

Жидков А. Б., Без'язичний С. В.

АНАЛІЗ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ПРИЧИН ВІДКЛЮЧЕНЬ СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПІДКОНТРОЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В статті викладено результати аналізу якості електропостачання та основних причин відключень споживачів електроенергії на підконтрольній частині Луганській області на підставі обробки статистичних даних Луганської енергетичної системи. Запропоновано сегментацію відключень в залежності від типу населених пунктів, напруги в мережі та причин виникнення перерви в електропостачанні і проведено аналіз окремо для кожного сегменту.

Ключові слова: електропостачання, ОЕС, ЛЕО, надійність електропостачання, відключення, електромережі, споживачі

Актуальність дослідження. Територія Луганської області забезпечується електроенергією з використанням мереж розподілу Луганського енергетичного об'єднання. У 2014 р. Об'єднання виявилось в дуже важких умовах через ведення на території Луганської області бойових дій в рамках проведення антитерористичної операції, яке пізніше було трансформовано в операцію об'єднаних сил. В результаті активної фази у 2014 році було значно зруйновано або частково пошкоджено декілька десятків ПС 35-110 кВ та ПЛ 35-110 кВ, сотні ВЛ 6 (10) -0,4кВ і ТП-РП, втрачено понад сорок одиниць автомобільної техніки. Біля 65 % абонентів залишилося на непідконтрольній території на сьогоднішній день на підконтрольній території переважно сільські райони з великою протяжністю ліній, що збільшує відсоток технологічних втрат (на 7-8 %).. Через розірвання політичних та економічних відносин з РФ було заблоковано перетікання енергії між енергосистемами України та РФ. Все це призвело до унікальної ситуації, коли Луганська область фактично працює в режимі «енергетичного острова». Ця ситуація є нетиповою для України тому аналіз особливостей функціонування розподільчої мережі в особливих умовах є актуальною.

Постановка проблеми. Електропостачання поєднує в собі комплекс технічних засобів і організаційних заходів для забезпечення споживача електроенергією за допомогою технічних засобів передачі та розподілу електричної енергії. В Україні на даний час працює об'єднана енергетична система (ОЕС), яка здійснює електропостачання від генеруючих потужностей споживачам [1, 2]. Луганське енергетичне об'єднання є складовою ОЕС, але на даний час не включена до неї повністю. Основним постачальником електроенергії Для Луганської області є Луганська ТЕС, яка входить до складу Холдингу ДТЕК та володіє 7 енергоблоками потужністю 585 МВт. Основне проектне паливо – енергетичне вугілля групи А, резервне – газ та мазут На даний час частково Луганська ТЕЦ використовує природний газ. Щоб приєднати Луганську ТЕС до енергосистеми України, що забезпечить більш повне використання її потужностей, передбачено збудувати нову підстанцію «Кремінська» (500/220 кВ), а також декілька високовольтних електропередавальних ліній, що забезпечить також більш повне використання потужностей Вуглегірської ТЕС (Світлодарськ, Донецька обл.). Вартість проекту - 1,273 млрд грн. в цінах 2017 р. Але на даний час проект ще не реалізовано.

Одним з показників якості постачання електроенергії є надійність її постачання, яка значною мірою визначається кількістю відключень від електропостачання споживачів. Одним з видів відключень, якому приділяється особлива увага – аварійні відключення. Високий ступінь зносу обладнання та складні умови роботи ЛЕО призводять до досить високого рівня аварійних відключень в мережі. Для визначення оптимального напрямку прикладення зусиль необхідно провести аналіз відключень в Луганській області.

Теоретичний аналіз дослідження. Надійність електропостачання складний та комплексний показник, значення та важливість якого суттєво залежать від об'єкту споживання. Розглядаючи надійність треба брати до уваги, що вона поєднує технічні та економічні чинники. Найбільш розповсюдженими є наступні показники надійності електропостачання [1-5]:

– Індекс середньої тривалості довгих перерв в електропостачанні (SAIDI). Реально він може складати до 1000 хв. по Україні [2];

– Індекс середньої частоти довгих перерв в електропостачанні (SAIFI);

– Розрахунковий обсяг недовідпущеної електроенергії (ENS);

– Індекс середньої частоти коротких перерв в електропостачанні (MAIFI).

Луганське енергетичне об'єднання постійно веде моніторинг основних показників надійності як для окремих ділянок обслуговування так і для окремих видів мереж та споживачів. В роботі використано реальні дані спостережень за останні 3 роки (2016-2018 рр.).

