

УДК 378.14
DOI 10.14258/epb202510

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ И ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

В. А. Сенченко^{1,2}, Т. Т. Каверзнева³, Ф. Ф. Арсланбекова²

¹ПАО «Ростелеком» Волгоградский филиал (Волгоград, Россия)

²Российский государственный социальный университет (Москва, Россия)

³Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (Санкт-Петербург, Россия)

Воздушные линии связи (ВЛС) и воздушные линии электропередачи (ВЛЭ) представляют собой наиболее экономически эффективный способ прокладки линий связи и линий электропередачи, отличаясь низкими затратами, простотой установки и возможностью обеспечения доступа в труднодоступные районы. Эти характеристики делают ВЛС и ВЛЭ важной составляющей инфраструктуры связи и энергетики в условиях современного мира.

Работы на опорах ВЛС и ВЛЭ осуществляют специалисты различных профессий: монтажники, универсальные специалисты связи, электромонтеры, электромеханики и так далее. Работы на опорах ВЛС и ВЛЭ сопряжены с повышенным риском падений с высоты. В данной статье обсуждаются вопросы совершенствования условий труда при эксплуатации ВЛС и ВЛЭ при выполнении работы на высоте с использованием приставной лестницы, акцентируется внимание на разработке и внедрении комплекса технико-технологических и организационных мер для снижения риска падения работника с высоты. Представлена интегрированная система страхования, объединенная с механизмами эвакуации и спасения, которая реализована в Волгоградском филиале ПАО «Ростелеком». Она обеспечивает страховку во время работы, а также быструю и безопасную эвакуацию пострадавших с опоры, сокращая время на организацию спасательных действий.

Предложенное решение выгодно отличается от установленного алгоритма спасательных действий, описанного для случаев работы на опорах воздушных линий электропередачи, учитывая меньшее количество участников процесса, отсутствие необходимости в физической силе для управления веревкой, возможность регулировки скорости спуска.

Ключевые слова: работы на высоте, приставные лестницы, воздушные линии связи, совершенствование условий труда работников при работе на высоте

IMPROVEMENT OF LABOUR CONDITIONS IN THE OPERATION OF OVERHEAD COMMUNICATION LINES AND POWER LINES

V. A. Senchenko^{1,2}, T. T. Kaverzneva³, F. F. Arslanbekova²

¹PJSC «Rostelecom» Volgograd branch (Volgograd, Russia)

²Russian State Social University (Moscow, Russia)

³Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (St. Petersburg, Russia)

Airborne communication lines (ACL) and overhead power lines (OPL) are the most cost-effective way of laying communication lines and power lines, being characterised by low costs, ease of installation and the possibility of providing access to hard-to-reach areas. These characteristics make overhead lines and overhead power lines an important part of the communications and energy infrastructure in today's world.

Work on overhead power lines and overhead power transmission towers is carried out by many different professions: installer, universal communicator, electrician, electromechanic and so on (hereinafter referred to as a worker). Work on overhead power lines and overhead power transmission towers is associated with an increased risk of falls from height. This article discusses the issues of improving working conditions in the operation of overhead power lines and overhead power lines when working at height using an extension ladder, focuses on

the development and implementation of a set of technical, technological and organisational measures to reduce the risk of falling from height. An integrated insurance system combined with evacuation and rescue mechanisms is presented, which has been implemented in the Volgograd branch of Rostelecom. It provides insurance during work, as well as fast and safe evacuation of victims from the support, reducing the time for organising rescue actions.

The proposed solution favourably differs from the established algorithm of rescue actions, described for the cases of work on overhead power line poles, taking into account the smaller number of participants in the process, the absence of the need for physical strength to control the rope, the possibility of adjusting the rate of descent.

Keywords: working at heights, extension ladders, overhead lines, improvement of labour conditions of workers when working at heights.

