

tistical analysis of data. Textbook]. Moscow, «Binom-Press», 2007. 512 P.

3. Ardo van den Hout. Multi-state survival models for interval - censored data. CRC Press, 2017. 238 P.

4. John P. Klein, Hans C. van Houwelingen, Joseph G. Ibrahim, Thomas H. Scheike, Handbook of survival analysis. CRC Press, 2014. 632 P.

5. Borovikov V.P., Populyarnoe vvedenie v sovremennyy analiz dannyh v sisteme STATISTICA: Uchebnoe posobie dlya vuzov [A popular introduction to modern data analysis in the STATISTICA system: A Textbook for Universities]. Moscow: Goryachaya liniya Telekom, 2013. 288 P.

6. Halafyan A.A., Promyshlennaya statistika: Kontrol' kachestva, analiz protsessov, planirovanie ehksperimentov v pakete STATISTICA [Industrial statistics: Quality control, process analysis, experiment planning in the STATISTICA package]. Moscow: Librokom, 2013. 384 P.

7. Shevchuk V. A., Muravlev O. P., Stolyarova O. O. MATEC Web Conferences, 141 (2017): 1-4 doi: 10.1051/mateconf/201714101033

8. Shevchuk V. A., Muravlev O. P., Stolyarova O. O., Shevchuk V. P., MATEC Web Conferences, 91 (2017): 1-4 doi:10.1051/mateconf/20179101033

9. GOST 27.002-2015. Nadezhnost' v tekhnike. Terminy i opredeleniya [Reliability in technology. Terms and Definitions]. Moscow: Standartinform, 2016. 24 p.

10. ISO 2394:2015. General principles on reliability for structures, 4 (2015).

11. Liu, Xian. Survival Analysis. Models and Applications. Higher Education Press, 2012. 446 p.

12. Van den Hout A. Multi-State Survival Models for Interval-Censored Data. - Boca Raton: CRC Press, 2016. 257 p.

13. Moore, Dirk F. Applied Survival Analysis Using R. New York: Springer, 2016. 234 p.

14. Crowder, M.J. Multivariate Survival Analysis and Competing Risks. Chapman and Hall/CRC, 2012. 417 p.

15. Wienke, A. Frailty Models in Survival Analysis. Chapman and Hall/CRC, 2010. 312 p.

Библиографическое описание статьи

Шевчук В.А. Анализ вероятности безотказной работы электрических машин в алмазодобывающей промышленности / В.А. Шевчук, О.П. Муравлев // Горное оборудование и электромеханика — 2018. — № 4 (138). — С. 39-45.

Reference to article

Shevchuk V.A., Muravlev O.P. Analysis of failure-free operation probability for electrical machines in the diamond industry. Mining Equipment and Electromechanics, 2018, no. 4 (138), pp. 39-45.

Барова Валентина Александровна, магистрант, **Захаренко Сергей Геннадьевич**, доцент, **Захаров Сергей Александрович**, доцент, **Бродт Виктор Анатольевич**, доцент, **Вершинин Роман Станиславович**, доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

E-mail: zahar_sg@mail.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ

***Аннотация:** Современный этап развития электроэнергетики России обусловил необходимость обеспечения прозрачной среды и сквозной наблюдаемости функционирования сетевых комплексов. Эффективная работа современного электросетевого комплекса не возможна без автоматизированных систем диспетчерского управления (далее АСДУ). Внедрение технологий АСДУ отвечающих всем современным требованиям и мировым стандартам является наиболее актуальным направлением. В работе анализируется состояние используемых АСДУ. Оцениваются возможности интеграции современных технологий в существующую систему автоматизированного диспетчерского управления. Рассмотрена инфраструктура автоматизированной системы технологического управления электросетевым комплексом: текущее состояние системы сбора и передачи технологической информации, обобщенная структура и ее будущая целевая модель. Рассмотрены возможности внедрения современных технологий на базе активно-адаптивных сетей. Проведен сравнительный анализ моделей автоматизированных систем управления традиционной и с применением технологий активно-адаптивных сетей. Произведен расчет показателей надежности, на основании данных полученных в результате трехлетних наблюдений до автоматизации и расчета показателей надежности ожидаемого эффекта относительно 1 года после автоматизации.*

***Ключевые слова:** Автоматизированные системы диспетчерского управления, интеллектуальная сеть, управление электросетевым комплексом.*

***Информация о статье:** принята 09 сентября 2018 г.
DOI: 10.26730/1816-4528-2018-4-46-52*

Технологический процесс производства, передачи и распределения электрической энергии определяется большим числом независимых и регулируемых параметров, зависящих от внешних возмущений. В целях обеспечения нормального функционирования энергосистема оснащается устройствами релейной защиты и автоматики. За счет действия этих устройств происходит изменение структуры энергосистемы и ее переход от нормальных режимов в послеаварийный. Задача диспетчерского управления – координация работы всех элементов системы, в том числе автоматики, в целях обеспечения экономичных режимов, качества и надежности электроснабжения в любых условиях работы энергосистемы. Диспетчерское управление требует оперативной переработки объемов информации и максимальной автоматизации. Для осуществления этих целей активно используется автоматизированная система диспетчерского управления.

