

УДК 621.311

Захаров Сергей Александрович, кандидат техн. наук, доцент, **Лебедев Геннадий Михайлович**, доктор техн. наук, доцент, **Захарова Раиса Владимировна**, аспирант

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

E-mail: 390400@mail.ru

АНАЛИЗ АВАРИЙНОЙ СТАТИСТИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация: Приводится анализ технологических нарушений энергетических предприятий Кемеровской области. Указывается их зависимость от времени года, городов, где расположены энергетические предприятия, а также типа энергетического предприятия. Приводятся статистические данные распределения технологических нарушений по различным причинам.

Ключевые слова: энергетические предприятия, технологические нарушения, Кемеровская область.

Информация о статье: принята 12 декабря 2020 г.
DOI: 10.26730/1816-4528-2021-3-54-59

Цель настоящей работы – провести анализ технологических нарушений энергетических предприятий Кемеровской области.

Повышение надежности электроснабжения промышленных предприятий и социальной сферы является актуальной задачей, как в настоящее время, так и в будущем [1]. Перерывы электроснабжения ведут к значительным экономическим потерям предприятий различных отраслей промышленности и связаны с социальной напряженностью [2-5].

Для принятия рациональных решений по бесперебойности электроснабжения потребителей необходимо определить причины, приводящие к техно-

логическим нарушениям (ТН) в работе энергетических предприятий [9]. Установление этих причин позволит грамотно оценить степень их воздействия на перерывы электроснабжения и направить воздействия на устранение этих причин либо на существенное их уменьшение [6,10,12].

Под ТН понимается: пробой КЛ, повреждение ВЛ, срабатывание РЗА и др.

Технологические нарушения рассмотрим на примере энергетических предприятий Кемеровской области. Срок наблюдения составил пять лет – с 2015 по 2019 гг.

За время наблюдения произошло 25764 ТН. На рис. 1 представлено их распределение по годам.

Из рис. 1 видно, что ТН в последние три года имеют тенденцию к их количественному уменьшению. Это можно связать с профилактическими мероприятиями, проводимыми на энергетических предприятиях по снижению ТН [7].

Важно установить, как влияет сезонность на отказы электрооборудования. Для этого рассмотрим рис. 2-6.

На рис. 2-6 по оси ординат отложено количество ТН. Из этих рисунков видно, что увеличение ТН начинается в апреле месяце и максимальное их значение достигает в июле. Следовательно, диагностику электрооборудования и профилактические работы



Рис. 1. Гистограмма распределения ТН по годам наблюдения
Fig. 1. Histogram of TF distribution by years of observation

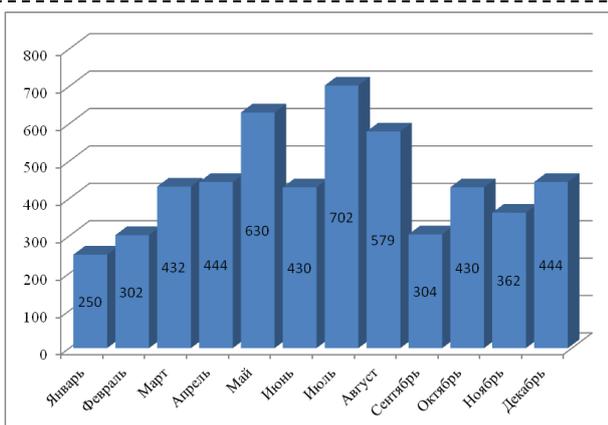


Рис. 2. Гистограмма распределения ТН по месяцам 2015 г.

Fig. 2. Histogram of TF distribution by months in 2015

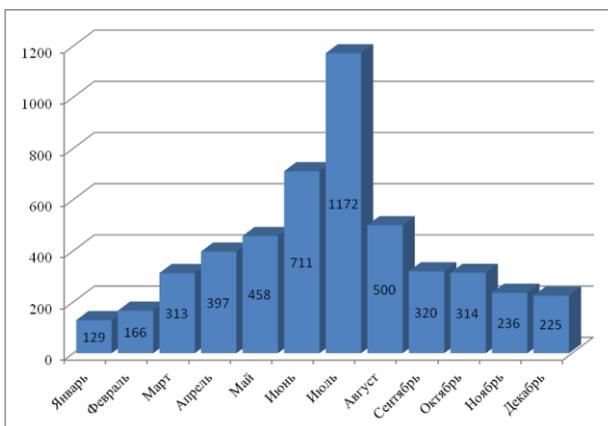


Рис. 3. Гистограмма распределения ТН по месяцам 2016 г.