Мета роботи. В роботі виконано аналіз показників надійності електропостачання для Луганської області з визначенням причин відключень для різних сегментів мережі

В роботі використано наступні принципи сегментації.

За рівнем напруги (рівень в ієрархії мережі від постачальника до споживача):

– 110/154 кВ;

– 27,5/35 кВ;

– 6/20 кВ;

– 0,4 кВ.

За типом населеного пункту:

– міські населені пункти;

– сільські населені пункти;

За причинами виникнення перерви в постачанні:

– Заплановані відключення:

– з попередженням (З П);

– без попередження (З Б/П);

– Незаплановані відключення:

– з вини інших ліцензіатів або споживачів (НЗ СП);

– форс-мажорні обставини (НЗ ФМ);

– з вини інших осіб (НЗ ІО);

– технологічні порушення в мережах ліцензіата (НЗ ТП).

Було проаналізовано статистичні дані трьох показників (ENS не аналізувався), для мережі загалом та її окремих сегментів.

Встановлено наступне.

Значення SAIDI не залежить від типу населеного пункту.

Довгі відключення в мережах високої напруги 110/154 кВ мають поодинокий характер і відбуваються переважно з вини інших осіб, тобто обладнання і мережа не є причиною відключень. Подібна ситуація в мережах напругою 27,5/35 кВ та 6/20 кВ, але там спостерігається зростання різного типу відключень в 3 кварталі 2018 року, що можуть свідчити про накопичення проблем різного типу, в тому числі і технологічних, пов'язаних з обладнанням та станом мережі (рис. 1).

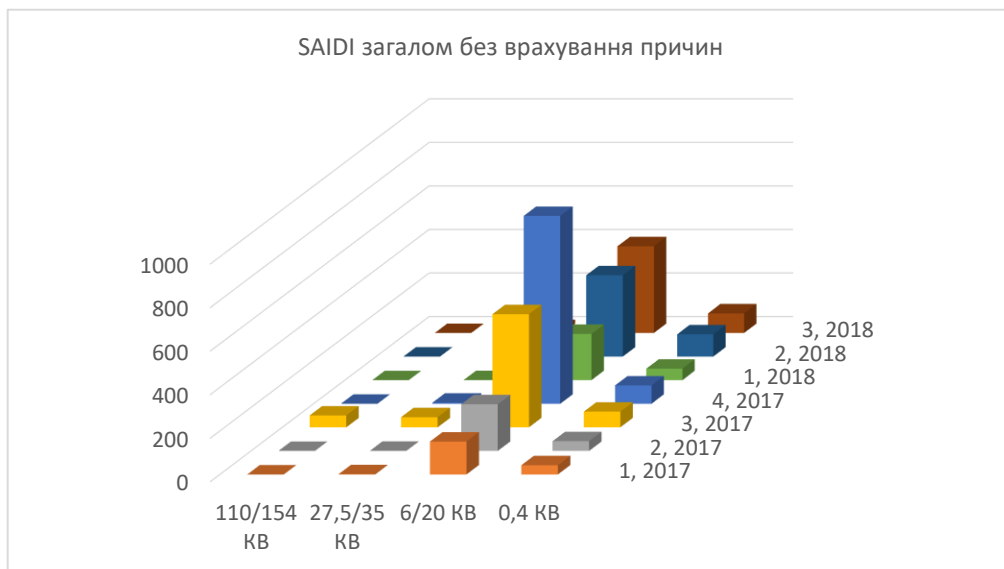


Рис. 1. Розподіл SAIDI без деталізації причин

Якщо аналізувати довгі відключення в мережах напруги 0,4 кВ, тобто на місцевому рівні (рис. 2), то тут стабільно спостерігаються або заплановані відключення, в тому числі для ремонту і профілактики, так і незаплановані відключення з технологічних причин. З цього можна зробити висновок про поганий стан саме місцевих мереж.