АСДУ представляет собой иерархически распределенную систему, на каждом из уровней которой решается обязательный базовый состав задач, направленный на обеспечение основных функций оперативно-технологического управления.

Основополагающая система, послужившая предпосылкой к созданию АСДУ была разработана в

конце 60–х начале 70–х годов. В процессе развития технологий система претерпевала изменения за счет улучшения методов, используемых для решения задач управления и улучшения средств управления [1].

В последние годы тенденции развития электроэнергетики привели к возросшей роли управления, что ведет к развитию не столько энергетических и технологических характеристик, сколько к их адаптации, использования и внедрения в электроэнергетике решений и инноваций, в первую очередь информационно-коммуникационных и компьютерных технологий.

Реализация энергоинформационной инфраструктуры, может быть обеспечена путем развития традиционных и создания новых функциональных свойств энергосистемы и ее элементов. Энергосистема должна обладать самовосстанавливающимися свойствами. Диагностика состояния оборудования подстанция и линий электропередач, производимая в режиме реального времени позволяет определять общее состояние сети, позволяет своевременно прогнозировать возможные отказы и выработать список необходимых незамедлительных действий оперативно-диспетчерского персонала, формирует и

выполняет управляющие команды для исполнительных механизмов электроэнергетической системы.

АСДУ центра управления сетями (далее ЦУС) выполняется программно-техническими средствами, выполненными на основе оперативно-информационных комплексов (далее ОИК), серверов и системы отображения информации (диспетчерский щит или видеостена) соединенных локальной вычислительной сетью [9].

Основными оперативными функциями диспетчерского управления является мониторинг состояния электрических сетей, мониторинг потерь электроэнергии. Под мониторингом понимается – сбор и первичная оценка поступающей информации, контроль объекта и прогноз его поведения. Функции, попадающие под понятие мониторинга, успешно выполняются АСДУ [3].

Одним из перспективных векторов развития отраслей теплоэнергетического комплекса является переход на путь инновационного и энергоэффективного развития. Это предусматривает создание интеллектуальных систем и распределительных сетей нового поколения – интеллектуальной сети Smart Grid, создание высокоинтегрированных информационно-управляющих комплексов оперативно-диспетчерского управления. Создание надежных каналов связи между различными уровнями диспетчерского управления и дублированных цифровых каналов обмена информацией между объектами и центрами управления, создание и широкое внедрение централизованных систем противоаварийного управления, охватывающих все уровни энергетической системы.

К технологиям интеллектуального управления в интеллектуальной электроэнергетической системе с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС) относятся технологии адаптивного автоматического управления и технологии создания современных человеко-машинных интерфейсов, с применением персональных мобильных интеллектуальных устройств ввода и вывода информации, а также мультимедийных систем управления, включающих в себя системы с использованием системы мониторинга переходных режимов и устройств самовосстановления районной электросети.

Современная концепция развития электросетевого комплекса основана на внедрении интеллектуальных технологий (SmartGrid) и формирования единой системы оперативно-технологического и ситуационного управления обеспечивающая создание единой модели сети, опирающейся на требования стандартов. Множество ОИК ранее разработанных и внедренных в эксплуатацию не отвечают требованиям данного стандарта, что говорит о необходимости применения более усовершенствованных программных комплексов.

Современные электрические сети построены по иерархическому принципу, большинство из них выполнено

радиальными линиями с односторонним потоком энергии, в редких случаях они закольцованы. Согласно концепции, SmartGrid сеть не имеет иерархической структуры, а представляет собой сложную неструктурированную разветвленную сеть. Понятие интеллектуальных сетей (SmartGrid, «умная», или активно-адаптивная сеть можно представить в виде распределительной сети, сочетающей комплексные инструменты контроля и мониторинга, информационных технологий и средств коммуникации, обеспечивающих максимальную производительность сети и позволяющую всем субъектам электроэнергетики предоставлять электроэнергию высокого качества. СИМ-модель представляет собой - общую модель информации, позволяющую осуществлять интеграцию различных приложений, выполненных независимыми изготовителями. В связи с этим для управления требуется мощная система. Все компоненты сети должны иметь связь как друг с другом, так и с центром управления, такая связь должна выполняться беспроводным способом.

