

Лозовой Н.М., канд. техн. наук, доц.,  
Лозовая С.Ю., д-р техн. наук, проф.  
Мартынова Н.С., студент,  
Козлова Е.Р., студент,  
Празина Е.А., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ВЕДЕНИИ РАБОТ ПО ВОЗВЕДЕНИЮ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

nataychik9@gmail.com

В связи с ростом производства и строительства промышленных предприятий, требующих потребления большого количества электроэнергии растет потребность в прокладке линий электропередач. Как известно, возведение линий электропередач и их техническое обеспечение во время эксплуатации сопряжено с опасностью для жизни. В связи с этим, анализ существующих нормативов по возведению воздушных линий и методов их технического обслуживания с целью выделения наименее трудоемких и более точных, а также предложение новых методов измерений габаритов воздушных линий является актуальной задачей. В статье рассмотрены существующие традиционные методы измерения габаритов линии электропередач, а также представлены нормативы прокладки воздушных линий в соответствии с правилами их устройства. Описаны факторы, влияющие на изменение габаритов воздушных линий в процессе их возведения и эксплуатации, а также различные методики и необходимые условия проведения контроля изменения габаритов. Сделаны выводы о точности и трудоемкости традиционных способов измерения габаритов. Рассмотрены особенности геодезических методов отдельно и совместно с фотограмметрическими методами при ведении работ по возведению и реконструкции линий электропередач.

**Ключевые слова:** линии электропередач, измерение габарита, стрела провеса, геодезические изыскания, методики измерений, фотограмметрические методы.

**Введение.** В настоящее время в Российской Федерации наблюдается рост производства и строительства промышленных предприятий, которые требуют потребления большого количества электроэнергии. Для обеспечения различных объектов электрической энергией необходимо прокладывать линии электропередач.

В соответствии с правилами устройства электроустановок прохождение воздушных линий над зданиями и сооружениями, за исключением выполненных из негорючих материалов производственных зданий и сооружений промышленных предприятий, запрещается.

Расстояния по горизонтали от крайних проводов воздушных линий до 220 кВ при наибольшем их отклонении до ближайших вы-

ступающих частей зданий и сооружений должны быть не менее: 2 м для воздушных линий до 20 кВ, 4 м для воздушных линий 35-110 кВ, 5 м для воздушных линий 150 кВ и 6 м для воздушных линий 220 кВ. Допускается уменьшение указанных расстояний при приближении воздушных линий до 220 кВ к глухим стенам производственных зданий и сооружений, выполненных из негорючих материалов.

Расстояния по вертикали от проводов воздушных линий до производственного здания или сооружения, выполненного из негорючих материалов, при наибольшей стреле провеса должны быть не менее приведенных в таблице [1].

Таблица 1

Нормативы расположения линий электропередач

Условия работы линии	Участок, сооружение	Наименьшее расстояние, м, при напряжении, кВ					
		до 35	110	150	220	330	500
Нормальный режим	До поверхности земли	7	7	7.5	8	8	8
	До зданий или сооружений	3	4	4	5	6	-
Обрыв провода в соседнем пролете	До поверхности земли	4,5	4,5	5	5,5	6	-

Прохождение воздушных линий 500 кВ над зданиями и сооружениями запрещается. В виде

исключения допускается прохождение воздушных линий 500 кВ над негорючими производ-

ственными зданиями электрических станций с расстоянием по вертикали от проводов до зданий не менее 7 м. Металлические крыши, над которыми проходят воздушных линий, должны быть заземлены. Прохождение воздушных линий по территориям стадионов и детских учреждений не допускается [1].

Вопросы экологического влияния высоковольтных линий электропередачи связаны с развитием электрических сетей сверхвысокого напряжения 500–750 кВ и освоением ультравысокого напряжения 1150 кВ и выше. Непосредственное биологическое влияние электромагнитного поля линий сверхвысокого и ультравысокого напряжений на человека связано с воздействием на сердечно-сосудистую, центральную и периферийную нервные системы, мышечную ткань и другие органы.