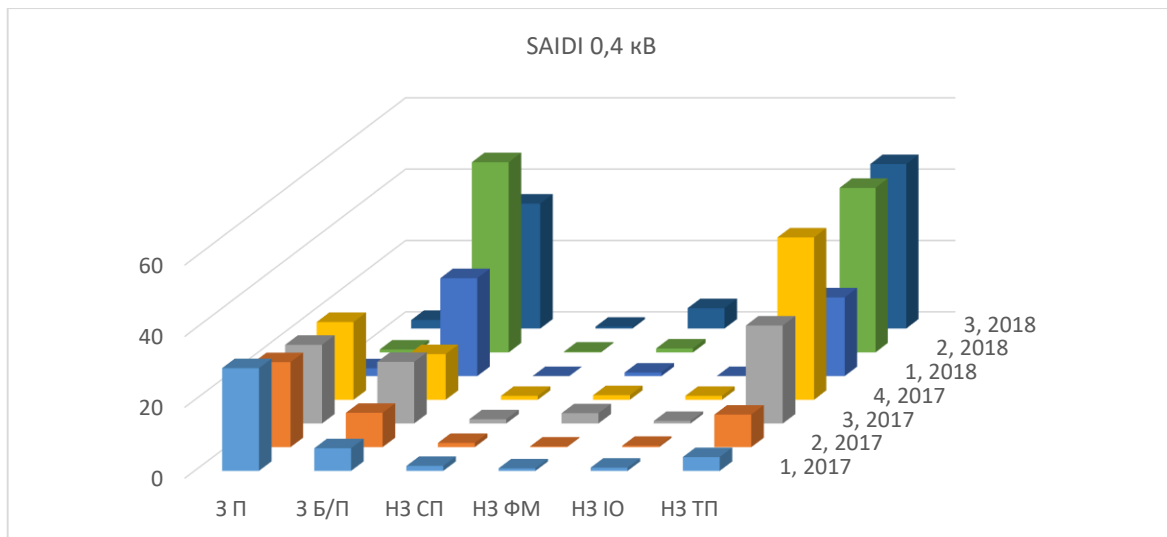


Рис. 2. Індекс SAIDI для мереж 0,4 кВ з розподілом по причинах

Наступним показником є індекс частоти відключень SAIFI, який теж важливий, оскільки показує наскільки часто споживач стикається з зникненням електроенергії. Для порівняння в табл. 1. Наведено значення цього індексу для розвинених країн світу і України.

Таблиця 1

Середнє значення SAIFI для різних країн [2]

Країна	Значення SAIFI, хв./споживача
США	0,9
Великобританія	0,77
Бельгія	0,94
Швеція	1,2
Італія	3,8
Нідерланди	0,14
Франція	1,26
Україна	6,3

Бачимо, що в Україні цей показник в кілька разів вищий ніж в країнах ЕС та США. Необхідно зазначити, що середній показник SAIFI для ЛЕО значно нижчий ніж в табл. 1, а його максимальне значення становить 2,65 за досліджуваний період.

Аналіз SAIFI для мереж «нижнього рівня» показує, що частота відключень на рівні 6/20 кВ практично стабільно вища у селах, а на рівні 0,4 кВ – у містах.

Як і для SAIDI, для SAIFI на рівні 110/154 кВ спостерігається яскраво виражений максимум в 3 кварталі 2017 р з вини інших осіб, який можна розглядати, як окремий випадок.

При розгляді причин відключень для відключень без попередження для мереж 27,5/35, 6/20 та 0,4 кВ ситуація подібна з яскраво вираженою перевагою технологічної складової серед причин відключень (рис. 3, 4).

