

УДК 63:621.311:519.21

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ВВОДАХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В. А. ВОРОБЬЕВ

(Кафедра электрификации с.-х. производства)

В связи с развитием электрификации сельскохозяйственного производства возникает необходимость в более точном определении электрических нагрузок на вводах сельскохозяйственных предприятий. Существующие методы расчета не обладают достаточной точностью, вследствие чего трансформаторные подстанции и линии электропередачи нередко имеют низкую загрузку [1, 2, 7, 8].

В данной статье приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований электрических нагрузок на вводах сельскохозяйственных предприятий. Даются примеры их расчетов на вводах животноводческих объектов способами, теоретически обоснованными в предыдущих сообщениях [4, 5].

Расчет электрических нагрузок по данным о режимах работы электроприемников

Как отмечалось ранее [4], число электроприемников на сельскохозяйственном предприятии распределяется по преобразованному закону Пуассона вида

$$w_k = (\lambda t_{cp})^k / (k! e^{\lambda t_{cp}}), \quad (1)$$

где w_k — вероятность появления максимальной нагрузки, принимается на уровне 0,005; λ — интенсивность включений электроприемников, 1/ч; t_{cp} — среднее время работы электроприемника, ч; k — число электроприемников при максимальной нагрузке.

Для практических расчетов выражение (1) упрощено. Получены два уравнения:

$$k = 2,49 (\lambda t_{cp})^{0,82} + 2,23 \text{ при } \lambda t_{cp} \leq 45; \quad (2)$$

$$k = 1,07 \lambda t_{cp} + 13,27 \text{ при } \lambda t_{cp} \geq 45. \quad (3)$$

При расчетах электрических нагрузок сначала определяем интенсивность включений электроприемников

$$\lambda = n_o / T_{cm}, \quad (4)$$

где n_o — число включений ординарных электроприемников в течение самой напряженной смены; T_{cm} — продолжительность смены, ч.

Так как нас интересует получасовая максимальная нагрузка, то

$$\lambda_{0,5} = n_o / 2T_{cm}. \quad (5)$$

Продолжительность смены на молочных комплексах с 3-кратным доением $T_{cm} = 24 : 3 = 8$ ч, для птицеводческих, свиноводческих и откормочных комплексов $T_{cm} = 24 : 2 = 12$ ч.

При определении числа включений электроприемников в смену необходимо учитывать лишь электроприемники, включае-

мые в разное время, т. е. ординарные. Те же, которые включаются одновременно, следует считать одним электроприемником (группа ламп накаливания, включаемая одним выключателем, включаемые одновременно вентилятор и нагревательные элементы калорифера и т. д.).

Находим среднюю мощность одного ординарного электроприемника

$$P_{cp}^{ан} = \sum_{i=1}^n P_i / n_o, \quad (6)$$

где P_i — установленная мощность i -того электроприемника. Ввиду того что мощности включаемых электроприемников отличаются друг от друга в десятки, а иногда и в сотни раз, уровни нарастания электрической нагрузки в любые отдельные моменты времени никогда не повторяются.

По [9], в рассматриваемом случае поток включений электроприемников представляет собой поток «вызывающих моментов», распределенных по закону Пуассона. В каждый «вызывающий момент» включается случайное число элементарных электроприемников. Полное условное число последних можно определить, разделив установленную мощность объекта на мощность самого меньшего электроприемника, т. е.

$$n_{\partial л} = \sum_{i=1}^n P_i / P_{\partial л}^{min}. \quad (7)$$

Таким образом, реальный поток включений электроприемников можно представить в виде потока групп включений элементарных электроприемников одинаковой мощности.

В соответствии с рекомендациями Г. П. Климова [9] следует учитывать вероятность включения m элементарных электроприемников в каждый «вызывающий момент» a_m , на которую следует умножать среднее число работающих электроприемников.

Чтобы это выполнить, нужно найти способ вычисления средней вероятности включения в каждый отдельный момент m элементарных электроприемников.