Сегодня связь и передача данных между различными объектами выполнена различными способами, такими как связь по низковольтным проводам, оптическими кабелями, проводами высоковольтных линий электропередач, направленными защитными радиоканалами и т.д. Все чаще стали использоваться сетевые технологии Ethernet/Internet, что обусловлено дешевизной, широкой распространённостью и повсеместной доступностью таких сетей. Развитие способа передачи данных открывает возможности

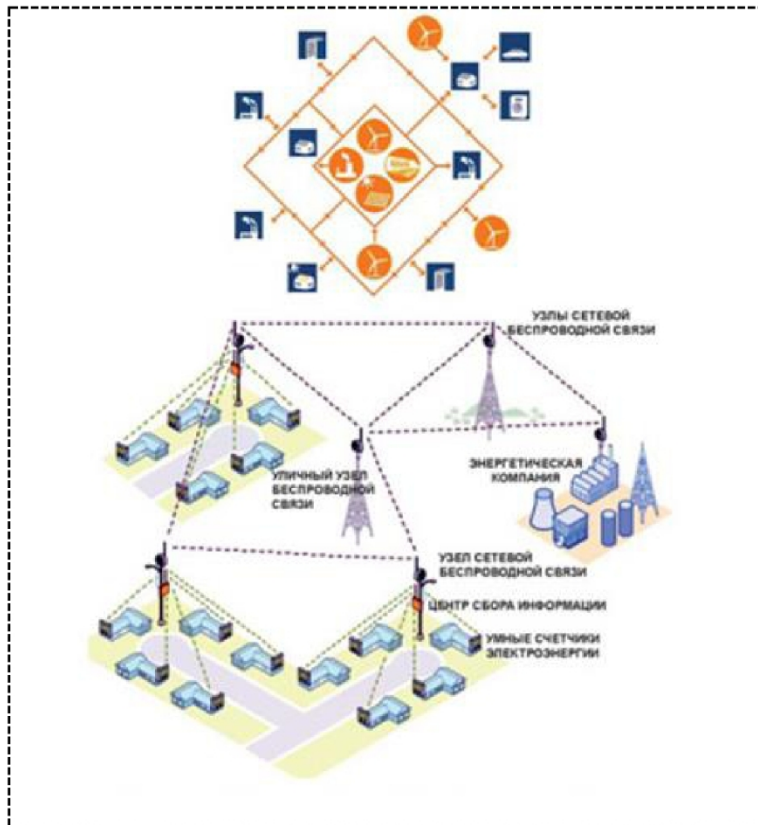


Рис. 1 Структура SmartGrid с беспроводной информационной сетью управления

Fig. 1 SmartGrid structure with wireless management information network

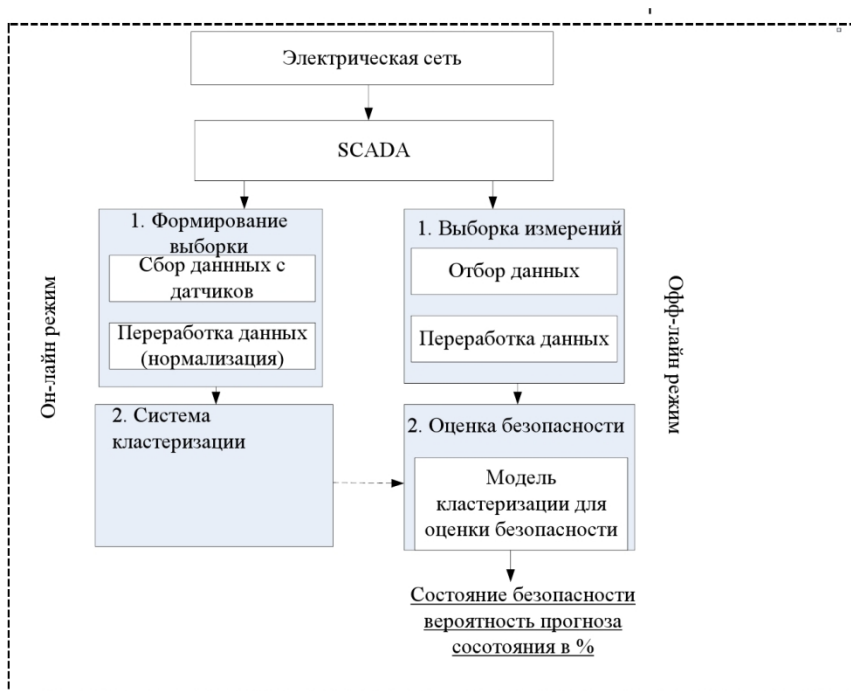


Рис. 2 Основная блок-схема для оценивания и классификации состояния системы

Fig. 2 Basic block diagram for estimating and classifying the state of the

применения в SmartGrid технологий современной беспроводной связи, таких как сотовой связи, WiMAX, Wi-Fi и других, широко применяемых в быту (рис. 1).