Fig. 3. Histogram of TF distribution of TN months in 2016

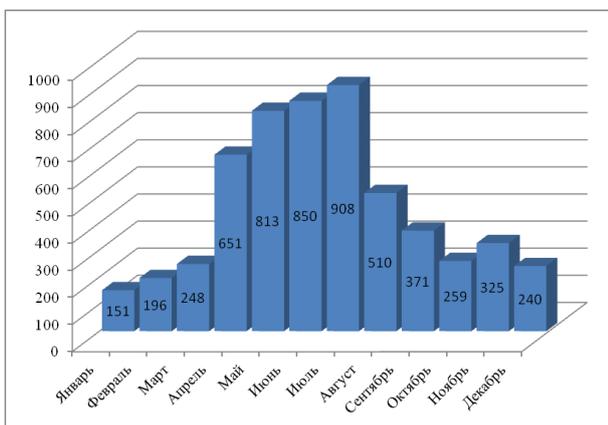


Рис. 4. Гистограмма распределения ТН по месяцам 2017 г.

Fig. 4. Histogram of TF distribution by months in 2017

необходимо производить в марте-апреле, чтобы сократить число ТН в летние месяцы. Исключение составляет гистограмма, представленная на рис. 6, где всплеск ТН наблюдается в октябре.

На рис. 7 показана гистограмма по суммарным значениям ТН по месяцам наблюдаемого периода, где максимальное значение ТН приходится на май-июль. Можно предположить, что в другие месяцы

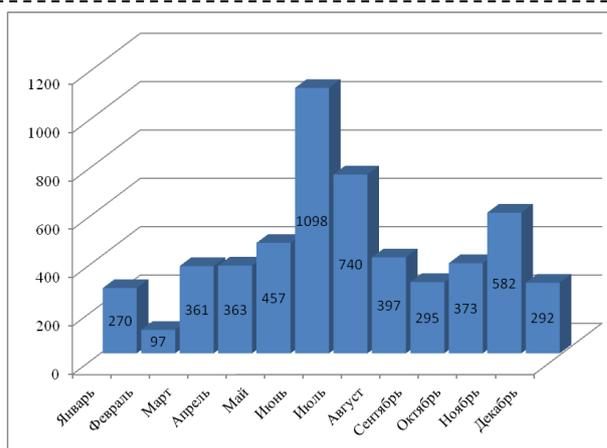


Рис. 5. Гистограмма распределения ТН по месяцам 2018 г.

Fig. 5. Histogram of TF distribution by months in 2018

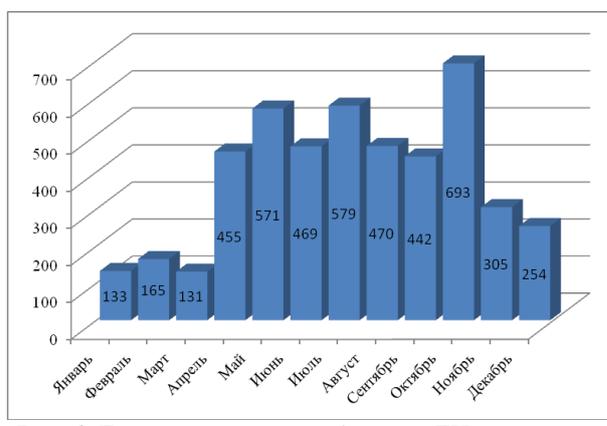


Рис. 6. Гистограмма распределения ТН по месяцам 2019 г.

