

УДК 528.48

**П. И. СОЛОВЕЙ, А. Н. ПЕРЕВАРЮХА, О. В. ВОЛОЩУК, В. Н. ОЛЕНИН**  
ГООУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

## **УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ПРИБОР КОНТРОЛЯ ГАБАРИТА ПРОВОДОВ**

**Аннотация.** Предложен модифицированный прибор контроля габарита и стрелы провеса проводов ЛЭП, разработанный на базе лазерного дальномера в сочетании с пентапризменной насадкой, крепящейся на объективе зрительной трубы оптических технических теодолитов. Выполнено детальное описание конструкции прибора и технология определения параметров проводов. Основным отличием предлагаемого прибора от предыдущей конструкции является то, что с целью уменьшения времени на совмещение визирного и лазерного лучей пентапризменная насадка и лазерный дальномер объединены в одном блоке, что существенно упростило работу с прибором и повысило производительность работ. Выполненное геометрическое моделирование условий наблюдений показало, что предлагаемый прибор обеспечивает необходимую точность определения габаритов и стрелы провеса проводов и может быть использован в производстве.

**Ключевые слова:** геодезический прибор, габарит и стрела провеса, методика измерений.

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Недопустимый габарит проводов воздушных линий электропередачи может привести к тяжелым авариям, поэтому получение точных и объективных данных о пространственном положении проводов в сложных условиях измерений является актуальной задачей.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Среди самых последних публикаций по обсуждаемой проблеме следует отметить работы [2, 3, 4], в которых методом наземного и воздушного лазерного сканирования предлагается определять габариты и стрелу провеса проводов ЛЭП. Но в условиях залесенной местности применить воздушное лазерное сканирование для определения габарита проводов невозможно.

### **ЦЕЛИ**

Целью статьи является разработка усовершенствованного прибора контроля проводов ЛЭП, расположенных в условиях залесенной местности.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

При обследовании линий электропередачи возникает необходимость в определении стрелы провеса и габарита проводов. В открытой, не залесенной местности эти параметры определяют методом тригонометрического нивелирования оптическими теодолитами или электронными тахеометрами с пунктов теодолитных ходов, прокладываемых вдоль трассы ЛЭП [5].

Полосы отчуждения, по которым проходит ЛЭП, очень быстро зарастают деревьями и кустами. Кроме того, многие трассы ЛЭП проходят по заповедным местам (например южный берег Крыма), где вырубка деревьев запрещена, в труднопроходимой тайге применение традиционных методов [5] невозможно.

Для определения стрелы провеса и габарита проводов был разработан прибор ПКГ-1 [1] на базе серийно выпускаемых оптических технических теодолитов в сочетании с лазерным электронным дальномером DISTO-klasic, крепящимся на зрительной трубе и пентапризмы на ее объективе.

© П. И. Соловей, А. Н. Переварюха, О. В. Волощук, В. Н. Оленин, 2020

Опыт работы с прибором ПКГ-1 показал, что для совмещения визирного луча теодолита и лазерного луча дальномера при визировании на провод требуется затратить некоторое время. В сложных условиях измерений это уменьшает производительность работ.

Для исключения этого недостатка предлагается усовершенствованный прибор контроля провеса и габарита проводов, названный нами ПКГ-1М (рис. 1)

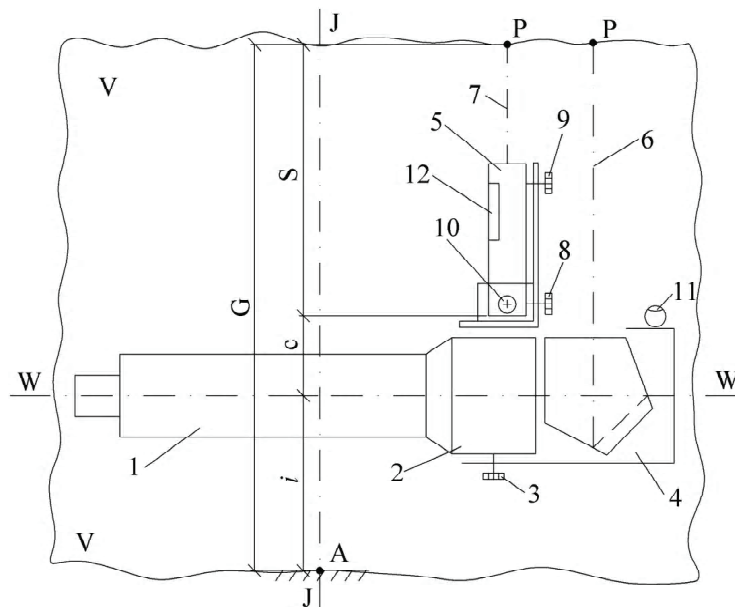


Рисунок 1 – Принципиальная схема прибора ПКГ-1М.

