, design documentation, engineering and geodetic survey