Fig. 6. Histogram of TF distribution by months in 2019

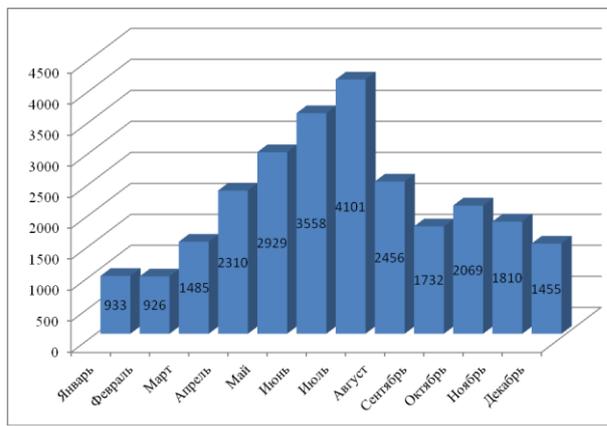


Рис. 7. Гистограмма распределения ТН по месяцам года за период наблюдения

Fig. 7. Histogram of TF distribution by month of the year for the observation period

происходит процесс появления и накопления дефектов электрооборудования [8].

На рис. 8 показано распределение ТН по городам Кемеровской области за 2015 г., из которого видно, что наибольшее количество нарушений приходится на города Кемерово и Новокузнецк, где имеются значительное число предприятий и разветвленные

Таблица 1. Распределение ТН по энергетическим предприятиям за 2019 г.

Table 1. TF distribution by energy facilities for 2019

№ п/п	Наименование предприятия	Количество технологических нарушений
1	ОАО МРСК Сибири ПО ЮЭС	857
2	ОАО МРСК Сибири ПО СВЭС	850
3	ОАО МРСК Сибири ПО ЦЭС	552
4	АО «Электросеть» г. Междуреченска	319
5	Филиал «Энергосеть г. Новокузнецк» ООО "КЭНК"	162
6	Филиал «Энергосеть г. Прокопьевск» ООО "КЭНК"	123
7	Филиал «Энергосеть г. Белово» ООО "КЭНК"	121
8	Кемеровская ГЭС	104
9	Кузбасское ПМЭС	102
10	ОАО «КузбассЭлектро»	102
11	ООО «Горэлектросеть» г. Новокузнецк	88
12	Филиал «Энергосеть г. Анжеро-Судженска» ООО	79
13	Филиал «Энергосеть г. Таштагол» ООО «КЭНК»	76
14	Филиал «Энергосеть г. Гурьевск» ООО «КЭНК»	74
15	Филиал «Энергосеть г. Осинники» ООО «КЭНК»	71
16	Филиал «Энергосеть г. Киселевск» ООО «КЭНК»	62
17	Филиал ООО ХК «СДС-Энерго» - «Прокопьевскэнерго»	54
18	Филиал «Энергосеть г. Мыски» ООО «КЭНК»	51
19	Энерго Паритет	48
20	Филиал «Энергосеть г. Калтан» ООО «КЭНК»	37
21	Филиал «Энергосеть Тисульского района» ООО «КЭНК»	35
22	Филиал «Энергосеть г. Юрга» ООО «КЭНК»	33
23	ЗАО «СибПСК» Белово (ОАО Беловское Энергоуправление)	32
24	Филиал «Энергосеть пгт. Промышленная» ООО «КЭНК»	29
25	Филиал «Энергосеть пгт. Тяжинский» ООО «КЭНК»	24
26	Филиал «Энергосеть г.Топки» ООО «КЭНК»	23
27	Филиал «Энергосеть Крапивинского района» ООО «КЭНК»	23
28	ООО «ОЭСК»	22
29	ООО «Березовские электрические сети»	21
30	Филиал «Энергосеть пгт. Яшкино» ООО «КЭНК»	19
31	Филиал «Энергосеть г. Польшаево» ООО «КЭНК»	19
32	Кузбасское ПМЭС	18
33	Филиал «Энергосеть пгт. Яя» ООО «КЭНК»	16
34	Филиал «Энергосеть г. Тайга» ООО «КЭНК»	15
35	Филиал «Энергосеть г. Маринск» ООО «КЭНК»	14
36	ООО «Ленинск-Кузнецкая Электросеть»	13
37	Филиал «Энергосеть пгт. Белогорск» ООО «КЭНК»	12
38	Филиал «Энергосеть Ижморского района» ООО «КЭНК»	9
39	Беловская ГРЭС ОАО «Кузбассэнерго»	9
40	Филиал «Энергосеть Чебулинского района» ООО «КЭНК»	4
41	ООО «Электросеть» Прокопьевск	4
42	ОАО «СУЭК-Кузбасс» Энерго-управление	2
43	Томь-Усинская ГРЭС ОАО «Кузбассэнерго»	2
44	АО «СПЭМК»	1

распределительные сети разного напряжения. На эти два города приходится 63 % ТН по всем городам.