Введение. Воздушные линии связи (ВЛС) — это наиболее эффективный способ сооружения коммуникационных систем. Для подключения абонентов, а также для проведения технического обслуживания и ремонта ВЛС, необходимо организовать подъем специалистов на опоры. Виды работ, а также профессия специалиста могут быть разными. Для этого используются автоподъемники с люльками и различные средства подмащивания. Одним из наиболее распространенных и доступных способов выполнения подобных работ является применение приставной лестницы, которая характеризуется низкими затратами, легкостью в эксплуатации и высокой мобильностью. В то же время этот метод сопряжен с риском падения с высоты. Использование подъемников может обеспечить большую безопасность, однако сопряжено с существенными финансовыми вложениями и зачастую ограничено условиями, когда доступность техники затруднена. Другими словами, актуальность совершенствования условий труда в части обеспечения безопасности работ на опорах с использованием приставной лестницы в процессе обслуживания ВЛС и ВЛЭ становится очевидной. В мировой практике падение с высоты, включая инциденты, происходящие на лестницах, признается одной из основных причин получения травм, которые могут иметь серьезные или даже фатальные последствия [1–8].

Перед проведением работ на высоте необходимо разработать и внедрить комплекс технико-технологических и организационных мероприятий. Это включает в себя составление плана производства работ, а также плана действий по эвакуации и спасению сотрудников в экстренных ситуациях или аварийных операциях [9]. Указанные мероприятия должны предусматривать систему обеспечения безопасности на высоте, а также эффективные меры для спасения и эвакуации персонала в случае возникновения нештатных ситуаций.

Материалы и методы исследования. Целью данного исследования является совершенствование условий труда работников, осуществляющих работы на опорах воздушных линий связи и линий электропередачи с применением приставных лестниц.

Для достижения указанной цели используются методы страховки и эвакуации, описанные в инструкции по спуску пострадавшего с опоры высоковольтной линии электропередачи [10]. В работы включены описание и анализ метода организации системы спасения и эвакуации, интегрированной со страховочной системой, применяемой на опорах при использовании лестниц, внедренного в Волгоградском филиале ПАО «Ростелеком». Проведено сравнение различных методов по ряду параметров, что позволило выявить их эффективность и безопасность в контексте работы на высоте.

Полученные результаты и их обсуждение. Существует множество подходов к организации систем страхования и спасения, однако с точки зрения экономики и практики они не всегда являются целесообразными и доступными для применения. Это обусловлено тем, что зачастую речь идет о двух отдельных системах, которые требуют самостоятельного формирования. Такой подход подразумевает дополнительные временные затраты, необходимость дополнительной подготовки персонала и увеличение финансовых расходов.

Например, компания «АЛЬПИНДУСТРИЯ-ПРО»¹ предлагает ряд средств для спасения и эвакуации с высоты, которые собираются только после наступления аварийной ситуации. Процедура спасения включает в себя подъем к пострадавшему, установку спасательного каната и его крепление к спусковому устройству, а также отсоединение пострадавшего от страховочной системы и последующий спуск. Специфика установки таких устройств требует от спасателя наличия не только теоретических знаний, но и практического опыта использо-

¹ Системы спасения и эвакуации. Спасательные работы силами бригады на рабочем месте // АЛЬПИНДУСТРИЯ-ПРО. URL: <https://alpinindustria.pro/blog/otraslevye-resheniya/sistemy-spaseniya-i-evakuatsii-spasatelnye-raboty-silami-brigady-na-rabochem-meste/> (дата обращения: 21.12.2024).

вания, что, в свою очередь, значительно увеличивает риск неудачи в экстренных ситуациях.

В группе компаний ПАО «Россети» существует утвержденная инструкция по спуску пострадавшего с опоры высоковольтной линии электропередач (ВЛЭ) [10]. Алгоритм спасательных действий включает подъем к пострадавшему, освобождение пострадавшего от фала и когтей. Закрепление блок-ролика за ближайшие крюки изоляторов или траверсу, расположенную выше уровня пострадавшего. Один конец веревки должен быть зафиксирован на страховочной системе пострадавшего, а другой должен пройти через блок-ролик и сброшен на землю. После этого необходимо отсоединить пострадавшего от стропа позиционирования и когтей, а затем, управляя веревкой, осуществить его спуск. Недостатками данного метода являются отсутствие страховочной системы у работника на опоре, необходимость затрат времени для поднятия спасателя и монтажа блока с веревкой на опоре, физическая сила для контроля над веревкой при спуске пострадавшего, отсутствие возможности регулировки скорости спуска, а также необходимость практической подготовки спасателя для проведения эвакуационных операций.

