

DISTRIBUȚIILE REFUZURILOR ÎN SISTEMELE DE ALIMENTARE CU ENERGIE ELECTRICĂ A CONSUMATORILOR DIN SECTORUL AGRAR

Victor POPESCU, Alexandru POPA, Sergiu APARATU

Universitatea Agrară de Stat din Moldova

Rezumat: Sistemele de distribuție a energiei electrice sunt o parte componentă a sistemelor electroenergetice și de funcționarea lor depinde întregul proces de alimentare cu energie electrică a consumatorilor, inclusiv și acelor din sectorul agrar.

La etapa actuală procesul de distribuție a energiei electrice este însoțit de multe probleme, dintre care problema cheie este cea a fiabilității de alimentare cu energie electrică a tuturor consumatorilor, căreia trebuie să-i acordăm o deosebită atenție.

Lucrarea de față este dedicată problemelor de estimare și prognoză a intensității refuzurilor aleatoare din sistemele de distribuție și alimentare cu energie electrică a consumatorilor din sectorul agrar.

Cuvinte cheie: *Fiabilitatea sistemelor electrice de distribuție, indicatori de fiabilitate, modele matematice, legi de distribuție, intensitatea refuzurilor din sistemele electrice.*

1. Introducere

Sistemele de distribuție și alimentare cu energie electrică sunt o parte componentă a sistemelor electroenergetice și de modul de funcționare a lor depinde întregul proces de alimentare cu energie electrică a tuturor consumatorilor. Funcționarea sistemelor de alimentare cu energie electrică este însoțită de multe probleme dintre care cea mai importantă este cea a fiabilității acestor sisteme, care la etapa actuală constituie problema cheie de dezvoltare a electroenergeticii [3].

Determinarea nivelului de fiabilitate constituie un proces absolut necesar, care poate fi atât de prognoză cât și de calcul real în procesul de exploatare a sistemelor respective. Procesul de analiză și calcul al fiabilității sistemelor de distribuție și alimentare cu energie electrică se efectuează prin intermediul indicatorilor de fiabilitate. Determinarea acestor indicatori pentru sistemele actuale, este o problemă destul de dificilă, datorită faptului că, la moment aceste sisteme au o structură complexă [1,4].

La etapa de față în sistemele de distribuție și alimentare cu energie electrică a consumatorilor agricoli au loc un număr mare de refuzuri în funcționare, care afectează fiabilitatea și continuitatea procesului de alimentare cu energie electrică a acestor consumatori. Estimarea intensității acestor refuzuri, determinarea legilor de apariție și prognozarea lor, permit elaborarea măsurilor de asigurare a nivelului de fiabilitate a sistemelor electrice [2,5].

Lucrarea este dedicată problemelor de estimare și prognoză a intensității refuzurilor din sistemele de distribuție și alimentare cu energie electrică a consumatorilor agricoli din Republica Moldova, reieșind din influența factorilor aleatori care au cauzat apariția întreruperilor în alimentarea cu energie electrică a consumatorilor.

2. Material și metodă

Evoluția refuzurilor în sistemele de distribuție republicane a fost urmărită în conformitate cu amplasarea lor geografică. Au fost examinate sistemele din partea centrală și de sud a Republicii Moldova.

Pentru aprecierea evoluției indicatorilor de fiabilitate a sistemelor de alimentare cu energie electrică pe perioada cercetată, s-au înregistrat și analizat toate întreruperile care au avut loc în aceste sisteme: aleatorii (**A**), programate (**P**) și manevre (**M**). Aceste întreruperi au fost înregistrate zilnic pe parcursul anilor 2006-2011.

S-a stabilit, că pentru a prognoza influența factorilor aleatori asupra fiabilității sistemelor de alimentare cu energie electrică este absolut necesar de determinat legile de distribuție pentru refuzurile cauzate de factorii respectivi și parametrii acestor distribuții. În conformitate cu cele menționate s-au examinat distribuțiile experimentale și cele teoretice pentru următorii indici: frecvența de apariție a refuzurilor pe sistem și sezon, durata refuzurilor și numărul consumatorilor deconectați.