На рис 9. показана гистограмма распределения ТН по энергетическим предприятиям за 2019 г. В табл. 1 представлены энергетические предприятия области, где номер предприятия соответствует номеру, отложенному по оси абсцисс на рис. 9.

Из табл. 1 видно, что на три энергетических предприятия (ОАО МРСК Сибири ПО ЮЭС, ОАО МРСК Сибири ПО СВЭС, ОАО МРСК Сибири ПО ЦЭС) приходится 51% ТН. Следовательно, этим

предприятиям необходимо направить усилия на повышение надежности электрооборудования (замена физически и морально устаревшего электрооборудования, внедрение мониторинговой диагностики, повышение квалификации обслуживающего персонала и т. п.) [11,13].

Из числа наблюдаемых энергетических предприятий (61 предприятие) за 2019 г. на 17 (28%) не наблюдалось ТН. Эти предприятия представлены в табл. 2.

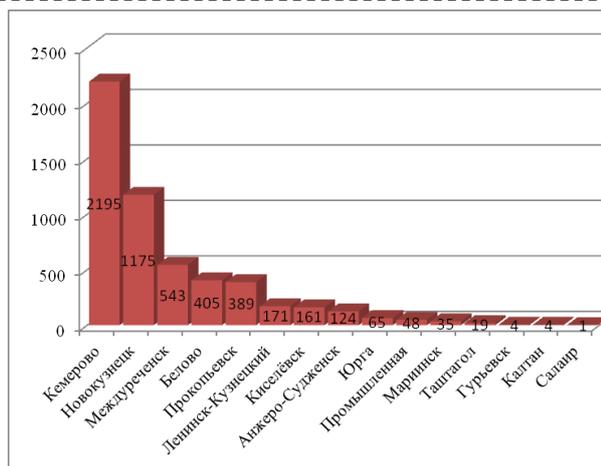


Рис. 8. Гистограмма распределения ТН нарушений по городам области за 2015 г.
Fig. 8. Histogram of TF distribution by cities of the region for 2015

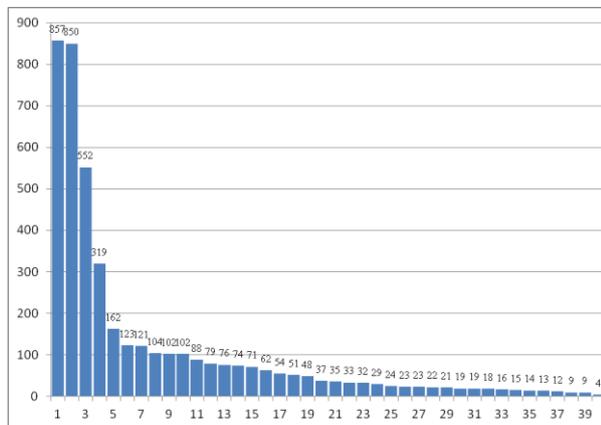


Рис. 9. Гистограмма распределения ТН по энергетическим предприятиям
Fig. 9. Histogram of TF distribution by energy facilities

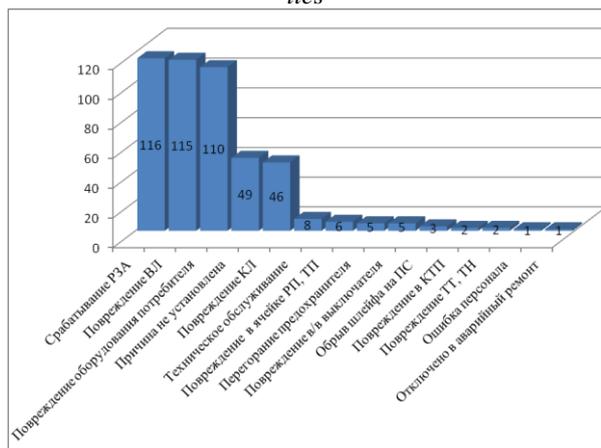


Рис. 10. Гистограмма распределения причин ТН за июнь 2019 г.
Fig. 10. Histogram of TF causes distribution for June 2019

По табл. 3 построена гистограмма распределения причин ТН (рис. 10).