Если бы все электроприемники на предприятии включались на одинаковое время, то вероятность включения элементарных электроприемников зависела бы от распределения мощностей реальных электроприемников, т. е. определялась бы только статистической моделью электрифицированного объекта, используя которую, можно было бы вычислить среднее значение a_m . Но на реальных объектах в ряде случаев длительность работы электроприемника является случайной. Отношение времени работы электроприемника к продолжитель-

Таблица 1

Примеры расчета электрических нагрузок животноводческих комплексов

№	Объект	$P_{уст},$ кВт	n_0	$P_{сп}^{эп},$ кВт	$\lambda, 1/ч$	$t_{сп}, ч$	a	$P_{сп}^{рр},$ кВт	$P_{сп}^{ф},$ кВт	k	$P_p,$ кВт	$P_{квт}^{max},$ кВт	$I_{\Delta P},$ кВт	$\Delta P, \%$
Птицефабрика «Марийская», Марийская АССР														
1	ТП № 102	2110,3	930	2,27	38,75	2,25	87,2	197,94	196,19	107	242,89	241,92	0,97	0,4
2	ТП № 101	1767,88	1310	1,35	54,58	2,65	144,6	195,21	195,59	168	236,8	226,15	0,65	0,29
Петелинская птицефабрика, Московская обл.														
3	ТП № 2, Тр № 1	1281,36	266	4,82	11,08	4,14	45,9	221,24	218,74	60,2	290,16	284	6,16	2,2
4	ТП № 2, Тр № 2	1395,24	129	10,82	5,38	4,56	24,53	265,41	284,96	36,87	398,93	426	27,07	6,4
Комплекс по откорму крупного рогатого скота совхоза «Растовцы», Московская обл.														
5	ТП № 1	878,8	136	6,46	5,67	3,17	17,97	116,08	111,28	28,0	180,88	168,29	12,59	7,5
6	ТП № 2	635,9	168	3,79	7,0	0,65	4,55	17,24	16,21	10,89	41,27	39,44	1,83	4,6
Комплекс по откорму крупного рогатого скота совхоза «Дружба», Вологодская обл.														
7	ТП № 1	1339,9	869	1,54	36,2	2,57	93,0	143,22	147,26	113	174,02	181,44	7,42	4,1
Молочный комплекс совхоза «Победа», Московская обл.														
8	ТП № 1	688,5	100	6,9	6,25	3,15	19,7	135,93	130,53	31,1	214,59	195,64	18,95	9,7
9	ТП № 2	713,2	78	9,14	4,88	1,91	9,34	85,37	85,36	17,9	163,61	152,52	11,09	7,3
Свиноводческий комплекс совхоза им. 50-летия СССР, Горьковская обл.														
10	ТП № 68	1436,06	305	4,71	12,71	6,78	86,17	405,86	431,4	106	499,26	536,44	37,18	6,9
													$\Sigma \Delta P = 49,39 \%$	
													$\Delta P_{сп} = 4,94 \%$	

Примечание. ТП — трансформаторная подстанция; Тр — трансформатор.

ности смены тоже может быть мерилом вероятности включения этого электроприемника в течение смены [9]. При оценке параметра a_m следует учитывать и время работы каждого электроприемника, и его установленную мощность. Это обеспечивает формула определения среднего времени работы одного электроприемника, взвешенного по мощности,

$$t_{cp} = \frac{t_1 P_1 + t_2 P_2 + t_3 P_3 + \dots + t_n P_n}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}, \quad (8)$$

где $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ — средняя продолжительность работы электроприемников в смену, ч; $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ — установленные мощности электроприемников, кВт.

Следует отметить, что зависимость (8) используется также рядом авторов [3, 11] при выполнении расчетов электрических нагрузок на вводах промышленных предприятий как элемент, входящий в различные коэффициенты и повышающий точность расчетов. Значение математического ожидания числа электроприемников находим по формуле

$$a = \lambda t_{cp}. \quad (9)$$

Используя выражение (2) или (3), рассчитываем число электроприемников при максимальной нагрузке k .

Умножая число электроприемников при максимальной нагрузке на среднюю мощность одного электроприемника, получаем значение расчетной электрической нагрузки.

В табл. 1 даны примеры определения расчетных электрических нагрузок животноводческих комплексов по описанному методу и оценена его точность. Средняя ошибка при этом не превышает 5%. Такая высокая точность не обеспечивается другими существующими методами. Высока точность определения значений и средних нагрузок.

Ниже приводится пример расчета для ТП № 101 птицефабрики «Марийская» Марийской АССР. Имеем $P_{уст} = 1767,88$ кВт; $n_o = 1310$. Отсюда $P_{cp}^{zn} = P_{уст}/n_o = 1767,88 : 1310 = 1,35$ кВт; $\lambda = n_o/2T_{см} = 1310 : 12 \cdot 2 = 54,58$ 1/ч; t_{cp} по (8) $= 4689,75 : 1767,88 = 2,65$ ч; $a = \lambda t_{cp} = 54,58 \cdot 2,65 = 144,6$.