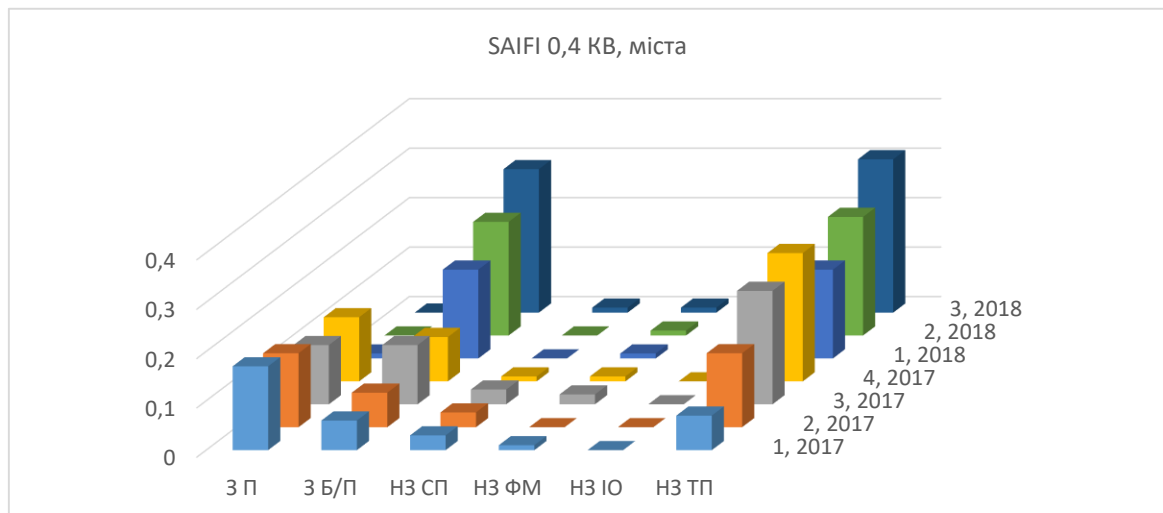


Рис. 3. Розподіл SAIFI для мереж 0,4 кВ, міста

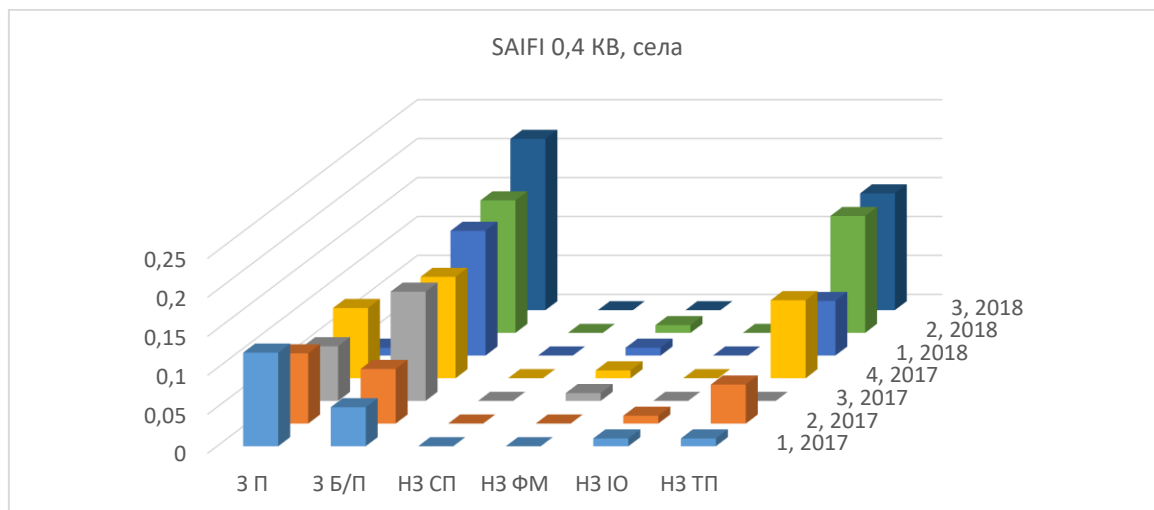


Рис. 4. Розподіл SAIFI для мереж 0,4 кВ, села

Розподіл по типу населених пунктів показує що технологічна складова більш впливає на частоту відключення у містах, як на рівні 6/20 кВ, так і на рівні 0,4 кВ. Тобто можна припустити, що мають місце дрібні аварії. Але для сіл внесок запланованих відключень значно вищий.

Аналіз MAIFI свідчить про значну перевагу запланованих відключень у порівнянні з іншими видами (рис. 5). Це можна вважати цілком нормальним для що є цілком нормальним для працюючої мережі, де проводяться ремонтні роботи та підключення/відключення споживачів.

Розподіл MAIFI по типам населених пунктів для мереж «нижнього рівня» показує перевищення міського компонента для мереж 6/20 кВ у 2017 році та його зниження у 2018 (рис. 6). На рівні 0,4 кВ присутній яскраво виражений максимум у 3 кварталі 2018 р.

Короткотривалі відключення для мереж з напругою 110/154 та 27,5/35 кВ в досліджуваній період відсутні.

Серед причин відключень для міст і сіл однаково для мережі 6/20 кВ на першому місці стоять відключення з попередженням. Тобто дрібні аварії на цьому рівні досить нечасте явище.

Картина для мережі 0,4 кВ подібна до мережі 6/20 кВ.