В ТН по причине РЗА входят в основном успешное срабатывание АПВ, а также неуспешное срабатывание. Повреждения ВЛ включают: замыкание

Таблица 2. Энергетические предприятия без технологических нарушений
Table 2. Energy facilities without technological failures

1	ЗАО «Беловская горэлектросеть»
2	Новокузнецкая ГЭС
3	ООО ЕвразЭнергоТранс
4	Филиал «Сибирский» ОАО «Оборонэнерго»
5	ОАО «РУСАЛ г. Новокузнецк»
6	ООО «Электросетьсервис»
7	МУП «ТРСК Новокузнецкого района»
8	ООО «МЭСО»
9	Кузнецкая ТЭЦ
10	Кемеровская ТЭЦ
11	Кемеровская ГРЭС ОАО «Кемеровская генерация»
12	ООО «Центральная ТЭЦ»
13	ЗСЖД
14	ОАО «КемВод»
15	ООО «РегионЭнергоСбыт»
16	АО «КГЭС»
17	ЛКЭС

Таблица 3. Причины перерывов электроснабжения потребителей за июнь 2019 г.
Table 3. Reasons for power supply interruptions to consumers in June 2019

№ п/п	Причина повреждения	Количество повреждений
1	Срабатывание РЗА	116
2	Повреждение ВЛ	115
3	Повреждение оборудования потребителя	110
4	Причина не установлена	49
5	Повреждение КЛ	46
6	Техническое обслуживание	8
7	Повреждение в ячейке РП, ТП	6
8	Перегорание предохранителя	5
9	Повреждение в/в выключателя	5
10	Обрыв шлейфа на ПС	3
11	Повреждение в КТП	2
12	Повреждение ТТ, ТН	2
13	Ошибка персонала	1
14	Отключено в аварийный ремонт	1

проводов, повреждение изолятора, грозовые явления, обрыв вязки крепления провода, падение деревьев на провода ВЛ, перекрытие изолятора, обрыв грозотроса, повреждение разрядника, обрыв провода в пролете. Повреждения КЛ связаны с пробоем кабеля, концевой муфты и механическими повреждениями. 49 ТН составляют невыясненные причины [14], что составляет 11% от всех ТН за июнь

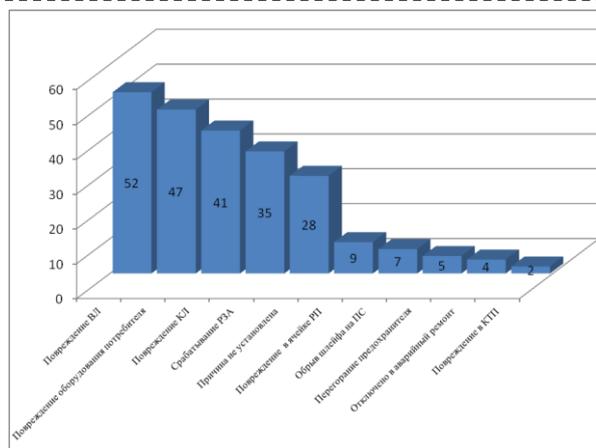


Рис. 11. Гистограмма распределения причин ТН за январь 2015 г.

Fig. 11. Histogram of TF causes distribution for January 2015

2019 г. Из рис 10 следует, что основными причинами ТН являются: срабатывание РЗА, повреждение ВЛ, повреждения электрооборудования потребителя, неустановленные причины и повреждения КЛ, на них приходится 93% ТН.

Для сравнения приведем гистограмму распределения ТН за январь 2015 г. (рис. 11).

Из рис. 11 видно, что вышеперечисленные основные причины ТН (рис. 10) составляют 88%. Следовательно, они являются главными причинами ТН [15].

Выводы

1. Аварийная статистика указывает на сезонную зависимость ТН, поскольку ее рост начинается в апреле месяце и максимального значения она достигает в июле месяце. Эту связь необходимо учитывать и проводить профилактические работы на электрооборудовании до апреля, что позволит снизить аварийные нарушения.

