

Научная статья
УДК 621.311.4-52
EDN RDKXNL

**Опыт применения автоматизированной системы
сбора и передачи информации для повышения
наблюдаемости и надежности сетей Дальнего Востока**

Наталья Сергеевна Бодруг¹, кандидат педагогических наук, доцент

Ольга Валерьевна Скрипко², доктор технических наук, доцент

Владислав Александрович Бодруг³, студент

^{1,2} Амурский государственный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

³ Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ bodrug82@rambler.ru, ² oskripko18@mail.ru, ³ bodrug_vlad@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена исследованию применения автоматизированной системы сбора и передачи информации в энергосистеме Дальнего Востока на подстанциях напряжением 220 кВ «Парус», «Старт», «Облучье», «Биробиджан» для повышения их надежности и наблюдаемости. Определены комплексные показатели надежности подстанций. Обосновано, что указанная автоматизированная система повышает наблюдаемость режимов работы сети и надежность ее функционирования.

Ключевые слова: автоматизация, система, диагностика, информация, надежность, энергетические сети

Для цитирования: Бодруг Н. С., Скрипко О. В., Бодруг В. А. Опыт применения автоматизированной системы сбора и передачи информации для повышения наблюдаемости и надежности сетей Дальнего Востока // Актуальные вопросы энергетики в АПК : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 19 декабря 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 248–254.

Original article

**Experience in using an Automated System
for Collecting and Transmitting Information to improve
the observability and reliability of networks in the Far East**

Natalia S. Bodrug¹, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Olga V. Skripko², Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Vladislav A. Bodrug³, Student

^{1,2} Amur State University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

³ Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ bodrug82@rambler.ru, ² oskripko18@mail.ru, ³ bodrug_vlad@mail.ru

Abstract. The work is devoted to the study of the application of an Automated System for Collecting and Transmitting Information in the power system of the Far East at 220 kV substations "Parus", "Start", "Obluchye", "Birobidzhan" to increase their reliability and observability. Complex indicators of substation reliability have been determined. It is proved that this automated system increases the observability of network operation modes and the reliability of its functioning.

Keywords: automation, system, diagnostics, information, reliability, energy networks

For citation: Bodrug N. S., Skripko O. V., Bodrug V. A. Experience in using an Automated System for Collecting and Transmitting Information to improve the observability and reliability of networks in the Far East. Proceedings from Current issues of energy in the agro-industrial complex: Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya. (PP. 248–254), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Энергетика является одним из главных сетевых хозяйств государства, куда ежегодно инвестируются значительные средства. Основным нормативным документом, регламентирующим деятельность Единой национальной (общероссийской) электрической сети, является Федеральный закон «Об электроэнергетике». Сегодня крупнейшие энергетические компании реализуют программу повышения надежности и наблюдаемости сетей, которая должна способствовать снижению затрат и внедрению мероприятий по энергосбережению. Вместе с тем, на современном этапе развития электроэнергетики повышаются требования к техническому перевооружению энергетической системы страны. Поэтому актуальной задачей является диагностика и надежность автоматизированных систем управления технологическим процессом, контроля и предупреждения аварийных ситуаций, обеспечения нормальных режимов работы энергосистемы [1].

В этой связи **целью исследований** явилось совершенствование оперативно-технологического управления сетью через использование автоматизированной системы сбора и передачи информации.

Автоматизированная система сбора и передачи информации (АССПИ) направлена на модернизацию действующих подстанций с установкой комплексов на микропроцессорной базе. Такие комплексы оснащены технологиями контроля, мониторинга, управления. Все процессы происходят в режиме реального времени на основе GPS-треков. АССПИ предназначена для объединения технологической системы связи, формирования автоматизированных технических комплексов всех энергетических систем различного уровня.

Внедрением АССПИ в Дальневосточном регионе активно занимается Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания – Россети» (ПАО «Россети»). В рамках второй и третьей очереди программы повышения надежности и наблюдаемости сетей осуществляется модернизация подстанций региона. Поэтому объектом исследования выступила энергосистема Приморского края и Еврейской автономной области, в том числе подстанции напряжением 220 кВ «Парус», «Старт», «Облучье», «Биробиджан».