Для надежного функционирования такой сложной системы как SmartGrid, количество многофункциональных модулей, обрабатывающих информацию должно сокращаться до минимума, а информация от многочисленных компонентов SmartGrid должна поступать на мощные серверы, обрабатываться компьютерами и пересылаться по сети на исполнительные элементы. Это ведет к тому, что вся функциональная часть SmartGrid должна обеспечиваться на программном уровне [4].

Концепция интеллектуального мониторинга включает сбор данных, передающихся в системы предварительной обработки данных, определяющих наиболее важные из них, последующую классификацию (кластеризацию) состояния ЭЭС, для определения степени опасности состояния электросети и интерпретация полученных кластеров (состояний) для определения необходимых для принятия мер (рис. 2).

Развитие методов оперативно-диспетчерского управления взаимосвязано с совершенствованием информационного обеспечения. Автоматизацией оперативных решений и управления, увеличение доли автоматического управления в задачах регулирования и ограничения параметров режима, автоматизации расчетов оптимальных режимов и их реализации, и прочее – при сохранении контроля со стороны оперативно-диспетчерского персонала в необходимом объеме.

Автоматизация управления электросетью в нормальных режимах направлена на раннее определение возможной угрозы нарушения режима работы и устойчивости энергосистемы, путем своевременной выдачи рекомендаций диспетчеру. Эти функции выполняются за счет современных средств мониторинга и диагностики электрической сети, а также автоматизированных коммутационных аппаратов.

Состояние сети электроснабжения на сегодняшний момент характеризуется невысокой, а в части и низкой, надежностью, недостаточным наличием удаленного управления, высоких потерь электроэнергии, а в некоторых случаях устаревшим оборудованием.

Модернизация электрической сети на основе технологий Smart Grid основана на принципах экономически эффективного распределения энергии, интеграцию с помощью ИТ-технологий в единую управляемую сеть узлов распределения электроэнергии.

Внедрение интеллектуальных сетей Smart Grid основано на решении проблем сети электроснабжения, состоящего из топологии сети, устройств релейной защиты, автоматики и телемеханики, систем коммерческого учета, каналов связи, диспетчеризации и управления (рис. 3).

Реализация концепции Smart Grid в электрических распределительных сетях должна обеспечить следующие основные принципиальные технологические изменения в электроэнергетике по сравнению с традиционной энергосистемой:

Упрощение структуры электрической сети



Рис. 3. Элементы сети и варианты их развития, основанные на концепции Smart Grid

Fig. 3 Elements of the network and options for their development, based on the concept of Smart Grid