В Волгоградском филиале ПАО «Ростелеком» при выполнении работ на опорах воздушных линий связи с использованием приставной лестницы внедрена интегрированная система страхования, совмещенная с механизмами эвакуации и спасения. Данная совмещенная система позволяет спасателю существенно сократить время на организацию эвакуации в случае чрезвычайной ситуации, что обеспечивает возможность немедленного извлечения пострадавшего с опоры. Данная система утверждена в Плане производства работ на высоте и используется с 2022 года.

Способ организации страховочной системы, совмещенной с системой спасения и эвакуации. Подготовительные работы:

Для создания эффективной системы страховки, интегрированной с системой спасения и эвакуации, требуется установить упор на верхнем конце лестницы с целью предотвращения ее сдвига. Верхняя часть лестницы должна быть надежно прислонена к опоре. Анкерная линия устанавливается под верхней ступенькой лестницы и оборачивается вокруг опоры. Один конец анкерной линии фиксируется за ступеньку с использованием узлов (австрийский проводник и узел «восьмерка») и карабина. Этот конец не несет нагрузки в случае эвакуации, а служит для натяжки анкерной линии. Другой конец анкерной линии прикрепляется к треугольнику через петлю с узлом Маршара или спусковое устройство RIG. Треугольник, состоящий из веревки диаметром 12 мм, проходит через ступеньку лестницы

и имеет узлы «восьмерка» 12 на обоих концах. Лестница устанавливается под углом 70–75°. Анкерная линия должна быть натянута, чтобы исключить провисание. Для предотвращения смещения нижней части лестницы ее необходимо зафиксировать на высоте 1,2–1,7 метра при помощи каната и соединительного элемента. Рекомендуется использовать узлы «восьмерка» или австрийский проводник с автоматическим карабином. Средство защиты ползункового типа б должно быть подключено к страховочной привязи работника для безопасного выполнения работ на высоте.

Выполнение работ на высоте на опоре в зоне производства работ:

При подъеме на необходимую высоту работник устанавливает строп для позиционирования, оборачивая его вокруг опоры. Следует исключить провисание соединительной подсистемы и стропа во время работ.

Спуск с опоры:

Перед спуском с опоры необходимо убедиться в правильной установке средства защиты ползункового типа и отсутствии его провисания. Строп для рабочего позиционирования отсоединяется от опоры, а ползунковое средство защиты остается подсоединенным к анкерной линии. Работник должен избегать опускания средства защиты ползункового типа ниже уровня плеч для минимизации риска травмы при падении (нулевой фактор рывка в случае падения). После безопасного спуска с лестницы средство защиты ползункового типа отсоединяется от страховочной привязи, и анкерная линия с лестницей демонтируется в обратном порядке.

Эвакуация с опоры:

Если при производстве работ на опоре работнику стало плохо, он завис в бессознательном положении, то проводятся спасательные и эвакуационные работы. Спасатель поднимается по лестнице, страхуясь за установленную анкерную линию. После отсоединения стропа позиционирования у пострадавшего, он спускается и осторожно опускает пострадавшего на землю, ослабляя узел Маршара или спусковое устройство RIG. Оказание первой медицинской помощи начинается сразу после спуска пострадавшего. Эвакуация осуществляется за считанные минуты, так как она интегрирована в процесс спасения. Все элементы системы безопасности и эвакуации являются сертифицированными и стандартизированными, что обеспечивает надежность системы в целом.

Ядром системы эвакуации является узел Маршара или спусковое устройство RIG. В данной системе используется их свойство ползти в одну сторону и схватываться при нагрузке. Поэтому когда спасатель ослабляет одной рукой узел Маршара (спусковое устройство RIG), то веревка начинает

проходить через узел (RIG) и пострадавший опускается на землю. Как только спасатель отпускает руку с узла Маршара (RIG), то он сразу схватывается под действием нагрузки. Использовать в системе можно узел Маршара или спусковое устройство RIG с функцией автоматической блокировки.