2. Поскольку на города Кемерово и Новокузнецк приходится 63% ТН относительно всех городов области, то руководителям энергопредприятий, относящимся к этим городам, необходимо разработать мероприятия на снижение ТН с учетом причин выхода из строя электрооборудования. Это касается и предприятий ОАО МРСК Сибири ПО ЮЭС, ОАО МРСК Сибири ПО СВЭС, ОАО МРСК Сибири ПО ЦЭС, АО «Электросеть» г. Междуреченск, на которые приходится 60% от всех 61 предприятия.

3. Основными причинами ТН электрооборудования являются срабатывание РЗА (чаще успешное), повреждения ВЛ, повреждение оборудования потребителя, повреждения КЛ. На эти повреждения приходится 82,5%. Значительное число составляют невыясненные причины – 11%. Замена устаревшего электрооборудования и внедрение диагностического мониторинга [14] позволят значительно уменьшить отказы по перечисленным причинам

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС 2004.
2. Конюхова Е.А., Надежность электроснабжения промышленных предприятий / Е.А. Конюхова, Э.А. Киреева – М: НТФ «Энергопрогресс», 2001. – 86 с.
3. Шевченко, Н.Ю. Повышение эффективности работы воздушных линий электропередачи, работающих в экстремальных метеоусловиях / Н.Ю. Шевченко, Ю.В. Лебедева, Г.Г. Угаров // Вестник СГТУ. – 2011. – №1.
4. Долецкая, Л.И. Оценка эффективности методов повышения надежности распределительных сетей // Л.И. Долецкая, В.П. Кавченко, Р.В. Солопов // Научковедение. – 2015. – №6.
5. Тимашова, Л.В. Повышение надежности воздушных линий электропередачи при применении проводов нового поколения / Л.В. Тимашова, Е.П. Никифоров, И.А. Назарова и др. // Энергия единой сети. – 2014. – №5.
6. Захаренко, С.Г. Анализ аварийности в электросетевом комплексе / С.Г. Захаренко, Т.Ф. Малахова, С.А. Захаров и др. // Вестник КузГТУ. – 2016. – №4.
7. Приказ Минэнерго России от 06.06.2013 № 290 "Об утверждении Правил разработки и применения графиков аварийного ограничения режима потребления электрической энергии (мощности) и использования противоаварийной автоматики" (Зарегистрировано в Минюсте России 09.08.2013 N 29348) // СПС КонсультантПлюс.
8. Сарычев, И.В. Анализ отключений в электрических сетях Кемеровского района / Сарычев И.В. // Вестник КузГТУ, 2005. – № 3. – С. 15-17
9. Захарова А.Г., Влияние конструктивных и технико-эксплуатационных факторов на надежность воздушных линий электропередачи угольных разрезов / А.Г. Захарова, Н.М. Шаулева // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2010. – № 1. – С. 110-113.
10. Кудрин Б.И., Электроснабжение промышленных предприятий / Б.И. Кудрин, - М: «Интернет Инжиниринг», 2006. – с. 163-167
11. Федеральный закон от 26.03.2016 N 35-ФЗ (ред. от 30.03.2016) «Об электроэнергетике».
12. Бохмат И. С, Воротницкий В. Э., Татаринов Е. П. Снижение коммерческих потерь в электроэнергетических системах. - "Электрические станции", 1998, № 9.
13. Загорский Я.Т., Комкова Е.В. Границы погрешности измерений при расчетном и техническом учете электроэнергии // Электричество, 2001. № 8. С. 20-23.
14. Сборник нормативных и методических документов по измерениям, коммерческому и техническому учету электрической энергии и мощности. Издательство «НЦ ЭНАС». М., 1998.
15. Загорский Я. Т., Комкова Е. В. Границы погрешности измерений при расчетном и техническом учете электроэнергии // Электричество. 2001. № 8.

Sergey A. Zakharov, C. Sc. in Engineering, associate professor candidate of technical sciences, associate professor, **Gennady M. Lebedev**, Dr. Sc. in Engineering, associate professor, **Raisa V. Zakharova**, postgraduate

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

E-mail: 390400@mail.ru

ANALYSIS OF ACCIDENT STATISTICS OF ENERGY FACILITIES IN THE KEMEROVO REGION

Abstract: *The analysis of technological failures at energy facilities of the Kemerovo region is given. It shows their dependence on the time of the year, the cities where the energy facilities are located, and the type of power plant. Statistical data on the distribution of technological failures (TF) due to various reasons are provided.*

The analysis of technological disturbances of energy enterprises of the Kemerovo region is given. Their dependence on the time of the year, cities where energy enterprises are located, as well as the type of energy enterprise is indicated. The statistical data on the distribution of technological disturbances for various reasons are presented.

