

*Э.Ю. Абдуллазянов, М.Ф. Садыков, Р.Р. Давлетишин, Д.А. Иванов, Т.Г. Галиева, Н.С. Мочалов,
Ю.Ю. Вассунова, А.С. Валюк (Казанский государственный энергетический университет)*

Роботизированный комплекс для диагностики ремонта элементов ЛЭП под напряжением

Для эффективного управления состоянием высоковольтного оборудования требуется решить задачу повышения его информационной наблюдаемости, в связи с этим в последнее 10-летие в соответствии с мировой тенденцией начался переход от диагностики и планово-предупредительного ремонта высоковольтного оборудования к диагностике и ремонту без отключения оборудования от электрической сети, то есть под рабочим напряжением. Это приводит к потребности в удаленных автоматизированных робототехнических комплексах диагностики состояния и ремонта элементов высоковольтных линий электропередач (ЛЭП), которые предлагаются в данной статье. С помощью робототехнических комплексов становится возможным повысить точность идентификации технического состояния оборудования, определения его остаточного ресурса, а также проведения мелких ремонтных работ элементов ЛЭП под напряжением. Представлен робототехнический комплекс КГЭУ, оснащенный специальными сенсорами и инструментами, которые позволяют обнаруживать дефекты и выполнять необходимые ремонтные работы. Решение позволяет повысить надежность ЛЭП, уменьшить среднюю продолжительность отключений (SAIDI) и среднюю частоту отключений (SAIFI), сократить недоотпуск электроэнергии, минимизировать экономические потери и повысить безопасность персонала.

Ключевые слова: ЛЭП, аварии, робототехнический комплекс, диагностика, ультравысокие частоты, электромагнитное излучение, контроль частичного разряда.

Абдуллазянов Эдвард Юнусович – канд. техн. наук, ректор, Садыков Марат Фердинантович – д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Теоретические основы электротехники»,

Давлетишин Рушан Радикович – аспирант,

Иванов Дмитрий Алексеевич – д-р техн. наук, зав. каф. «Промышленная электроника»,

Галиева Татьяна Геннадьевна – канд. техн. наук, старший научный сотрудник НИЛ «МТС и ПНОЭ»,

Мочалов Николай Сергеевич – младший научный сотрудник НИЛ «Беспилотные робототехнические платформы в энергетике»,

Вассунова Юлия Юрьевна - канд. техн. наук, доцент, Валюк Анастасия Сергеевна - лаборант-исследователь НИЛ «Беспилотные робототехнические платформы в энергетике»,

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет».

Список литературы

- Ivanov D., Golenishchev-Kutuzov A., Sadykov M., Yaroslavsky D., Galieva T. Assessment of the Technical Condition of High-Voltage Insulators during Operation // Machines. 2022. 10(11). 1063*
- Ivanov D.A., Sadykov M.F., Yaroslavsky D.A., Golenishchev-Kutuzov A.V., Galieva T.G. Non-contact methods for highvoltage insulation equipment diagnosis during operation // Energies. 2021. 14(18). 5670.*
- Голенищев-Кутузов А.В., Голенищев-Кутузов В.А., Иванов Д.А. и др. Дистанционный контроль технического состояния фарфоровых высоковольтных изоляторов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2018. Т. 20 № 3-4. С. 99-107.*
- ООО «Лаборатория будущего» Канатоход — робототехника для энергетики // «Электроэнергия. Передача и распределение». 2022. № 3(72). С. 72-75.*
- Florkowski M. Influence of harmonics on partial discharge measurements and interpretation of phase-resolved patterns // Measurement. Vol. 196. 2022. P. 111198.*
- Li Z., Luo L., Sheng G., Liu Y. and Jiang X. UHF partial discharge localisation method in substation based on dimension-reduced RSSI fingerprint // IET Gener. Transm. Distrib. Vol. 12, Iss. 2018. Pp. 398-405.*

7. Fan W., Lingen L., Hui S., Gehao S. and Xiuchen J. *UHF Partial Discharge Localization Methodology Based on Generalized Regression Neural Network // Condition Monitoring and Diagnosis*. 2018. Pp. 1-6.
8. Hara S., Anzai D., Yabu T., et al. *A perturbation analysis on the performance of TOA and TDOA localization in mixed LOS/NLOS environments // IEEE Trans. Commun.* 2013, 61(2). Pp. 679–689.
9. Sinaga H.H., Phung B.T., Blackburn T.R. *Partial discharge localization in transformers using UHF detection method // IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.* 2012. 19 (6). Pp. 1891–1900.
10. Rabinowitz M., Enge P. *Robustness of TOA and TDOA positioning under suboptimal weighting conditions // IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.* 2007. 43 (3). Pp. 1177–1180.
11. Zeng F., Tang J., Huang L., et al. *A semi-definite relaxation approach for partial discharge source location in transformers // IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.* 2015. 22 (2). Pp. 1097–1103.
12. Ярославский Д.А., Садыков М.Ф., Иванов Д.А. и др. *Методика проектирования системы неразрушающего контроля технического состояния изоляции оборудования подстанций на основе решения задачи локализации источников разрядов // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*. 2024. №3. С. 58-66.

Abdullazyanov E.Yu., Sadykov M.F., Davletshin R.R. Ivanov D.A., Galieva T.G., Mochalov N.S., Vassunova Yu.Yu., Valyuk A.S. Robotic system for energized power line equipment diagnosis and maintenance

Efficient condition control of high-voltage equipment requires its better information observability. In this context, the transfer from the diagnosis and planned maintenance of high-voltage equipment to its energized diagnosis and maintenance is the worldwide trend of the recent decade. This implies the need of remote automated robotic systems for condition diagnostics and maintenance of high-voltage power lines. The paper describes robotic systems which improve the accuracy of equipment health identification, assess its residual life and carry out minor repairs of energized power line equipment. It presents KGEU robotic system furnished with specialized sensors and tools enabling flaw detection and repairs. The solution improves power line's reliability, decreases system average interruption duration and frequency indices (SAIDI and SAIFI), reduces power undersupply, minimizes benefit losses, and increases personnel safety.

Keywords: power line, robotic system, diagnostics, ultrashort frequencies, electromagnetic radiation, partial discharge monitoring.