Прибор состоит из зрительной трубы 1, на объектив 2 которой крепят винтом 3 пентапризматический блок 4. Для установки выходящего с пентапризмы визирного луча 6 и лазерного луча 7 в одной отвесной плоскости  $V$  служит цилиндрический уровень 11. Для совмещения лазерного луча 7 с оптическим лучом 6 используют юстировочные винты 8, 9, 10, позволяющие до начала измерений корректировать положение лазерного луча в пространстве таким образом, чтобы оба луча были направлены на точку  $P$  провода.

Габарит  $G$  провода определяют в следующей последовательности. Перед измерениями выполняют проверки и юстировки прибора. Затем прибор устанавливают «на глаз» под точкой максимального провисания провода. Визируют зрительную трубу теодолита на контролируемый провод, используя пентапризматическую насадку 4 или без нее. Берут отсчет по горизонтальному кругу, поворачивают лимб на  $90^\circ$ . Фиксируют на объективе зрительной трубы теодолита пентапризматический блок 4 и с помощью цилиндрического уровня 8 приводят визирный луч 6 в отвесную плоскость  $V$ . Вращая зрительную трубу в отвесной плоскости  $V$ , визируют на провод  $P$  линии электропередачи. Включают лазерный дальномер 5 и на дисплее 12 фиксируют расстояние  $S$ . Габарит провода вычисляют по формуле:

$$G = AP = S + c + i, \quad (1)$$

где  $c$  – постоянная прибора, измеряемая рулеткой с погрешностью до 2 мм;

$i$  – высота прибора – расстояние от визирной оси  $WW$  зрительной трубы теодолита до точки  $A$  земной поверхности, измеряемое рулеткой с погрешностью 3 мм.

Для измерения стрелы провеса  $f$  (рис. 2) провода кроме габарита  $G$  измеряют прибором вертикальные расстояния  $b$  и  $t$  от точек  $B$  и  $T$  земной поверхности до точек  $B'$  и  $T'$  подвеса провода. Методом геометрического или тригонометрического нивелирования определяют отметки точек  $B, A, T, H_B, H_A, H_T$ . Вычисляют отметки точек  $B', P, T$  по формулам:

$$\left. \begin{aligned} H_{B'} &= H_B + b; \\ H_P &= H_A + G; \\ H_{T'} &= H_T + t. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

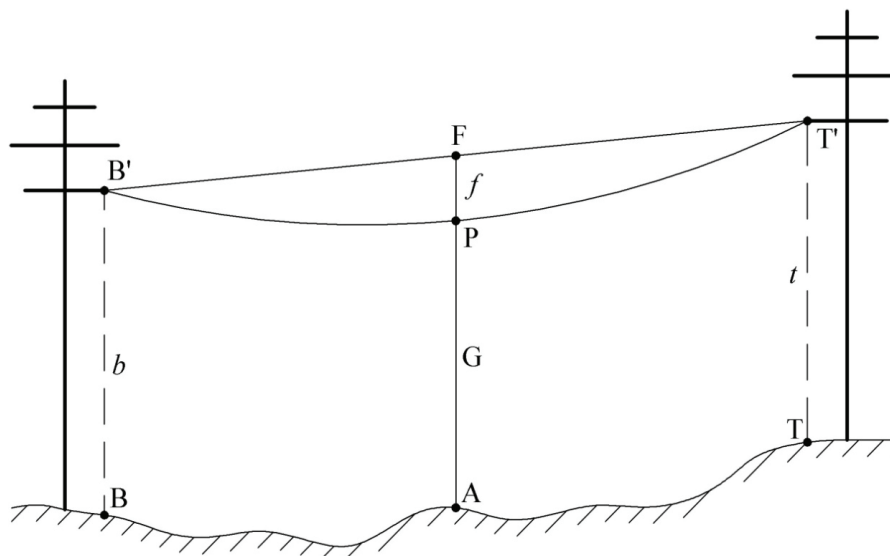


Рисунок 2 – Схема определения стрелы провеса проводов.

Стрелу провеса в равнинной местности вычисляют из выражения:

$$f = H_F - H_P, \quad (3)$$

где  $H_F = \frac{H_{B'} + H_{T'}}{2}$  – отметка середины хорды  $B'T'$ .

В холмистой и горной местности с большими перепадами высот точек крепления провода стрелу провеса  $f'$  вычисляют по формуле:

$$f' = f \cos \nu, \quad (4)$$

где  $\nu$  – угол наклона хорды  $B'T'$ , вычисляемый по формуле:

$$\nu = \arctg \frac{|H_{T'} - H_{B'}|}{l}, \quad (5)$$

в котором  $l$  – горизонтальная проекция хорды  $B'T'$ .