Таблица 2

Расчет электрических нагрузок статистическим методом

№ объекта по табл. 1	K_u	$K_{от}$	P_p^c , кВт	$ \Delta P $, кВт	ΔP , %
1	0,093	0,05	300,63	58,71	24,3
2	0,11	0,05	282,86	56,71	25,1
3	0,17	0,05	281,89	2,11	0,7
4	0,204	0,11	438,11	12,11	2,8
5	0,127	0,07	173,12	4,89	2,9
6	0,026	0,06	53,83	14,39	36,4
7	0,078	0,05	241,52	60,08	33,1
8	0,189	0,14	226,52	30,88	15,8
9	0,119	0,11	163,32	10,8	7,1
10	0,3	0,05	502,62	33,82	6,3
			$\Sigma \Delta P = 154,5\%$		
			$\Delta P_{cp} = 15,5\%$		

По зависимости (3) определяем $k = 168$.

$$P_p = k \cdot P_{cp}^{zn} = 168 \cdot 1,35 = 226,8 \text{ кВт}. \quad (10)$$

Фактическая максимальная нагрузка $P_{max} = 226,15$ кВт определена на основании недельной реализации электрических нагрузок на вводе обследованного предприятия.

Для сравнения в табл. 2 представлены элементы расчета электрических нагрузок на вводах тех же животноводческих комплексов статистическим методом, применяемым в промышленной энергетике [11]. В этом случае значение коэффициента спроса K_c определяется по выражению

$$K_c = K_u + K_{от}, \quad (11)$$

где K_u — расчетный коэффициент использования электроприемников; $K_{от}$ — коэффициент отклонения для максимума продолжительностью T . K_u находим, подставляя экспериментальные данные в формулу

$$K_u = P_{cp}/P_{уст}. \quad (12)$$

Коэффициент отклонения $K_{от}$ определен по кривым рис. 2.12 [11], для этого первоначально на основании статистических моделей животноводческих объектов рассчитаны эффективные числа электроприемников. Интервал осреднения принят 30 мин.

Средняя относительная ошибка расчета электрических нагрузок статистическим методом равна 15,5%. В нашем случае ее следует считать предельно возможно минимальной ввиду того, что значения коэффициента использования определены непосредственно на основании результатов обследования каждого конкретного объекта. Точность расчетов этим методом в реальных условиях будет еще меньше ввиду необходимости использования средних значений коэффициента использования, характерных для аналогичных по технологии предприятий.

Ниже дан пример расчета электрических нагрузок для ТП № 101 птицефабрики «Марийская» статистическим методом. $K_u = 195,59 : 1767,88 = 0,11$. Используя эффективное число электроприемников $n_e = 411,8$, определяем по рис. 2.12 [11] коэффициент отклонения $K_{от} = 0,05$. По формуле (11) имеем $K_c = 0,11 + 0,05 = 0,16$. На основании зависимости

$$P_p^c = K_c P_{уст} \quad (13)$$

получаем $P_p^c = 0,16 \cdot 1767,88 = 282,86$ кВт.

В табл. 3 приведены результаты расчета электрических нагрузок по методике Сельэнергопроекта [10] и оценена их точность. Средняя ошибка расчетов 64,2%. Это значительно ниже точности предлагаемого метода.

В табл. 4 даны примеры расчета электрических нагрузок на вводах животноводческих комплексов по методу упорядоченных диаграмм [11]. Коэффициент максимума K_m определяли по кривым рис. 2.11 [11], исходя из эффективных чисел электроприемников n_e и коэффициентов использования K_u . Переменной значения номинальной мощности, коэффициента использования и коэффициента максимума, получили расчетную нагрузку $P_p^{уд}$. Средняя ошибка расчета электрических нагрузок по ме-

Оценка точности расчета электрических нагрузок на вводах
обследованных сельскохозяйственных предприятий по методике Сельэнергопроекта