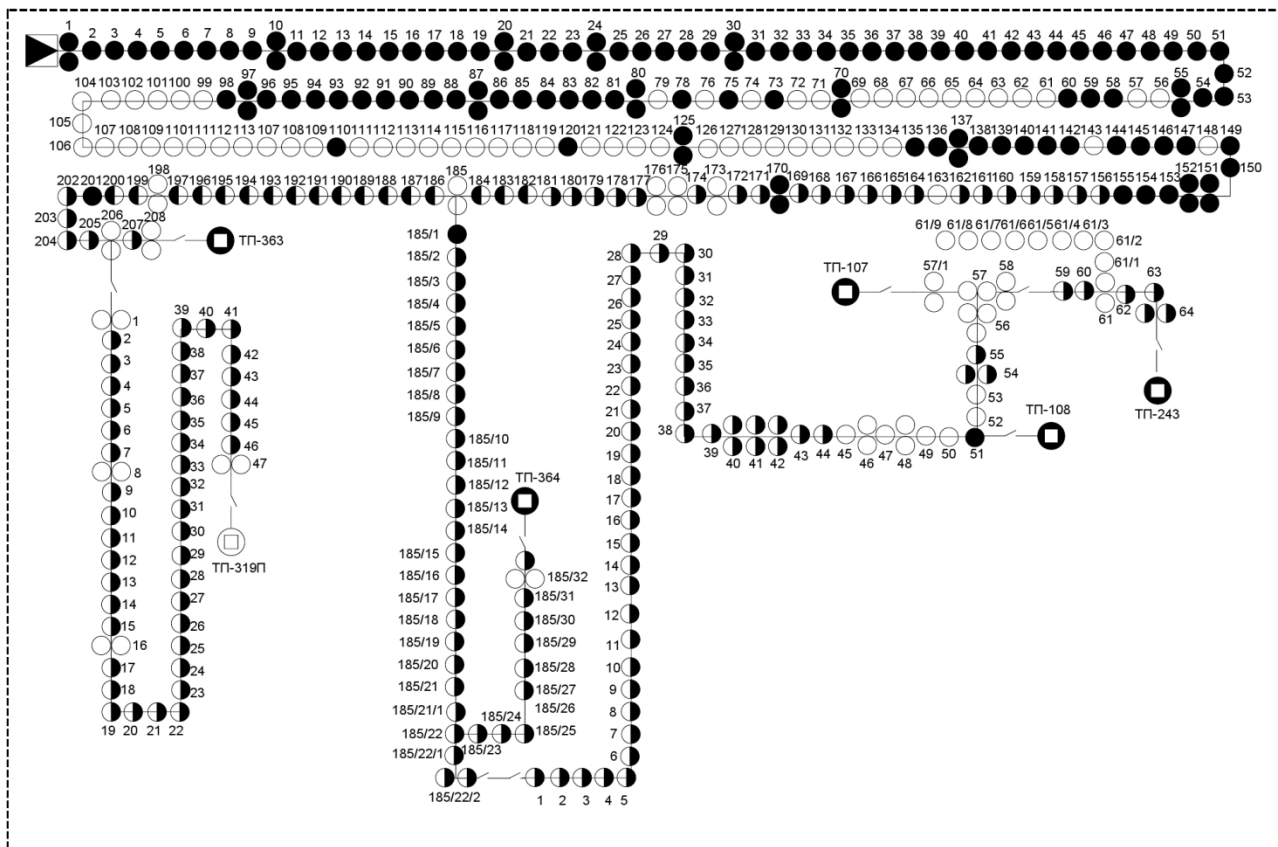


Рис. 4. Схема Ф. 10-10-КТ от ИС 35/10 кВ
 Fig. 4. Diagram F. 10-10-КТ from the SS 35/10 kV

-переход от жесткого диспетчерского регулирования (управления) к другому уровню - координации работы всех субъектов сети;

-создание высокопроизводительной информационно-вычислительной инфраструктуры как основного элемента энергетической системы;

-переход к распределенным интеллектуальным системам управления и аналитическим инструментам для поддержки выработки, и реализации решений, работающих в режиме реального времени;

-создание операционных приложений нового поколения (SCADA/EMS/NMS-системы), позволяющих реализовать новые алгоритмы и методы управления энергосистемой, включая и ее новые активные элементы.

Технологии интеллектуальной сети состоят из:

- коммутационного оборудования;
- телеметрии – получение информации о значениях измеряемых параметров);
- релейной защиты и автоматики (далее РЗА);
- телеуправления – управление положением или состоянием дискретных объектов и объектов с непрерывным множеством состояний методами и средствами телемеханики;
- учета электроэнергии;
- видеонаблюдения;
- сети связи;
- системы оперативно-технологического управления.

В результате сравнения АСДУ традиционной модели электрической сети и сети с использованием технологий SmartGrid, можно увидеть значительное

преимущество именно сетей с использованием технологий SmartGrid. Новая интеллектуальная модель объединяет в себе несколько отдельных систем, таких как телеметрия, РЗА и телеуправление, что образует автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУ ТП).

Если рассматривать цифровизацию распределительного пункта (далее РП), результат эксплуатации таких объектов позволяет осуществить переход от планово-предупредительного ремонта к ремонту по фактическому состоянию на основании элементов самодиагностики, использовать узлы и компоненты, не требующие обслуживания во время всего срока эксплуатации. Снижение «стоимости владения» - затрат на обслуживание, малые габариты и эксплуатационная надежность, обеспечивают удобство проектирования и простоту монтажа, позволяют применять комбинированные датчики тока и напряжения.

Подводя итог, внедрение автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) в результате эксплуатации позволяет получить 100% наблюдательность электрической сети и 100% автоматизированную управляемость отдельных операций, что позволяет достичь следующие эффекты:

- снижения времени локализации технологического нарушения;
- снижения времени поиска технологического нарушения;
- снижения потерь электроэнергии (коммерческих и технических);

-получения данных в режиме on-line и дистанционного управления устройствами.