В рамках проводимого исследования использованы годовые аналитические данные электроэнергетической системы, включающие указанные подстанции, на основании которых определены показатели надежности до и после установки автоматизированной системы сбора и передачи информации.

Надежностью электроэнергетической системы считается бесперебойное снабжение электрической энергией, показатели качества которой находятся в допустимых пределах, а также предотвращение опасных для жизни и здоровья людей и вредных для окружающей среды ситуаций [2, 3]. Показатель надежности – это количественная характеристика одного или нескольких свойств, которые определяют надежность объекта [4]. При проведении эксперимента

для вышеуказанных подстанций нами были использованы **комплексные показатели надежности**.

Коэффициент готовности характеризует вероятность того, что в произвольный момент времени (t) (вероятностное определение) исследуемый объект будет находиться в работоспособном состоянии или, другими словами, это отношение времени безотказной работы объекта к сумме времени его работы и восстановления, которые взяты за один и тот же календарный срок [5]:

$$K_{\Gamma} = \frac{t_p}{t_p + t_B} \quad (1)$$

где t_p – время безотказной работы;

t_B – время восстановления.

Коэффициентом вынужденного простоя считают вероятность того, что исследуемый объект в произвольный момент времени (t) будет находиться в неработоспособном состоянии. Коэффициент вынужденного простоя определяют как отношение времени восстановления к сумме времени восстановления и времени безотказной работы, которые берут за один и тот же период времени [5]:

$$K_{\Pi} = 1 - K_{\Gamma}(t) \quad (2)$$

Его установившееся значение определяют по формуле (3):

$$K_{\Pi} = \frac{\bar{t}_B}{\bar{T} + \bar{t}_B} \quad (3)$$

где \bar{T} – математическое ожидание.

Коэффициент технического использования рассчитывают как отношение математического ожидания времени пребывания объекта в рабочем состоянии (\bar{T}_p) к сумме времени эксплуатации за календарный период времени (T_{Σ}) [5]:

$$K_{\text{т.и}} = \frac{\bar{T}_p}{T_{\Sigma}} \quad (4)$$

Расчёты проводились в системе MatLab.

Система сбора и передачи информации реализована на основе устройства (шкафа) сервера «ИНБРЕС-ШСО». Шкаф работает в режиме реального времени, принимает сигналы от глобальных систем позиционирования ГЛОНАСС и GPS с выдачей сигналов на внешние устройства с применением интерфейсов и протоколов (NTP/SNTP, RTP, IRIG-B, 1PPS, NMEA и других) опционально. Работа осуществляется онлайн, поэтому информация поступает в установившемся, аварийном и послеаварийном режимах. Шкаф обеспечивает сбор показаний контрольно-измерительных приборов, датчиков, преобразователей, коммутационной аппаратуры, электроприводов и т. д., а также сигналов положения коммутационной аппаратуры на подстанциях. Также он позволяет собирать информацию о самодиагностике контрольно-измерительных приборов и исполнительных механизмах, так называемых устройствах полевого уровня, и сетевого оборудования, которое относится к устройствам подстанционного уровня и уровня присоединений подстанций.

Взаимодействие и обмен данными информации между каждым уровнем и различными внешними системами обеспечивается по интерфейсам Ethernet100 Base-FX, 100/1000Base-TX, RS422/485 с использованием протоколов обмена (ModBusRTU, МЭК 60870-5-101/103/104, МЭК 61850-8-1). Для обработки всей поступающей информации, ее хранения, визуализации, архивирования и передачи для анализа используется человеко-машинный интерфейс, АРМОП, АРМ АСУ/РЗА.

АССПИ устанавливается в оперативном пункте управления и подключается к каждой ячейке открытых распределительных устройств 110–220 кВ, закрытого распределительного устройства 10 кВ.

Функции шкафа АССПИ направлены на диагностику, повышение надежности и управляемости подстанций и электрических сетей в целом.