Предприятие	P_p , кВт (по [10])	Фактическая нагрузка		$ \Delta P $, кВт	ΔP , %
		I_{\max} , А	P_{\max} , кВт		
Откормочный комплекс крупного рогатого скота на 10 000 гол., совхоз «Раствовцы», Московская обл.	450	375	197,22	252,78	128,2
Откормочный комплекс крупного рогатого скота на 10 000 гол., совхоз «Дружба», Вологодская обл.	450	940	494,4	44,4	8,98
Молочный комплекс «Победа» на 1600 гол., Московская обл.	300	679	357,1	57,1	15,99
Комплекс по откорму свиней на 77 811 гол., совхоз им. 50-летия СССР, Горьковская обл.	942,5*	2120	1114,95	172,45	15,47
Комплекс по откорму свиней «Авдюковский» на 19 767 гол., Смоленская обл.	510,6*	1325	696,84	186,24	26,7
Рыжовская молочная ферма на 865 гол., Московская обл.	169,9	94	49,4	120,5	243,93
Молочная ферма «Котово» на 900 гол., Московская обл.	172,5	298,3	156,9	15,6	9,94
				$\Sigma \Delta P = 449,21\%$	
				$\Delta P_{cp} = 64,17\%$	

* Данные получены путем пересчета значений максимума нагрузки табл. П. I. I [10] путем экстра- и интерполяции.

тоду упорядоченных диаграмм составляет 16,4%, или в 3 раза больше, чем при использовании нашего метода.

$$\sigma = \sqrt{a}, \quad (15)$$

Расчет электрических нагрузок
по правилу «трех сигм»

Для распределения Пуассона числа работающих электроприемников, как было показано выше [4], справедливо равенство математического ожидания и дисперсии, т. е.

$$a = D = \sigma^2. \quad (14).$$

Зная a , можно определить среднеквадратическое отклонение числа работающих электроприемников

и использовать его для проверки расчетов и самостоятельного расчета электрических нагрузок предприятия.

Иллюстрируем эту возможность. Из данных табл. 5 видно, что точность расчета электрических нагрузок по правилу «трех сигм» (в наших расчетах используется кратность меры рассеяния, равная 2,5) достаточно высокая (ошибка в среднем равна 5%).

Таким образом, исходя из предложенной модели формирования электрических нагрузок, можно использовать правило «трех сигм» для определения электрических на-

Таблица 4

Примеры расчета электрических нагрузок животноводческих комплексов по методу упорядоченных диаграмм

№ объекта по табл. 1	$P_{уст}$, кВт	K_u	n_9	K_m	P_p^y , кВт	ΔP , %
1	2110,3	0,093	51,7	1,4	274,76	13,6
2	1767,88	0,11	411,8	1,1	213,91	5,4
3	1281,36	0,17	133,17	1,13	246,15	13,3
4	1395,24	0,204	16,24	1,6	455,41	6,9
5	878,8	0,127	33,45	1,5	167,41	0,5
6	635,9	0,026	54,63	1,4	23,15	41,3
7	1339,9	0,078	194,44	1,15	120,19	33,8
8	688,5	0,189	9,34	2,0	260,25	33,0
9	713,2	0,119	14,88	1,95	165,5	8,5
10	1436,06	0,3	87,38	1,15	495,44	7,6
					$\Sigma \Delta P = 163,9\%$	
					$\Delta P_{cp}^y = 16,4\%$	

Расчет электрических нагрузок по правилу «трех сигм»

№ объек-та по табл. 1	<i>a</i>	$P_{cp}^{эл}$, кВт	\sqrt{a}	$2.5 \sqrt{a}$	$k = a + 2.5 \sqrt{a}$	P_p , кВт	P_{max}	$ \Delta P $, кВт	ΔP , %
1	87,2	2,27	9,34	23,35	110,55	249,84	241,92	7,92	3,3
2	144,6	1,35	12,06	30,15	174,75	235,91	226,15	9,76	4,3
3	45,9	4,82	6,78	16,95	62,85	302,94	284,0	18,94	6,7
4	24,53	10,82	4,95	12,38	36,91	399,37	426,0	26,63	6,3
5	17,97	6,46	4,24	10,6	28,57	184,56	168,29	16,27	9,7
6	4,55	3,79	2,13	5,33	9,88	37,45	39,44	1,99	5,0
7	93	1,54	9,64	24,1	117,1	180,33	181,44	1,11	0,6
8	19,7	6,9	4,44	11,1	30,8	212,52	195,64	16,88	8,6
9	9,34	9,14	3,06	7,65	16,99	155,29	152,52	2,77	1,8
10	86,17	4,71	9,28	23,2	109,37	515,13	536,44	21,31	4

$\Sigma \Delta = 50,3\%$
 $\Delta P_{cp} \approx 5\%$

грузок на вводах сельскохозяйственных предприятий. или

Суммирование электрических нагрузок нескольких сельскохозяйственных предприятий

$$g(z) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x_2, z - x_2) dx_2, \quad (17)$$

где $f(x_1)$ и $f(x_2)$ — законы распределения величин x_1 и x_2 .