Рассмотрим в качестве примера фидер от ПС 35/10 кВ Ф.10-10-ТК протяженностью 21,74 км. (рис 4)

На рис. 4 изображена ВЛ без использования дистанционно управляемых интеллектуальных разьединителей, выключателей нагрузки и реклоузеров. В этом случае при возникновении аварийной ситуации в виде короткого замыкания зона поиска повреждения не локализована, для локализации места повреждения требуется продолжительное количество времени.

Проведем расчет показателей надежности, на основании данных полученных в результате трехлетних наблюдений на примере фидера от ПС 35/10 кВ Ф. 10-10-КТ протяженностью 21,686 км. Показатель средней продолжительности прекращения передачи электрической энергии (P_{saidi}) по формуле:

$$P_{saidi} = \frac{\sum_{i=1}^i T_i \times N_i}{N_t} \quad (1)$$

где: T_i - продолжительность i -ого прекращения передачи электрической, час;

N_i - количество точек поставки потребителей услуг сетевой организации, в отношении которых произошло i -ое прекращение передачи электрической энергии в рамках технологического нарушения, шт.;

N_t - максимальное за год число точек поставки потребителей услуг сетевой организации за t -й расчетный период регулирования, шт.;

i - количество прекращений передачи электрической энергии, шт.

Показатель средней частоты прекращения передачи электрической энергии (P_{saifi}) по формуле:

$$P_{saifi} = \frac{\sum_{i=1}^i N_i}{N_t} \quad (2)$$

Произведем расчет показателей надежности, на основании данных полученных в результате трехлетних наблюдений.

В результате проведенных расчетов показателей надежности типового фидера сведем в таблицу 1.

Таблица 1 Расчет показателей надежности типового фидера.

Table 1 Calculation of reliability indicators of a standard feeder.

| Показатель | Исходный вариант | Вариант после автоматизации |
|-------------|------------------|-----------------------------|
| P_{saidi} | 5,8833 | 0,218 |
| P_{saifi} | 1 | 0,408 |

Из таблицы №1 видно, что в результате проведения мероприятий по автоматизации фидера, показатели надежности улучшаются, а недоотпуск электроэнергии сокращается. Расчет показал, что после применения средств автоматизации показатель надежности P_{saidi} и P_{saifi} улучшается.

Проведено сравнение временных затрат на устранение аварии. На рис.5 приведено сравнение временных затрат на устранение аварии. Показано как изменяется временной процесс, затрачиваемый

