

УДК 621.317.353.018.3

DOI 10.62595/1819-5245-2026-1-114-127

## ПАРАМЕТРЫ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ БЫТОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИЕМНИКОВ

**О. Г. ШИРОКОВ, Т. В. АЛФЕРОВА, В. В. БАХМУТСКАЯ**

*Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого»,  
Республика Беларусь*

*Представлены параметры тока и напряжения при включении некоторых бытовых электроприемников в работу, содержащие визуализацию пусковых процессов в форме регистрограмм, минимальную и максимальную длительность пуска, минимальную и максимальную кратность пускового тока, минимальную и максимальную глубину пусковых провалов напряжения. Полученные экспериментальным путем пусковые параметры тока и напряжения при включении бытовых электроприемников в работу позволяют более точно определять расчетные нагрузки бытового сектора путем обоснованного учета электроприемника с наибольшим пусковым током.*

**Ключевые слова:** бытовые электроприемники, питающая сеть, цифровая регистрация, длительность пуска, кратность пускового тока, глубина пускового провала напряжения.

**Для цитирования.** Широков, О. Г. Параметры тока и напряжения при включении бытовых электроприемников / О. Г. Широков, Т. В. Алферова, В. В. Бахмутская // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2026. – № 1 (104). – С. 114–127. – DOI 10.62595/1819-5245-2026-1-114-127

## CURRENT AND VOLTAGE PARAMETERS WHEN TURNING ON HOUSEHOLD ELECTRICAL APPLIANCES

**O. G. SHIROKOV, T. V. ALFEROVA, V. V. BAKHMUTSKAYA**

*Sukhoi State Technical University of Gomel,  
the Republic of Belarus*

*The current and voltage parameters for starting certain household electrical appliances are presented. They include visualizations of the starting processes in the form of loggrams, the minimum and maximum starting duration, the minimum and maximum inrush current, and the minimum and maximum depth of inrush voltage brownouts. The experimentally obtained starting current and voltage parameters for starting household electrical appliances allow for a more accurate determination of the estimated loads in the household sector by appropriately accounting for the appliance with the highest inrush current.*

**Keywords:** household electrical appliances, power supply network, digital registration, starting duration, starting current ratio, starting voltage brownout depth.

**For citation.** Shirokov O. G., Alferova T. V., Bakhmutskaya V. V. Current and voltage parameters when turning on household electrical appliances. *Vestnik Gomel'skogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni P. O. Sukhogo*, 2026, no. 1 (104), pp. 114–127 (in Russian). DOI 10.62595/1819-5245-2026-1-114-127

### Введение

Современные коммунально-бытовые потребители характеризуются как большим разнообразием электроприемников с различными электрическими свойствами, так и большой суммарной установленной мощностью, которая может составлять несколько десятков киловатт на одну квартиру или частный дом. При этом, даже если

бытовые электроприемники значительно различаются по установленной мощности, влияние каждого отдельно взятого на питающую сеть может быть незначительно, но их совокупность может обуславливать повышение требований к элементам системы электроснабжения в процессе ее проектирования. Для определения расчётных нагрузок питающей электросети необходим учет электроприемника с наибольшим пусковым током из питаемой группы. Для корректной настройки средств релейной защиты и автоматики желательно иметь информацию о длительности пускового режима и возможном пусковом провале напряжения.

В справочной литературе и технической документации к электрическим двигателям приводятся данные о кратности их пусковых токов ( $K_n$ ), для асинхронных двигателей, например,  $K_n$  составляет 5–7. Однако о длительности пуска и пусковых провалах напряжения данных нет, поскольку они также зависят и от характеристик питающей сети в точке подключения. В литературных источниках [8, 9] приводятся данные о кратности пусковых токов электроприемников, составляющих от 1,5 до 7, но визуализация пусковых процессов бытовых электроприемников в форме осциллограмм встречается редко [9, 10]. В ГОСТ IEC 60335-1-2015 [1] и ГОСТ СТБ IEC 60335-1-2013 [2], регламентирующих требования к безопасности бытовых и аналогичных электрических приборов, в разделе 9 «Пуск электромеханических приборов» указано: «Примечание – При необходимости требования и испытания указывают в стандартах части 2». А в технических нормативно-правовых актах (ТНПА) серии IEC 60335 части 2 [3–7], кратности пусковых характеристик бытовых электроприемников не нормируют.

В такой ситуации актуальными являются работы, направленные на определение пусковых параметров тока и напряжения при включении бытовых электроприемников в электрическую сеть [11–13].

Целью данной работы является определение параметров тока и напряжения при включении некоторых бытовых электроприемников в работу, содержащих визуализацию пусковых процессов в форме регистрограмм, минимальную и максимальную длительность пуска, минимальную и максимальную кратность пускового тока, минимальную и максимальную глубину пусковых провалов напряжения, и позволяющих более точно определять расчетные нагрузки бытового сектора путем обоснованного учета электроприемника с наибольшим пусковым током.