În figura 1 este prezentată schema de structură a unui subsistem de distribuție din cele cercetate.

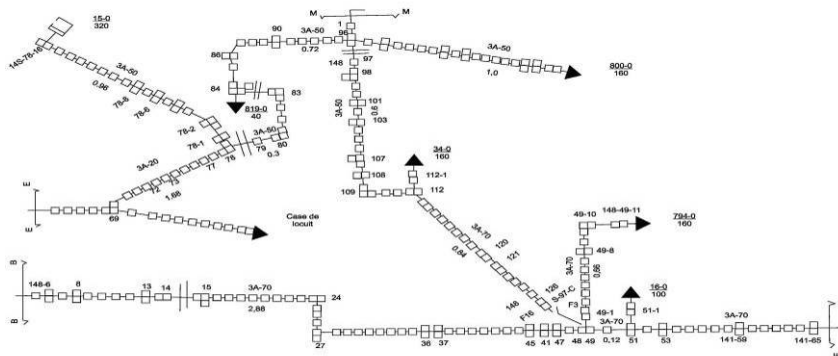


Fig. 1. Schema de structură a unui subsistem de distribuție din sectorul rural

3. Rezultate și discuții

La prima etapă a cercetărilor s-au analizat frecvențele de apariție a refuzurilor la 100 km de rețea, pentru toți factorii de influență.

În tabelul 1 se prezintă parametrii distribuției refuzurilor, care apar sezonier la 100 km de linie în sistemele de alimentare cu energie electrică.

Tabelul 1. Parametrii distribuțiilor refuzurilor condiționate de factorii de influență în funcție de sezon

N.	Factorii	Num. med. de într.	D	σ	Coef. de var.	Num. min. de într.	Num. max. de într.	Dia-pa-zon, într.	Lim. de jos, într.	Lim. de sus, într.	Coef. de asim.	Coef. de exces	Repartiția teoretică apropiată
1	Acte de vandalism	0,36	0,01	0,11	0,30	0,15	0,55	0,40	0,31	0,41	-0,37	-0,18	Normală
2	Acțiunea animalelor și păsărilor	0,20	0,01	0,12	0,57	0,06	0,42	0,36	0,15	0,26	0,81	-1,12	Normală
3	Acțiunea diferitor mecanisme	0,15	0,00	0,07	0,45	0,06	0,28	0,22	0,12	0,18	0,79	-0,63	Normală
4	Avarii cauzate de vegetație	0,33	0,03	0,17	0,51	0,04	0,68	0,64	0,25	0,41	0,86	0,11	Normală
5	Calitatea energiei electrice	0,03	0,00	0,02	0,59	0,01	0,06	0,05	0,02	0,03	1,00	-0,80	Normală
6	Condiții climaterice	4,08	2,42	1,56	0,38	1,19	6,73	5,54	3,35	4,81	-0,27	-0,80	Normală
7	Defecte din cauza consumatorilor	0,84	0,14	0,37	0,44	0,26	1,61	1,35	0,66	1,01	1,03	-0,09	Normală
8	Defecte în echipamente	4,67	2,52	1,59	0,34	2,19	9,00	6,81	3,92	5,41	1,92	1,49	Normală
9	Defecte în rețele de transport	0,19	0,01	0,08	0,44	0,08	0,40	0,32	0,15	0,23	1,32	0,35	Normală
10	Defecte la PDC	0,72	0,20	0,45	0,62	0,23	2,12	1,89	0,51	0,93	1,09	1,64	Normală
11	Erori de exploatare	0,02	0,00	0,01	0,55	0,01	0,04	0,03	0,02	0,03	0,83	-1,24	Normală
12	Factori neidentificați	4,49	3,54	1,88	0,42	2,05	9,64	7,59	3,61	5,37	1,36	1,66	Normală

Ca rezultat al procesării datelor experimentale s-a determinat că întreruperile aleatorii din punct de vedere a apariției lor pe sistem și sezon se caracterizează cu distribuția Normală-Gaussiană, pentru toți cei 12

factori de influență. Acest fapt permite de a examina rezultatele privind procesarea refuzurilor ca un ansamblu de date compatibile, care aparțin aceleiași comunități.