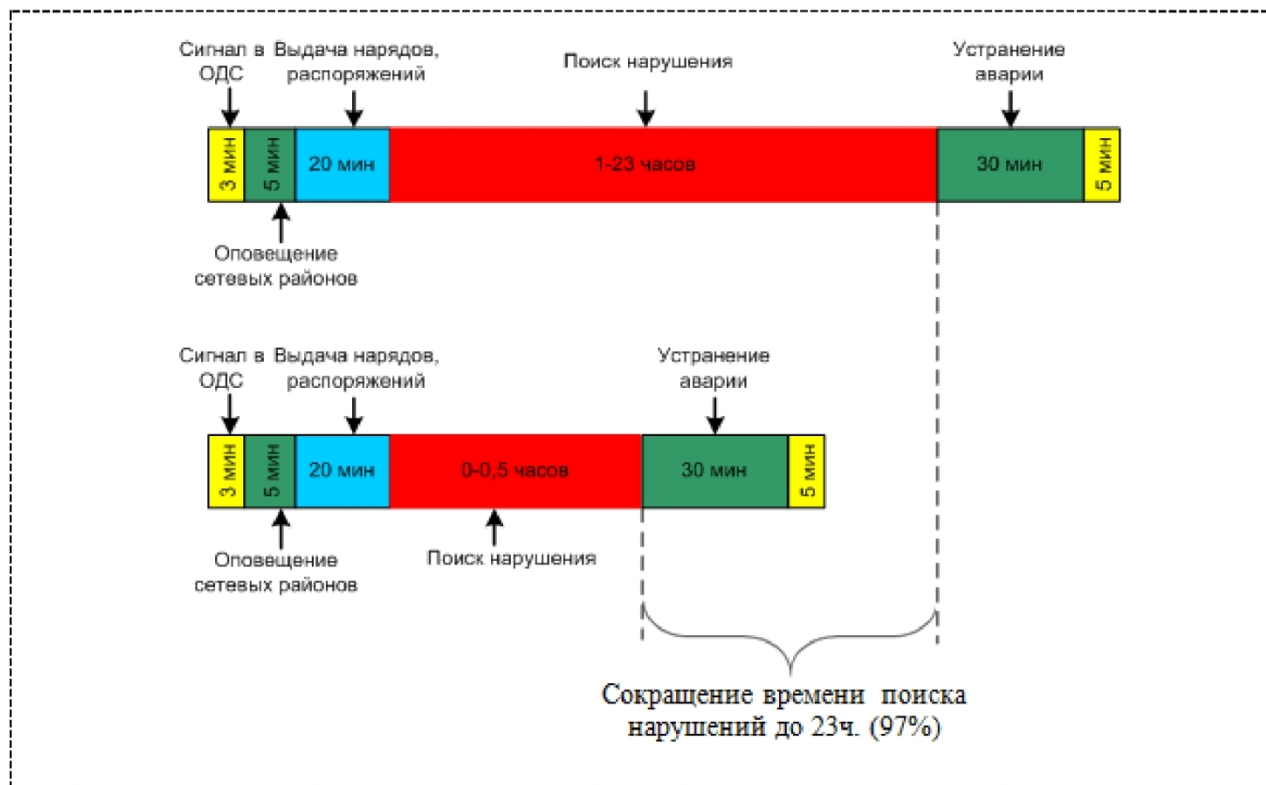


Рис. 5 Сравнение временных затрат на устранение аварии
Fig. 5 Comparison of time costs for the elimination of an accident

на время поиска, ремонта и локализации технологических нарушений влекших перерывы в электроснабжении потребителей. Из рис видно, что максимальную продолжительность имеет промежуток времени от момента прибытия ОВБ к поврежденному участку до момента обнаружения места повреждения. Поиск нарушения составляет от 30% до 85 % от общего времени отключения одного потребителя. Применение средств дистанционного мониторинга и управления электрической сетью ведет к сокращению времени поиска места возникновения аварии, следовательно, сокращается продолжительность отключений, что ведет к существенному улучшению показателей надежности, сокращению недоотпуска электроэнергии и экономических издержек.

Как видно по результатам расчета показателей до и после внедрения информационных систем, ожидаемые показатели значительно улучшаются.

Модернизация АСДУ на основе модели Smart Grid является перспективным направлением. Внедрение автоматизированной системы управления технологическим процессом позволяет поднять возможность оперативно-диспетчерского управления на концептуально новый уровень. Полная наблюдаемость выбранной цепочки сети позволяет максимально оперативно реагировать на все изменения контролируемых параметров сети и открывает широкие возможности максимально быстрой локализации и устранения технологических нарушений, снижения потерь и получения данных в режиме реального времени, что дает положительный экономический эффект. Внедрение технологий Smart Grid позволит повысить наблюдаемость сети, сократить время локализации и устранения технологических нарушений в работе распределительной сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике / Под общей ред. Ю.Н. Руденко и В.А. Семенова. – М.: Издательство МЭИ, 2000. – 648 с.: ил.
2. Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике / В.А. Баринов и др. М.: Изд-во МЭИ. 2000.
3. АСТУ ЦУС РСК на базе PowerOnFusion [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.ema.ru/solutions/cus/rsdu2/>
4. Интеллектуальные сети: новые перспективы или новые проблемы // Электротехнический рынок №6 (36) Ноябрь-Декабрь 2010
5. Корсунов П. Ю., Моржин Ю. И., Попов С. Г. Разработка Концепции «Цифровая подстанция»: ОАО «НТЦЭ». – М., 2011. – 248 с.
6. Веселуха Г.Л. Путь к SCADA следующего поколения // Автоматизация IT в энергетике, 2015, №9 (74)
7. Чичёв С. И., Калинин В. Ф., Глинкин Е. И. Методология проектирования цифровой подстанции в формате новых технологий. – М.: Издательский дом «Спектр», 2014. – 194 с.
8. Чичёв С. И. Технология проектирования информационно-измерительной системы центра управления сетей / Электрика. – М.:2014. – № 1 . – С. 21 – 27.
9. Чичёв С.И., Нестеренко С.П. Принципы автоматизации информационно-измерительной системы центра управления сетей региональной сетевой компании // Вестник тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки. Том 14 Тамбов, 2009. № 3. С. 521-525.
10. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: 2013-383 с.
11. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Энергосервис, 2003.
12. Principles for Efficient and Reliable Reactive Power Supply and Consumption: Staff Report of Federal Energy Regulatory Commission. – Washington, D. C., USA, 2005. - 177 p.
13. Shklyarskiy, A. Y. Influence of the energy characteristics on the electrical grid simulation / A. Y. Shklyarskiy, S. V. Solovov // Proceedings of 2015 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS 2015, 2015. - P. 7414917.
14. Харун Г., Кропотов Р. Наумов В., Солдатов А. Автоматизированная система управления предприятия // «Электроэнергия. Передача и распределение». 2017, №4(7)
15. MicroSCADAPro[Электронныйресурс]:–Режимдоступа: https://library.e.abb.com/public/5afa3c80f0944150c125750e0057f0bc/MSCADapro_DMS_756629_LRRUa.pdf(дата запроса 16.12.2017)