### **Основная часть**

Пусковые параметры тока и напряжения определялись в нормальных лабораторных условиях для некоторых конкретных доступных бытовых электроприемников: машинка для стрижки «Vitek VT-1356», микроволновая печь «LG MS2021U», электрочайник «HOLT HT-KT-001», электронные часы «Siumak», фен «Philips HP8182», миксер «BOSCH MFQ3010», блендер Clatronic SM3044, кофеварка REDMOND RCM-1512, пылесос LG VC33205NHTB, тепловентилятор KRP-2AW, паровой утюг SteamIron 3000Series ASO 2400W, тостер Maestro MR-700. Паспортные электрические характеристики этих бытовых электроприемников представлены в табл. 1. Из-за массогабаритных значений не определялись пусковые параметры тока и напряжения таких бытовых электроприемников, как электрические плиты и духовки, холодильники и морозильники, стиральные, сушильные и посудомоечные машины, телевизоры, кондиционеры, джакузи, музыкальные системы и т. д. Однако использованная в работе методика применима и для определения параметров тока и напряжения при включении в работу и этих бытовых электроприемников.

Определение пусковых параметров тока и напряжения выполнялось путем цифровой регистрации напряжений и токов при включении бытовых электроприемников

в питающую сеть с помощью комплекса регистрации параметров электрических сигналов (КРПЭС) по двум измерительным каналам с частотой опроса 5 кГц на каждый канал. Для каждого электроприемника регистрировались напряжение и ток не менее чем для десяти включений, чтобы зафиксировать регистрограммы для различных амплитудных значений питающего напряжения в момент включения. Обработка полученных визуализированных пусковых процессов в форме регистрограмм для различных амплитудных значений питающего напряжения в момент включения позволила определить минимальную и максимальную длительность пусков, минимальную и максимальную кратность пусковых токов, минимальную и максимальную глубину пусковых провалов напряжения при включении рассматриваемых бытовых электроприемников в конкретную питающую сеть.

Таблица 1

## Характеристики исследуемых бытовых электроприемников

Электроприемник	Номинальное напряжение питания $U_n$ , В	Максимальная мощность $P$ , Вт	Частота электрического тока $f_n$ , Гц	Номинальный ток $I_n$ , А
Машинка для стрижки «Vitek VT-1356»	230	15	50	0,07
Микроволновая печь «LG MS2021U»	230	1000	50	4,35
Электрочайник «HOLT HT-КТ-001»	220–240	2200	50	9,17
Электронные часы «Siimak»	220	7	50	0,03
Фен «Philips HP8182»	220–240	2200	50/60	9,17
Миксер «BOSCH MFQ3010»	220–240	300	50/60	1,25
Блендер Clatronic SM3044	230	400	50	1,74
Кофеварка REDMOND RCM-1512	220–240	1450	50/60	6,04
Пылесос LG VC33205NHTB	230	2000	50	8,70
Тепловентилятор KRP-2AW	220	1500	50	6,82
Паровой утюг SteamIron 3000Series ASO 2400W	220–240	2400	50	10,00
Тостер Maestro MR-700	220–240	700	50	2,92
<i>Итого, <math>P_{уст}</math>, Вт</i>	–	14172	–	–

На рис. 1 и 2 представлены характерные регистрограммы напряжения и тока при включении машинки для стрижки «Vitek VT-1356» в питающую электросеть. Минимальная длительность пуска  $t_{nmin}$  составила 12 мс, максимальная длительность пуска  $t_{nmax}$  составила 20,6 мс, минимальная кратность пускового тока  $K_{nmin}$  составила 1,55, максимальная кратность пускового тока  $K_{nmax}$  составила 2,89, пусковые провалы напряжения не зафиксированы.

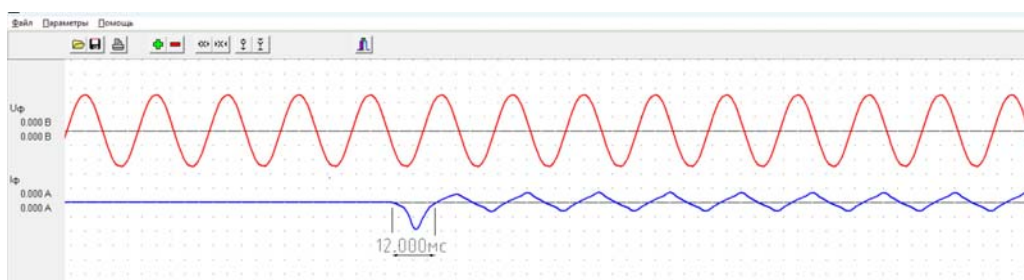


Рис. 1. Регистрограмма напряжения и тока при включении машинки для стрижки «Vitek VT-1356», ras00207.dat