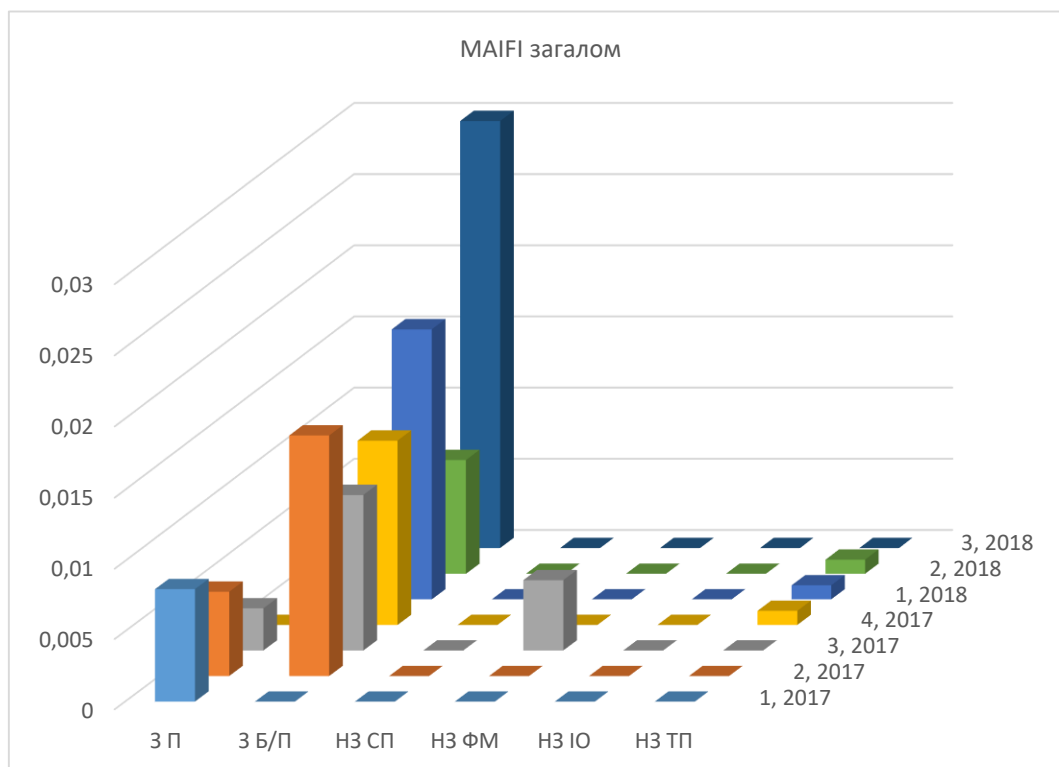


Рис. 5. MAIFI загалом

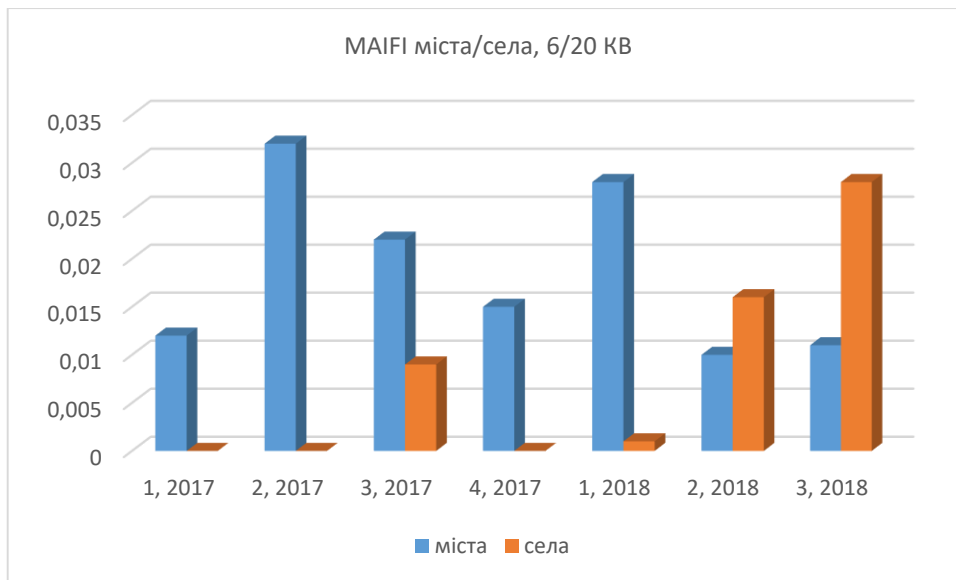


Рис. 6. MAIFI 6/20 кВ міста/села



а)



б)



в)

Рис. 7. Динаміка індексів впродовж 2017-2018 рр.

Аналізуючи загальну динаміку змін індексів можна зазначити, що всі вони мають значні коливання, але неможливо визначити період в якому б спостерігався одночасні екстремуми, тобто процес

поліпшення/погіршення якості постачання та зростання/зменшення кількості відключень має загалом випадковий характер

Оскільки розрахунковий обсяг недовідпущеної електроенергії (ENS) є результуючою раніш розглянутих показників аналіз по ньому не проводився.