Аналогично определяются законы распределения для большего числа случайных величин.

Ввиду того, что распределение числа работающих электроприемников любого предприятия подчинено преобразованному закону Пуассона [4], то

$$g(z) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{a_1^k}{k! e^{a_1}} \cdot \frac{a_2^{(z-k)}}{(z-k)! e^{a_2}} dk. \quad (18)$$

Упрощая выражение с помощью характеристических функций [6], получим

$$g(z) = \frac{(a_1 + a_2)^k}{k! e^{(a_1 + a_2)}}. \quad (19)$$

При проектировании систем электроснабжения сельскохозяйственного производства очень часто требуется рассчитывать электрические нагрузки в определенном узле сети от которого питается группа объектов, например на вводе районной подстанции. Для этого необходимо получить расчетные электрические нагрузки группы объектов. Задача суммирования отдельных распределений, как известно из [6], решается по правилам композиции законов распределения, согласно которым закон распределения суммы двух случайных слагаемых ($z = x_1 + x_2$) определяется по формулам

$$g(z) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x_1, z - x_1) dx_1 \quad (16)$$

Формулу (19) можно использовать для произвольного числа подгрупп электроприемников:

Таблица 6

Примеры суммирования электрических нагрузок на вводах животноводческих комплексов

№ объекта по табл. 1	Исходные данные				Суммарные расчетные данные						Фактические данные				
	$P_{уст}$, кВт	n_0	$P_{cp}^{эл}$, кВт	a	№ объектов	$P_{уст}$, кВт	n_0	$P_{cp}^{эл}$, кВт	a	k	P_p , кВт	I_{max} , А	P_{max} , кВт	$ \Delta P $, кВт	ΔP , %
1	2102,3	930	2,27	87,2	1+2	3870,18	2240	1,73	231,8	259	448,07	880	462,81	14,74	3,2
2	1767,88	1310	1,35	144,6	2+3	3049,24	1576	1,93	190,5	216	416,88	930	489,11	72,23	14,8
3	1281,36	266	4,82	45,9	3+4	2676,6	395	6,78	70,43	89	603,42	1270	667,92	64,5	9,7
4	1395,24	129	10,82	24,53	4+5	2274,04	312	7,29	48,73	63	459,27	1130	594,29	135,02	22,7
5	878,8	183	4,8	24,2	5+6	1514,7	351	4,32	28,75	41,6	179,71	375	197,22	17,51	8,9
6	635,9	168	3,79	4,55	6+7	1975,8	1037	1,91	97,55	118	225,38	409	215,1	10,28	4,7
7	1339,9	869	1,54	93	7+8	2028,4	969	2,09	112,7	135	282,15	667	350,79	68,64	19,6
8	688,5	100	6,9	19,7	8+9	1401,7	178	7,87	29,04	42	330,54	630	331,33	0,79	0,2
9	713,2	78	9,14	9,34	9+10	2149,26	383	5,61	95,51	116	650,76	1240	652,14	1,38	0,2
10	1436,06	305	4,71	86,17	6+1	2738,2	1098	2,49	91,75	112	278,88	518	272,43	6,45	2,4
					8+1	2790,8	1030	2,71	106,9	127	344,17	780	410,22	66,05	16,1
					3+5	2160,16	449	4,81	70,1	89	428,09	790	415,48	12,61	3,0
					5+8	1567,3	283	5,54	43,9	61	337,94	612	321,86	16,08	5,0
					3+10	2717,42	571	4,76	132,07	155	737,8	1470	773,1	35,3	4,6

$\Sigma \Delta P = 115,1\%$
 $\Delta P_{cp} = 8,2\%$

$$g(z) = \frac{(a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n)^k}{k! e^{(a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n)}}, \quad (20)$$

т. е., если числа работающих электроприемников отдельных подгрупп электроприемников распределены по преобразованному закону Пуассона, то и распределение их суммарного числа также подчинено данному закону, при этом математическое ожидание результирующего распределения будет равно сумме математических ожиданий составляющих.