Репшнур предназначен для вязки схватывающих узлов на основных веревках диаметром 9–11 мм. Веревка вспомогательная Cord 7 Vento имеет следующие технические характеристики: диаметр — 7 мм; материал — полиамид; масса — 31,8 г/м; разрывная нагрузка — 14 кН; прочность с узлами — 9,8 кН. В нашем случае схватывающий узел, затягивающийся под нагрузкой, — узел Маршара применяется на основной веревке. Репшнур связывается в петлю при помощи узла Грейпвайн.

Проведенные испытания в лаборатории компании «Венто» с использованием тарированного динамометра и гидравлической разрывной машины продемонстрировали, что прочность веревки вспомогательной Cord 7 Vento, заявленной производителем, соответствует прочности петли из используемыми нами узлами Грейпвайн и Маршара [11]. Соответственно, прочность нашей петли, завязанной узлом Грейпвайн вместе с узлом Маршара, равна 9,8 кН, что имеет примерно 10-кратный запас прочности. Спусковое устройство RIG сертифицировано в России и может применяться для нижней страховки.

Заключение и выводы. Работы на опорах ВЛС и ВЛЭ являются работами на высоте. Обеспечение

безопасности этих работ, а также организация спасения и эвакуации работников в случае аварийных ситуаций, является не только юридической нормой, но и производственной необходимостью. Использование лестницы для работы на опорах представляет собой один из наиболее мобильных, простых и экономически целесообразных методов выполнения задач.

Существует множество подходов к организации страховочных систем и систем спасения и эвакуации, применяемых при выполнении работ на опорах с использованием лестниц. Поэтому совершенствование условий труда работников, выполняющих работы на опорах воздушных линий связи и линий электропередачи с использованием приставных лестниц, является актуальной практической задачей.

Инструкция по спуску пострадавшего с опоры воздушных линий электропередачи [10] в связи с выходом Правил [9] юридически и морально устареела, ее необходимо актуализировать.

Разработанный в Волгоградском филиале ПАО «Ростелеком» и описанный в настоящей статье способ может быть включен в перечень различных технических решений, применяемых для обеспечения безопасности работ на опорах ВЛС и ВЛЭ с использованием приставных лестниц. Данный способ может стать полезным при реализации работ на опорах ВЛС и ВЛЭ в сельской и сложнопроходимой местности, где использование подъемников невозможно или избыточно затратное мероприятие.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Xu Q., Xu K. Analysis of the Characteristics of Fatal Accidents in the Construction Industry in China Based on Statistical Data // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18. 2162. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18042162>.
2. Burlov V., Polyukhovich M., Mankov V., Logvinova Yu. Development of safety management technology of electric power networks in order to sustainable development // *E3S Web of Conferences Volume 274 (2021): 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE-2021)*, Kazan, 21–28 апреля 2021 года. Vol. 274. France, 2021. P. 10004. DOI: 10.1051/e3sconf/202127410004.
3. Ackland H. M., Pilcher D. V., Roodenburg O. S., McLellan S. A., Cameron P. A., Cooperab D. J., Danger at every rung: Epidemiology and outcomes of ICU-admitted ladder-related trauma // *Injury*. 2016. Vol. 47, Iss. 5. Pp. 1109–1117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.12.016>.
4. Häkkinen K. K., Pesonen J., Rajamäki E., Experiments on safety in the use of portable ladders // *Journal of Occupational Accidents*. 1988. Vol. 10, Iss. 1. Pp. 1–19. DOI: [https://doi.org/10.1016/0376-6349\(88\)90002-8](https://doi.org/10.1016/0376-6349(88)90002-8).
5. Kissiková L., Dluhoš I., Comprehensive evaluation of the work at height // *Acta Metallurgica Slovaca*. 2018. Vol. 24, № 1. Pp. 100–106. DOI: 10.12776/ams.v24i1.1006.
6. Anjum S., Khan N., Khalid R., Khan M., Lee D., Park C., Fall Prevention From Ladders Utilizing a Deep Learning-Based Height Assessment Method // *IEEE Access*. 2022. Vol. 10. Pp. 36725–36742. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3164676.
7. Wibowo T., Sukaryawan I. M., Hatmoko J. U. D. Identifying causal factors of accidents related to working at height: a case study of a construction company // *ICONETSI «20: Proceedings of the 2020 International Conference on Engineering and Information Technology for Sustainable Industry*. 2020. Article No. 3. Pp. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1145/3429789.3429792>.