Висновки. Причинами відключення споживачів від електропостачання можуть бути як дії непереборних сил так і дії самих споживачів, сторонніх осіб, а також технологічні причини, наприклад аварії. В більшості випадків проаналізовані відключення не носять ознак технологічного характеру. Якщо окремо аналізувати саме відключення з технологічних причин, то видно, що вони в основному відбуваються в мережах 6/20 та 0,4 кВ, тобто на рівні міських та сільських, або поселкових мереж. Більшість технологічних відключень відносяться до короткострокових, але мають місце і тривалі відключення. Вірогідними причинами таких відключень може бути або перевантаження, або зношеність обладнання.

Література

1. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж: підручник / А. В. Журахівський, С. В. Казанський, Ю. П. Матеєнко, О. Р. Пастух. – Київ. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 456 с.
2. Кириленко О. В. Аналіз надійності функціонування електроенергетичних об'єктів : монографія / О. В. Кириленко, Б. М. Кінаш, В. І. Гудим – Київ., 2008.– 224 с.
3. Зорін Є. В., Казанський С. В., Олефір Д. О. Забезпечення надійної роботи ОЕС України – нагальна потреба сучасності // Електропанорама. – № 4, 7-8, – 2007. – С. 86–91
4. Основні параметри енергозабезпечення національної економіки на період до 2020 року [Текст] / Б. С. Стогній, О. В. Кириленко, А. В. Праховник [і ін.]. – К.: Вид. Ін-ту електродинаміки НАН України, 2011. – 275 с.
5. Методические основы расчета уровней надежности и качества услуг сетевых организаций [Електронний ресурс] / Валерий Эдельман, исполнительный директор ОАО «Экономтехэнерго», д. э. н., профессор Илья Фраер главный научный сотрудник ОАО «Экономтехэнерго», к. т. н., с. н. с. Журнал "ЭнергоРынок" №6 за 2010 год. Режим доступа до ресурсу: <http://www.e-m.ru/er/2010-06/29613/>. — Назва з екрану

References

1. Reliability of electric power systems and electrical networks: a textbook / AV Zhurahovsky, SV Kazansky, Yu. P. Mateenko, O. R. Pastukh. - Kyiv. : KPI them. Igor Sikorsky, View of "Polytechnic", 2017. - 456 p.
2. Kyrylenko O. V. Analysis of reliability of functioning of electric power objects: monograph / O. V. Kirilenko, B. M. Kinash, V. I. Gudim - Kyiv., 2008.- 224 p.
3. Zorin EV, Kazansky SV, Olefir D. O. Providing reliable work of the UES of Ukraine - an urgent need of modern times // Elektropanorama. - No. 4, 7-8, - 2007. - P. 86-91
4. Basic parameters of energy supply of the national economy for the period up to 2020 [Text] / B.S. Stogniy, A.V. Kirilenko, A.V. Prachovnik [and others.]. - K.: Kind. Institute of Electrodynamics of NAS of Ukraine, 2011. - 275 p.
5. Methodical bases for calculating the levels of reliability and quality of services of network organizations [Electronic resource] / Valery Edelman, executive director of JSC "Economtechenergo", d. er Prof. Ilya Fraer, Chief Researcher of JSC "Economtekhenergo", Ph.D., sec. n with. Magazine "Energy Market" №6 for 2010. The mode of access to the resource: <http://www.e-m.ru/er/2010-06/29613/>. — Named screen

ANALYSIS OF QUALITY OF ELECTRICAL DELIVERY AND REASONS OF SHUTDOWNS CONSUMPTION CONSUMERS IN THE PART OF LUGANSK REGION CONTROLLED BY UKRAINE

The article presents the results of the analysis of the quality of electricity supply and the main reasons for the disconnection of electricity consumers in the control part of the Luhansk region on the basis of the processing of statistical data of the Luhansk energy system. Segmentation of disconnections is proposed depending on the type of settlements, the voltage in the network and the reasons for the interruption of electricity supply and analyzed separately for each segment.

Keywords: power supply, OEC, LEO, reliability of power supply, disconnection, power supply, consumers

Інформація про авторів.

Жидков Андрій Борисович – доцент кафедри електричної інженерії СНУ ім. В. Даля, к.т.н., доц.

Без'язичний Сергій Вікторович – заступник директора ТОВ «Енера Схід».