Для того, чтобы уберечь население от вредного воздействия воздушных линий, необходимо соблюдать правила устройства электроустановок и нормативы их использования [2].

Однако только соблюдение правил установки воздушных линий не гарантирует выполнение норм, так как процессе эксплуатации могут изменяться габариты линий в результате прокладки под проводами дорог, сооружения линий электропередачи, наклонах опор или изменениях их конструкций при ремонтных и реконструктивных работах, вытяжке проводов, проскальзывании проводов в подвесных и натяжных болтовых зажимах, изменения длины гирлянд при замене дефектных изоляторов и перекосе траверс и др. Изменившиеся габариты не всегда соответствуют нормам и правилам эксплуатации, поэтому необходимо проводить регулярные измерения стрел провесов линий.

**Основная часть.** Стрела провеса – это расстояние по вертикали в промежуточном пролете воздушных линий между проводом (тросом) и прямой линией, соединяющей точки его подвеса. Измерения, как правило, производят без отключения линии при помощи угломерных приборов или изолирующих штанг и капронового или сухого хлопчатобумажного каната.

Расстояния от проводов до зданий и сооружений, расположенных вблизи воздушных линий, должны измеряться от проекции крайнего провода при наибольшем его расчетном отклонении до ближайших выступающих частей этих зданий и сооружений.

Все измерения не разрешается производить при скорости ветра более 10 м/с. Результаты измерений габаритов проводов записывают в специальную ведомость [3].

Измерение габарита линии с помощью капронового каната ведут в такой последователь-

ности. На опору, не доходя 2 м до уровня изолирующих подвесок, поднимается электромонтер и устанавливает блок бесконечного каната. Затем по этому канату он поднимает изолирующую штангу и в специальном чехле ролик с измерительным капроновым канатом. С помощью штанги ролик устанавливают на проводе, второй конец капронового каната держит второй электромонтер, находящийся на земле. После установки ролик с помощью капронового каната вторым электромонтером передвигается до места измерения габарита. По отметкам на канате определяется расстояние от ролика (проводов) до поверхности земли. После измерения ролик возвращается к опоре и снимается первым электромонтером с помощью изолирующей штанги. Так как эти работы выполняются под напряжением, к работе допускаются только специально обученные лица, при этом запрещается производство работ в сырую погоду [4].

Наиболее простым способом измерения габарита является непосредственное измерение под напряжением с помощью специальной испытанной в соответствии с нормами изолирующей штанги. Один электромонтер в месте измерения одним концом штанги касается провода, другой электромонтер замеряет расстояние от нижнего конца штанги до поверхности земли (дороги, железнодорожного полотна и др.).

Для измерения стрелы провеса с помощью штанги определяют габарит линии и расстояние от места крепления провода к изолятору или гирлянд до поверхности земли. Разница между измеренными величинами равна значению стрелы провеса (при прохождении трассы по ровной местности).

Для измерения стрелы провеса или габарита провода до земли используется прибор для определения высоты элементов. Прибор представляет собой плоскую коробку, имеющую форму равностороннего треугольника. В основание треугольника вставлено стекло, на котором нанесены две риски. В вершине треугольника имеются два отверстия, через которые производится визирование.

Для определения высоты провода над землей под проводом в месте измерения забивается колышек. Затем наблюдатель удаляется от линии в направлении, перпендикулярном к ней, держа приспособление отверстиями у глаз на расстоянии, при котором риски совпадают, верхняя – с проводом, нижняя – с основанием колышка. Измеряется расстояние от наблюдателя до колышка. Габарит провода в месте измерения равен половине этого расстояния [5].

Измерение стрелы провеса проводов (тросов) может быть выполнено путем глазомерного

визирования (с помощью двух визирующих реек) следующим способом. На стояках двух смежных опор закрепляют по одной рейке на расстоянии по вертикали от точки крепления провода, равном расчетному значению стрелы провеса провода (определяемому по монтажным таблицам) в проверяемом пролете при данной температуре. Значение стрелы провеса определяется как среднее арифметическое расстояние по вертикали от точек подвеса провода до каждой рейки, сравнением полученных данных со значением стрелы провеса по монтажным кривым или таблицам, определяется отклонение от требуемого значения.