Примеры суммирования электрических нагрузок на вводах животноводческих комплексов представлены в табл. 6. Рассмотрим последовательность расчета электрической нагрузки, например, для объектов № 8 и № 9 молочного комплекса совхоза «Победа» Московской области.

$$P_{уст} = 688,5 + 713,2 = 1401,7 \text{ кВт},$$

$$n_o^\Sigma = 100 + 78 = 178,$$

$$P_{cp}^{эн} = \frac{1401,7}{178} = 7,87 \text{ кВт},$$

$$a^\Sigma = 19,7 + 9,34 = 29,04.$$

На основании выражения (2) получаем число электроприемников, участвующих в максимуме $k=42$. Отсюда

$$P_p = k \cdot P_{cp}^{эн} = 42 \cdot 7,87 = 330,54 \text{ кВт}.$$

Для проверки правильности определения расчетных электрических нагрузок комплек-

сов и отдельных объектов использованы реализации тока, полученные экспериментально. Так, для нашего примера максимальная нагрузка на вводе объектов № 8 и № 9 имела место в интервале с 16.00 до 16.30 и составила $630 \text{ А} = 630 \cdot 0,8 \times \times 1,73 \cdot 0,380 = 331,33 \text{ кВт}$.

Относительная ошибка определения общей расчетной нагрузки объектов № 8 и № 9 равнялась 0,2%. Аналогичные данные получены и по ряду других объектов (табл. 6).

Итак, использование зависимости (20) обеспечивает достаточно точные результаты. Средняя относительная погрешность расчета суммарных электрических нагрузок не превышает 8,2%. При этом характерно, что точность определения общих расчетных электрических нагрузок для объектов со сходной технологией производства продукции выше, чем для объектов, имеющих различные технологии.

Сопоставление наших данных с результатами, полученными при использовании методики Сельэнергопроекта [10], показывает, что последние также имеют достаточно высокую точность. Таким образом, впервые теоретически обосновано суммирование электрических нагрузок на вводах сельскохозяйственных предприятий. Показано, что при суммировании электрических нагрузок следует учитывать математические ожидания работающих электроприемников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Банников Ю. И., Спиридонов В. А. Исследование нагрузочного режима трансформатора сельской электрификации. — *Тр. ЧИМЭСХ. Челябинск*, 1975, вып. 106, с. 51—56. — 2. Васильев И. Г., Пястолов А. А. Нагрузка трансформаторов сельских сетей. — *Тр. ЧИМЭСХ. Челябинск*, 1975, вып. 106, с. 57—58. — 3. Волобринский С. Д., Каялов Г. М., Клейн П. Н., Мешель Б. С. Электрические нагрузки промышленных предприятий. — *М.: Л.: Энергия*, 1964. — 4. Воробьев В. А. Распределение числа работающих электроприемников на сельскохозяйственном предприятии. — *Изв. ТСХА*, 1982, вып. 4, с. 157—164. — 5. Воробьев В. А. Особенности работы электроприемников сельскохозяйственного предприятия. — *Механизация и электрификация сельск. хоз-ва*, 1984, № 5, с. 40—44. — 6. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей. — *М.: Наука*, 1965. — 7. Дарман-

чев А. А., Прудников Н. И., Симонковский С. Ф. Загруженность трансформаторов сельских потребительских подстанций. — *Электричество*, 1970, № 2, с. 89—90. — 8. Джаржанов А. К., Рабинович М. Н., Гайнуллин Ф. Р. Снижение потерь электроэнергии в сельских сетях. — *Механизация и электрификация сельск. хоз-ва*, 1981, № 6, с. 26—28. — 9. Климов Г. П. Стохастические системы обслуживания. — *М.: Наука*, 1966. — 10. Методические указания по расчету электрических нагрузок в сетях 0,38—110 кВ сельскохозяйственного назначения. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства. М.: ВГПИНИИ «Сельэнергопроект». 1981, ноябрь. — 11. Федоров А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий. М.: Энергия, 1981.

Статья поступила 10 мая 1985 г.

SUMMARY

The article contains the methods of calculation of electric loads of farm enterprises worked out by the author on the basis of transformed Poisson law. These methods

allow to optimize the operating regime of electric receivers, rates of electricity consumptions and to summarize the electric loads.