8. Zaini N. Z. M., Salleh M. A. M., Hasmori M. F., Abas N. H., Effect of accident due to fall from height at construction sites in Malaysia // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 498. 2020. 012106. DOI: 10.1088/1755-1315/498/1/012106.

9. Приказ от 16 ноября 2020 года № 782н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте». URL: <https://docs.cntd.ru/document/573114692> (дата обращения: 25.11.2024).

10. Инструкция по спуску пострадавшего с опоры воздушных линий электропередачи напряжением до 20 кВ включительно утверждена Минэнерго СССР от 10.10.1979. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200035517> (дата обращения 25.11.2024).

11. Мартынов А. И. Промальп. Промышленный альпинизм. М., 2006. 328 с.

REFERENCES

1. Xu Q., Xu K. Analysis of the Characteristics of Fatal Accidents in the Construction Industry in China Based on Statistical Data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18. 2162. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18042162>.

2. Burlov V., Polyukhovich M., Mankov V., Logvinova Yu. Development of safety management technology of electric power networks in order to sustainable development. *E3S Web of Conferences Volume 274 (2021): 2nd International Scientific Conference on Socio-Technical Construction and Civil Engineering (STCCE-2021)*, Kazan, 21–28 April 2021. Vol. 274. France, 2021. P. 10004. DOI: 10.1051/e3sconf/202127410004.

3. Ackland H. M., Pilcher D. V., Roodenburg O. S., McLellan S. A., Cameron P. A., Cooperab D. J., Danger at every rung: Epidemiology and outcomes of ICU-admitted ladder-related trauma. *Injury*. 2016. Vol. 47, Iss. 5. Pp. 1109–1117. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.12.016>.

4. Häkkinen K. K., Pesonen J., Rajamäki E., Experiments on safety in the use of portable ladders. *Journal of Occupational Accidents*. 1988. Vol. 10, Iss. 1. Pp. 1–19. DOI: [https://doi.org/10.1016/0376-6349\(88\)90002-8](https://doi.org/10.1016/0376-6349(88)90002-8).

5. Kissiková L., Dluhoš I., Comprehensive evaluation of the work at height. *Acta Metallurgica Slovaca*. 2018. Vol. 24, No. 1. Pp. 100–106. DOI: 10.12776/ams.v24i1.1006.

6. Anjum S, Khan N., Khalid R., Khan M., Lee D., Park C., Fall Prevention From Ladders Utilizing a Deep Learning-Based Height Assessment Method. *IEEE Access*. 2022. Vol. 10. Pp. 36725–36742. DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3164676.

7. Wibowo T., Sukaryawan I. M., Hatmoko J. U. D. Identifying causal factors of accidents related to working at height: a case study of a construction company. *ICONETSI «20: Proceedings of the 2020 International Conference on Engineering and Information Technology for Sustainable Industry*. 2020. Article No. 3. Pp. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.1145/3429789.3429792>.

8. Zaini N. Z. M., Salleh M. A. M., Hasmori M. F., Abas N. H., Effect of accident due to fall from height at construction sites in Malaysia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 498. 2020. 012106. DOI: 10.1088/1755-1315/498/1/012106.

9. Order of 16 November 2020 N 782n «On Approval of the Rules for Occupational Health and Safety when working at height». URL: <https://docs.cntd.ru/document/573114692> (date of access: 25.11.2024).

10. Instruction for lowering an injured person from the support of overhead lines of power transmission lines with voltage up to 20 kV inclusive approved by the Ministry of Energy of the USSR from 10.10.1979. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200035517> (date of access: 25.11.2024).

11. Martynov A. I. Promalp. Industrial mountaineering. Moscow, 2006. 328 p.

Поступила в редакцию: 26.11.2024.

Принята к печати: 27.01.2025.