Наиболее точно стрелы провеса могут быть измерены с помощью теодолита. Для измерения габарита теодолит устанавливают на расстоянии 50-60 м от линии, так чтобы расстояния от прибора до вертикальных проекций нижней точки провода и точки подвеса провода на опоре были примерно одинаковы. Эти расстояния тщательно измеряют с помощью рулетки или с помощью теодолита и рейки.

Вертикальная визирующая ось теодолита направляется на точку провода на опоре и производится отсчет превышения этой точки над горизонтальной осью прибора. Аналогично производится отсчет превышения нижней точки провода над горизонтальной осью прибора. По полученным отсчетам определяется стрела провеса провода как разность подсчитанных значений. Хотя использование этого метода измерений требует специально обученного персонала, он является безопасным, так как не требует непосредственного взаимодействия с воздушной линией, и для проведения измерений требуется только один специалист.

В комплексе с геодезическим методом или отдельно от него для измерения габаритов линий можно использовать фотограмметрический. Суть фотограмметрического метода заключается в трансформировании одиночного снимка в заданном масштабе и его обработке, результатом

которой являются расстояния от земли до нижней точки провеса и до верхней точки подвеса провода на опоре. Искомую величину стрелы провеса находят из разности полученных расстояний [6]. С помощью этого метода также можно контролировать состояние и пространственное положение столбов опор и ферм.

#### Выводы

Таким образом, для диагностики изменений габаритов воздушных линий можно использовать фотограмметрический метод, который позволяет добиться достаточно высокой точности измерений при минимальных денежных затратах, быстро и безопасно. Для получения более детальных данных этот метод можно совмещать с геодезическим, что даст большую точность измерений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ПУЭ Правила устройства электроустановок. М.: 1999. 137 с.
2. Короткевич М.А. Электрические сети и Вышэйшая школа, 1999. 151 с.
3. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций. М.: Изд. Академия, 2004. 448 с.
4. Сибикин Ю.Д. Обслуживание электроустановок промышленных предприятий. М.: Изд. Академия, 2000. 303 с.
5. Мартынова Н.С., Лозовая С.Ю. Свойства языков Арнольда в описании природных процессов / Сборник докладов VIII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4 т. Т. 3. // Старый Оскол: ООО «Ассистент плюс», 2015. С. 194-196
6. Зотиков А. Строительство и недвижимость [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nestor.minsk.by> (дата обращения: 19.11.2015)

---

#### Lozovoy N.M., Lozovaya S.Yu., Martynova N.S., Kozlova E.R., Prazina E.A. FEATURES OF SURVEYING METHODS IN THE CONDUCT OF WORK ON THE CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF POWER LINES

*This article describes the existing traditional methods of measuring the dimensions of the power lines, as well as provides guidelines laying overhead lines in accordance with the rules of their setup. The factors affecting the change in the size of overhead lines during their construction and operation, as well as various methods and the necessary conditions for monitoring changes in dimensions. Conclusions about the accuracy and complexity of traditional methods of measuring the dimensions. The features of geodetic techniques individually and in association with photogrammetric methods in the conduct of work on the construction and reconstruction of power lines.*

**Key words:** power lines, measurement of dimensions, sag, geodetic surveys, measurement techniques, photogrammetric methods.

---

**Лозовой Николай Михайлович**, кандидат технических наук, доцент.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.  
E-mail: lozwa88@mail.ru

**Лозовая Светлана Юрьевна**, доктор технических наук, профессор.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.  
E-mail: lozwa@mail.ru

**Мартынова Наталья Сергеевна**, студент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.  
E-mail: nataychik9@gmail.com

**Козлова Екатерина Романовна**, студент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.  
E-mail: ko.yekaterina2012@yandex.ru

**Празина Екатерина Алексеевна**, студент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.  
E-mail: eprazina@mail.ru