Valentina G. Barova, Master Student, **Sergey G. Zakharenko**, Associate Professor, **Sergey A. Zakharov**, Associate Professor, **Victor A. Brodt**, Associate Professor, **Roman S. Vershinin**, Associate Professor

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

E-mail: zahar_sg@mail.ru

AUTOMATED DISPATCH CONTROL SYSTEMS IN ELECTRIC POWER COMPLEX

Abstract: The current stage in the development of the electric power industry in Russia has made it necessary to ensure a transparent environment and through the observability of the functioning of networked complexes. Effective operation of the modern power grid complex is not possible without automated dispatch control systems (hereinafter ASDU). The introduction of the ASDU technologies that meet all modern requirements and world standards is the most topical direction. The state of the used ASDU is analyzed. The possibilities of integration of modern technologies into the existing system of automated dispatching management are estimated. The infrastructure of the automated system for technological management of the power grid complex is considered: the current state of the system for collecting and transmitting technological information, the generalized structure and its future target model. Possibilities of introduction of modern technologies on the basis of actively-adaptive networks are considered.

Keywords: Automated systems of dispatching control, intelligent network, management of the power grid complex.

Article info: received September 09, 2018

DOI: 10.26730/1816-4528-2018-4-46-52

REFERENCES

1. Automation of dispatching management in electric power industry / Under the general ed. Yu.N. Rudenko and V.A. Semenov. - M.: Publishing house MEI, 2000. - 648 p.: ill.

2. Automation of the dispatching board in the electric power industry / V.A. Barinov et al. Moscow: Izdvo MPEI. 2000.

3. ASTU CCC RSK on the basis of PowerOnFusion [Electronic resource]: - Access mode: <http://www.ema.ru/solutions/cus/rsdu2/>

4. Intellectual networks: new perspectives or new problems // Electrotechnical market №6 (36) November-December 2010

5. Korsunov P. Yu., Morzhin Yu. I., Popov SG Development of the Concept "Digital substation": JSC "NTECE". - M., 2011. - 248 p.

6. Veselukha G.L. The path to next-generation SCADA // Automation of IT in Power Engineering, 2015, No. 9 (74)

7. Chichyov SI, Kalinin VF, Glinkin EI Methodology of designing a digital substation in the format of new technologies. - Moscow: Publishing House "Spectrum", 2014. - 194 p.

8. Chichev SI Technology of design of information-measuring system of the control center of networks / Electrics. - M.: 2014. - No. 1. - P. 21 - 27.

9. Chichev SI, Nesterenko S.P. Principles of Automation of the Information and Measuring System of the

Network Management Center of a Regional Network Company // Bulletin of Tambov University. Series: natural and technical sciences. Volume 14 Tambov, 2009. № 3. P. 521-525.

10. Rules of technical operation of electrical installations of consumers. - Moscow: 2013-383 c.

11. Rules of technical operation of power plants and networks of the Russian Federation. - Moscow: Energoservis, 2003.

12. Principles for Efficient and Reliable Reactive Power Supply and Consumption: Staff Report of the Federal Energy Regulatory Commission. - Washington, D.C., USA, 2005. - 177 p.

13. Shklyarskiy, A.Y. Influence of the energy characteristics on the electrical grid simulation / A. Y. Shklyarskiy, S. V. Solovov // Proceedings of 2015 International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, MEACS 2015, 2015. - P. 7414917.

14. Harun G., Kropotov R. Naumov V., Soldatov A. The automated control system of the enterprise // "Electric power. Transmission and distribution." 2017, No. 4 (7)

15. MicroSCADAPro [Electronic resource]: - Access mode: https://library.e.abb.com/public/5afa3c80f0944150c125750e0057f0bc/MSCADApr o_DMS_756629_LRENa.pdf (the date of the request is 12/16/2017).

Библиографическое описание статьи

Барова В.А. Автоматизированные системы диспетчерского управления в электросетевом комплексе / В.А. Барова, С.Г. Захаренко, С.А. Захаров, В.А. Бродт, Р.С. Вершинин // Горное оборудование и электромеханика — 2018. — № 4 (138). — С. 46-52.

Reference to article

Garganeev A.G., Kyui D.K., Kashin E.I., Sipaylova N.Yu. Hysteresis couplings on the basis of Fe-Cr-Co material. Mining Equipment and Electromechanics, 2018, no. 4 (138), pp. 46-52.