În tabelul 2 sunt prezentate modele matematice elaborate și parametrii lor, ce determină legile de distribuție experimentale și cele teoretice ale întreruperilor aleatorii în funcție de durată.

Tabelul 2. Legile de distribuție ale refuzurilor în funcție de durată și numărul consumatorilor afectați

N.	Factorii	Distribuțiile refuzurilor după durată		Distribuțiile refuzurilor după numărul consumatorilor afectați	
		Tipul funcției	Modelul matematic	Tipul funcției	Modelul matematic
1	Acte de vandalism	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$
2	Ațiunea animalelor și păsărilor	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$
3	Ațiunea mecanismelor	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$
4	Avarii cauzate de vegetație	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$
5	Calitatea energiei electrice	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$
6	Condiții climaterice	Lognormal 3-parametri	$y = e^{a+b/x+ctn(x)}$	Lognormal 3-Param.	$y = e^{a+b/x+ctn(x)}$
7	Defecte din cauza consumatorilor	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$
8	Defecte în echipamente	Lognormal 3-parametri	$y = e^{a+b/x+ctn(x)}$	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$
9	Defecte în rețele de transport	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$
10	Defecte la PDC	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$
11	Erori de exploatare	Exponentială	$y = ae^{b/x}$	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$
12	Factori neidentificați	Weibull	$y = a - be^{-cx^d}$	Log-Logistic 3-Param.	$y = a/[1 + (x/b)^c]$

Modelele matematice elaborate confirmă că, cei 12 factori de influență, din punct de vedere a duratelor întreruperilor cauzate au comportări diferite. Din cele prezentate se poate de constatat că 9 din ei (acte de vandalism, ațiunea animalelor și păsărilor, ațiunea diferitor mecanisme, avarii cauzate de vegetație, calitatea energiei electrice, defecte din cauza consumatorilor, defecte în rețele de transport, defecte la PDC, factori neidentificați) se caracterizează cu legea de distribuție de tip Weibull, 2 factori (defecte în echipamente, condiții climaterice) au o distribuție de tip Lognormal (3-parametri) și un factor (erori de exploatare) are o distribuție Exponentială.

S-a constatat că, după numărul de consumatori afectați, 10 factori se caracterizează cu legea de distribuție de tip Weibull (acte de vandalism, ațiunea animalelor și păsărilor, ațiunea diferitor mecanisme, avarii cauzate de vegetație, calitatea energiei electrice, defecte din cauza consumatorilor, defecte în rețele de transport, defecte la PDC, defecte în echipamente, erori de exploatare), unul din ei (condițiile climaterice) se descrie cu modelul de tip Lognormal (3-Parametri) și unul (factori neidentificați) cu modelul Log-Logistic (3-Parametri).

Ca exemplu în figura 2 sunt prezentate grafic distribuțiile refuzurilor cauzate de 2 factori, care au comportări diferite: defecte din cauza consumatorilor, erori de exploatare.