Keywords: *power enterprises, technological disturbances, Kemerovo region.*

Article info: received December 12, 2020

DOI: 10.26730/1816-4528-2021-3-54-59

REFERENCES

1. Pravila tekhnicheskoy ehkspluatatsii ehlektrostonovok potrebitelej M Izd vo NC EHNAS 2004

2. Konyuhova E A Nadezhnost ehlektrosnabzheniya promyshlennykh predpriyatij E A Konyuhova EH A Kireeva M NTF EHnergoprogross 2001 86 s

3. SHEvchenko N YU Povyshenie ehffektivnosti raboty vozdushnykh linij ehlektroperedachi rabotayushchih v ehkstrelnykh meteousloviyah N YU SHEvchenko YU V Lebedeva G G Ugarov Vestnik SGTU 2011 1

4. Doleckaya L I Ocenka ehffektivnosti metodov povysheniya nadezhnosti raspredelitelnykh setej L I Doleckaya V P Kavchenko R V Solopov Naukovedenie 2015 6

5. Timashova L V Povyshenie nadezhnosti vozdushnykh linij ehlektroperedachi pri primenenii provodov novogo pokoleniya L V Timashova E P Nikiforov I A Nazarova i dr EHnergiya edinoj seti 2014 5

6. Zaharenko S G Analiz avarijnosti v ehlektrosetevom komplekse S G Zaharenko T F Malahova S A Zaharov i dr Vestnik KuzGTU 2016 4

7. Prikaz Minehnergo Rossii ot 06 06 2013 290 Ob utverzhdenii Pravil razrabotki i primeniya grafikov avarijnogo ogranicheniya rezhima potrebleniya ehlekticheskoy ehnerгии moshchnosti i ispolzovaniya protivovarijnoj avtomatiki Zaregistrovano v Minyuste Rossii 09 08 2013 N 29348 SPS KonsultantPlyus

8. Sarychev I V Analiz otklyuchenij v ehlektricheskikh setyah Kemerovskogo rajona Sarychev I V Vestnik KuzGTU 2005 3 S 15 17

9. Zaharova A G Vliyanie konstruktivnykh i tekhnicheskikh ehkspluatatsionnykh faktorov na nadezhnost vozdushnykh linij ehlektroperedachi ugolnykh razrezov A G Zaharova N M SHauleva Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta 2010 1 C 110 113

10. Kudrin B I EHlektrosnabzhenie promyshlennykh predpriyatij B I Kudrin M Internet Inzhiniring 2006 s 163 167

11. Federalnyj zakon ot 26 03 2003 N 35 FZ red ot 30 03 2016 Ob ehlektroehnergetike

12. Bohmat I S Vorotnickij V EH Tatarinov E P Snizhenie kommercheskikh poter v ehlektroehnergeticheskikh sistemah EHlektricheskije stancii 1998 9

13. Zagorskij YA T Komkova E V Granicy pogreshnosti izmerenij pri raschetnom i tekhnicheskome uchete ehlektroehnerгии EHlektrichestvo 2001 8 S 20 23

14. Sbornik normativnykh i metodicheskikh dokumentov po izmereniyam kommercheskomu i tekhnicheskome uchete ehlektricheskoy ehnerгии i moshchnosti Izdatelstvo NC EHNAS M 1998

15. Zagorskij YA T Komkova E V Granicy pogreshnosti izmerenij pri raschetnom i tekhnicheskome uchete ehlektroehnerгии EHlektrichestvo 2001 8.

Библиографическое описание статьи

Захаров С.А., Лебедев Г.М., Захарова Р.В. Анализ аварийной статистики энергетических предприятий Кемеровской области // Горное оборудование и электромеханика – 2021. – № 3 (155). – С. 54-59.

Reference to article

Zakharov S.A., Lebedev G.M., Zakharova R.V. Analysis of accident statistics of energy facilities in the Kemerovo region. Mining Equipment and Electromechanics, 2021, no.3 (155), pp. 54-59.