## ВЫВОДЫ

Приведенные экспериментальные исследования точности определения габарита и провеса проводов методом геометрического нивелирования показали, что предлагаемый модифицированный прибор контроля ПКГ-1М обеспечивает необходимую [5], точность измерений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волощук, О. В. Разработка прибора для определения габаритов проводов ЛЭП, расположенных в стесненных условиях [Электронный ресурс] / О. В. Волощук, П. И. Соловей, А. Н. Переварюха // Научно-технические достижения студентов строительной отрасли : сб. тез. докл. по матер. конф. (21 апреля 2017 г., Макеевка). – 2017. – С. 47–48. – Режим доступа: [http://donnasa.ru/publish\\_house/journals/studconf/2017/stud\\_konf\\_tezis\\_2017.pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/studconf/2017/stud_konf_tezis_2017.pdf).
2. Геопроектизискания. Лазерное сканирование для диагностики технического состояния электрических сетей [Электронный ресурс] // Геопроектизискания. – М., 2014. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа : <https://docplayer.ru/37207766-Lazernoe-skanirovanie-dlya-diagnostiki-tehnicheskogo-sostoyaniya-elektricheskikh-setey.html>.
3. Определение провеса и габаритов проводов с помощью дронов и беспилотников [Электронный ресурс] // Гильдия Инжиниринг. – К., 2017. – Электрон. текст. дан. – Режим доступа : <https://geotor.com.ua/opredelenie-provesa-i-gabaritov-provodov-s-pomoshhyu-dronov-i-bespilotnikov.php>.
4. Руководство по изысканиям трасс воздушных линий электропередач 35–1150 кВ [Текст] / Институт Энергосетьпроект. – М. : Энергосетьпроект, 1996. – 226 с.

5. Дистанционные методы обследования линий электропередач [Электронный ресурс] / М. С. Полуянова, Д. С. Соколов, Л. В. Боева, Г. Ю. Киселев // Молодой ученый. – 2017. – № 22 (156). – С. 68–70. – Режим доступа : <https://moluch.ru/archive/156/>.

Получена 06.04.2020

**П. І. СОЛОВЕЙ, А. М. ПЕРЕВАРЮХА, О. В. ВОЛОЩУК, В. М. ОЛЕНІН  
ВДОСКОНАЛЕНИЙ ПРИБЛAD КОНТРОЛЮ ГАБАРИТУ ПРОВОДІВ  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»**

**Анотація.** Запропоновано модифікований прилад контролю габариту і стріли провисання проводів ЛЕП, розроблений на базі лазерного далекоміра в поєднанні з пентапризмальною насадкою, що кріпиться на об'єктиві зорової труби оптичних технічних теодолітів. Виконано детальний опис приладу і технологія визначення параметрів проводів. Основною відмінністю запропонованого приладу від попередньої конструкції є те, що з метою зменшення часу на суміщення візирного і лазерного променів пентапризмальна насадка і лазерний далекомір об'єднані в одному блоці, що істотно спростило роботу з приладом і підвищило продуктивність робіт. Виконане геометричне моделювання умов спостережень показало, що запропонований прилад забезпечує необхідну точність визначення габаритів і стріли провисання проводів і може бути використаний у виробництві.

**Ключові слова:** геодезичний прилад, габарит і стріла провисання, методика вимірювань.

**PAVEL SOLOVEJ, ANATOLY PEREVARJUHA, OKSANA VOLOSHCHUK,  
VLADISLAV OLENIN  
ADVANCED WIRE GAUGE  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture**

**Abstract.** A modified device for controlling the size and arrow of the wire sagging of power lines is proposed, developed on the basis of a laser range finder in combination with a penta prism attachment mounted on the telescope lens of optical technical theodolites. A detailed description of the design of the device and the technology for determining the parameters of the wires are made. The main difference between the proposed device and the previous design is that in order to reduce the time for combining sight and laser beams, the penta prism nozzle and the laser range finder are combined in one unit, which greatly simplified the work with the device and increased work productivity. Performed geometric modeling of the observation conditions showed that the proposed device provides the necessary accuracy in determining the dimensions and arrows of the wire sag and can be used in production.

**Key words:** geodetic device, size and sag, measurement procedure.

**Соловей Павел Илларионович** – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование статических и динамических деформаций высотных зданий и сооружений.

**Переварюха Анатолий Николаевич** – кандидат технических наук, доцент; заведующий кафедрой инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование статических и динамических деформаций колеблющихся и вращающихся объектов.

**Волощук Оксана Владимировна** – старший преподаватель кафедры инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: геодезический мониторинг параметров проводов и опор ЛЭП в условиях эксплуатации.

**Оленин Владислав Николаевич** – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: геодезическое обеспечение в землеустройстве и кадастре.

**Соловей Павло Іларіонович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної геодезії ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій висотних будівель і споруд.

**Переварюха Анатолий Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент; завідувач кафедри інженерної геодезії ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій коливних і обертових об'єктів.

**Волощук Оксана Володимирівна** – старший викладач кафедри інженерної геодезії ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: геодезичний моніторинг параметрів проводів і опор ЛЕП в умовах експлуатації.

**Оленін Владислав Миколайович** – студент ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: геодезичне забезпечення в землевпорядкуванні та кадастрі.

**Solovej Pavel** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of static and dynamic deformations of high-rise buildings.

**Perevarjuha Anatoly** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Head of the Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of static and dynamic deformations of varying and rotating objects.

**Voloschuk Oksana** – Senior Lecturer, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: geodetic monitoring of wire parameters and transmission line poles under operating conditions.

**Olenin Vladislav** – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: geodetic support in land management and cadastre.