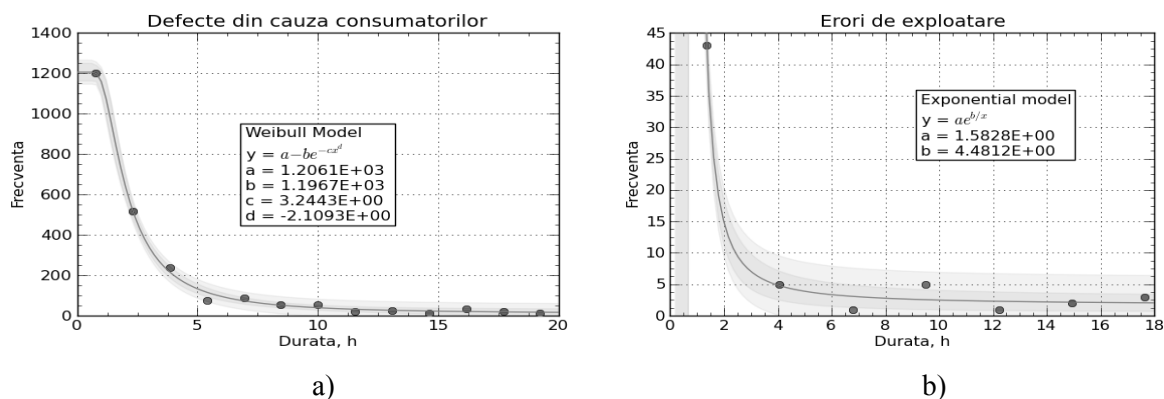


Fig. 2. Interpretarea grafică a distribuțiilor refuzurilor după durată pentru factorii de influență: defecte din cauza consumatorilor (a), erori de exploatare (b)

În baza modelelor matematice elaborate au fost stabiliți parametrii principali ai distribuțiilor refuzurilor pentru cei 12 factori de influență: numărul total de întreruperi cauzate, durata medie a întreruperilor, numărul mediu de consumatori deconectați, abaterea medie pătratică σ , coeficientul de variație, durata minimă și maximă a întreruperilor, numărul minim și maxim a consumatorilor deconectați, diapazonul, valorile marginale ale intervalului de încredere, coeficienții de asimetrie și exces.

Rezultatele obținute cu privire la comportările statistice ale refuzurilor din sistemele de alimentare cu energie electrică, permit de a prognoza cu credibilitatea de 95% următorii indici: numărul așteptat de întreruperi pe sistem, în funcție de amplasarea geografică și sezon; durata acestor întreruperi; numărul de consumatori care pot fi afectați.

4. Concluzii

1. Refuzurile aleatoare în sistemele de distribuție și alimentare cu energie electrică depind de o multitudine de factori. Cunoașterea legăturilor derulării acestor refuzuri în timp permite o planificare justificată din punct de vedere tehnic și economic a măsurilor de asigurare a indicatorilor normați de fiabilitate.

2. În baza analizei unui ansamblu extins de date experimentale, cu privire la refuzurile din sistemele de alimentare cu energie electrică a consumatorilor din sectorul agrar, au fost evidențiați factorii de influență și determinați parametrii distribuțiilor refuzurilor în funcție de sezon și amplasarea geografică a sistemelor examinate, care corespund distribuției Normale-Gauss.

3. S-au determinat cele mai apropiate distribuții teoretice pentru descrierea intensității refuzurilor, în funcție de durată și numărul consumatorilor afectați, cu evidențierea a patru tipuri de distribuții teoretice: Weibull, LogNormal, Log-Logistic și Exponențială.

Bibliografie

1. Erhan F., Popescu V., Lupușor Irina. *Influența regimurilor nesimetrice asupra fiabilității echipamentelor electrice. Problemele energiei regionale*, AȘM, Chișinău, 2010 nr.1 (12), p. 22-27.
2. Erhan F., Popescu V. *Problema optimizării fiabilității sistemelor de distribuție a energiei electrice. Problemele energiei regionale*, AȘM, Chișinău, 2011 nr.1(15), p.29-34.
3. Eftimie C. Soare D. *Fiabilitatea sistemelor de distribuție electroenergetice industriale*. București 1979. 250 p.
4. Felea I., Dzițac Simona, *Fiabilitatea Echipamentelor și Sistemelor Energetice*. Editura Universității din Oradea, 2006.
5. Popescu V. *Determinarea influenței factorilor aleatori asupra fiabilității sistemelor de distribuție a energiei electrice*. Autoreferat al tezei de doctor. Chișinău, 2012, 31 p.