Результаты математической обработки полученных данных до и после использования автоматизированной системы сбора и передачи информации представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты математической обработки комплексных показателей надежности подстанций

Наименование подстанции	Показатели надежности					
	$K_{Г}(t)$		$K_{П}$		$K_{Т.И}$	
	до АССПИ	после АССПИ	до АССПИ	после АССПИ	до АССПИ	после АССПИ
«Парус»	0,805	0,973	0,195	0,027	0,906	0,999
«Старт»	0,772	0,945	0,228	0,055	0,927	0,998
«Облучье»	0,795	0,965	0,205	0,035	0,955	0,997
«Биробиджан»	0,754	0,964	0,246	0,036	0,965	0,998

Анализируя полученные данные по подстанциям, мы видим, что на подстанции «Парус» значение коэффициента готовности увеличилось на 20,86 %, коэффициент простоя уменьшился на 86,15 %, коэффициент технического использования вырос на 10,26 %. Аналогичную ситуацию с тенденцией изменения коэффициентов можно увидеть и на других подстанциях (табл. 1).

Заключение. Результаты исследования показали, что в целом коэффициент готовности после использования автоматизированной системы сбора и передачи информации увеличился. Это значит, что вероятность того, что подстанция окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени намного выше. Коэффициент простоя после использования автоматизированной системы сбора и передачи информации уменьшился; соответственно подстанции в неработоспособном состоянии в произвольный момент времени будут меньше. Увеличился и коэффициент технического использования в связи с увеличением работы подстанции за календарный период. *Это свидетельствует, что применение автоматизированной системы сбора и передачи информации в энергосистеме Дальнего Востока оказывает положительное влияние на надежность и, как следствие, наблюдаемость и управляемость, а также работу системы в безаварийном состоянии.*

Список источников

1. Баринов В. А., Савельев В. А., Сухарев М. Г., Лесных В. В., Тимофеева Т. Б. Надежность либерализованных систем энергетики. Новосибирск : Наука, 2004. 333 с.
2. Сеннова Е. В., Ковалев Г. Ф., Волков Г. А., Илькевич Н. И., Китушин В. Г., Манов Н. А. [и др.]. Надежность систем энергетики (сборник рекомендуемых терминов). М. : Энергия, 2007. 192 с.
3. Рыбаков В. В., Пешехонов Н. Е., Воронин А. Е. Актуальные проблемы учета требований к надежности электроэнергетической системы при построении системы электроснабжения специальных объектов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2018. № 10. С. 392–398.
4. Михеев Г. М., Зиганшин А. Г. Цифровизация подстанций путем создания системы управления коммутационными аппаратами 6–35 кВ с автоматизированного рабочего места диспетчера // Вестник Чувашского университета. 2021. № 1. С. 78–85.
5. Зацаринная Ю. Н., Шамилов И. Р., Крайкоза Л. И. Разработка комплекса автоматизированного учета энергопотребления // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21. № 5 (124). С. 115–121.

References

1. Barinov V. A., Savelyev V. A., Sukharev M. G., Lesnykh V. V., Timofeeva T. B. *Reliability of liberalized energy systems*, Novosibirsk, Nauka, 2004, 333 p. (in Russ.).
2. Sennova E. V., Kovalev G. F., Volkov G. A., Ilkevich N. I., Kitushin V. G., Manov N. A. [et al.]. *Reliability of power engineering systems (collection of recommended terms)*, Moscow, Energiya, 2007, 192 p. (in Russ.).
3. Rybakov V. V., Peshehonov N. E., Voronin A. E. Actual issues of accounting requirements the reliability of the electric energy system when building a power supply system special object. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 2018;10:392–398 (in Russ.).
4. Mikheev G. M., Ziganshin A. G. The digitalization of substations by creating a 6–35 kV switching devices control system from the automated workplace. *Vestnik Chuvashskogo universiteta*, 2021;1:78–85 (in Russ.).
5. Zatsarinnaya Yu. N., Shamilov I. R., Kraykoza L. I. Development of an automated complex for electric energy consumption accounting. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2017;21;5(124):115–121 (in Russ.).

© Бодруг Н. С., Скрипко О. В., Бодруг В. А., 2025

Статья поступила в редакцию 13.12.2024; одобрена после рецензирования 24.12.2024; принята к публикации 04.02.2025.

The article was submitted 13.12.2024; approved after reviewing 24.12.2024; accepted for publication 04.02.2025.