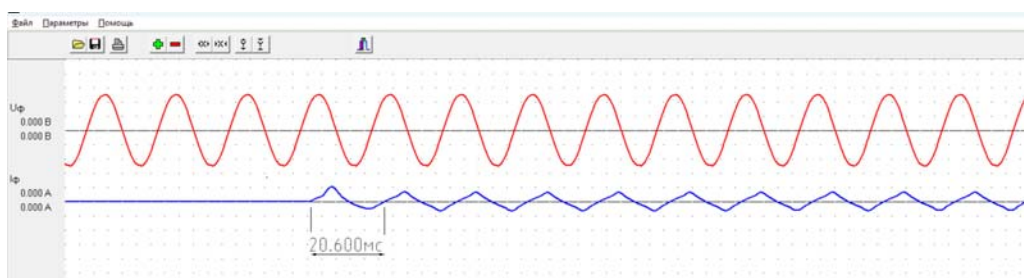


Рис. 2. Регистрограмма напряжения и тока при включении машинки для стрижки «Vitek VT-1356», ras00209.dat

На рис. 3 и 4 представлены характерные регистрограммы напряжения и тока при включении микроволновой печи «LG MS2021U» в питающую электросеть. Минимальная длительность пуска  $t_{\text{пmin}}$  составила 12 мс, максимальная длительность пуска  $t_{\text{пmax}}$  составила 52,2 мс, минимальная кратность пускового тока  $K_{\text{пmin}}$  составила 1,33, максимальная кратность пускового тока  $K_{\text{пmax}}$  составила 4,78, максимальная глубина пускового провала напряжения  $\delta U_{\text{пmax}}$  составила 3,8 %.

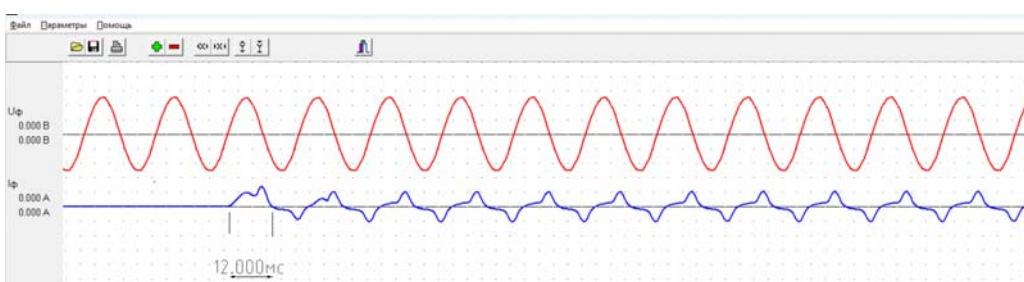


Рис. 3. Регистрограмма напряжения и тока при включении микроволновой печи «LG MS2021U», ras00479.dat



Рис. 4. Регистрограмма напряжения и тока при включении микроволновой печи «LG MS2021U», ras00472.dat

На рис. 5 и 6 представлены характерные регистрограммы напряжения и тока при включении электрочайника «HOLT HT-КТ-001» в питающую электросеть. Минимальная длительность пуска  $t_{\text{пmin}}$  составила 2 мс, максимальная длительность пуска  $t_{\text{пmax}}$  составила 15,2 мс, минимальная кратность пускового тока  $K_{\text{пmin}}$  составила 0,45, максимальная кратность пускового тока  $K_{\text{пmax}}$  составила 1,01, максимальная глубина пускового провала напряжения  $\delta U_{\text{пmax}}$  составила 4,7 %, т. е. броска тока при пуске нет, напряжение в конкретной сети проваливается до рабочего уровня.

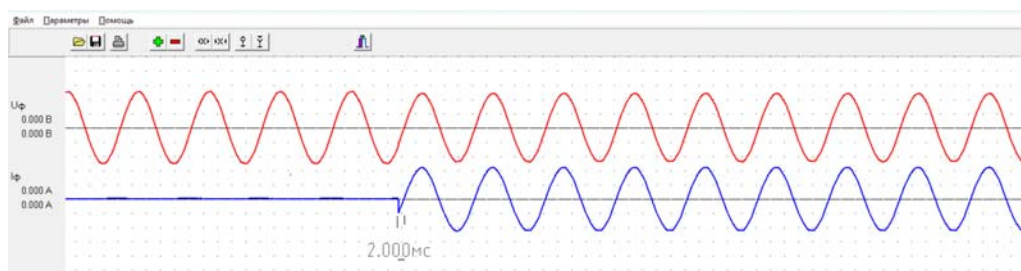


Рис. 5. Регистрограмма напряжения и тока при включении электрочайника «HOLT HT-КТ-001», ras00497.dat

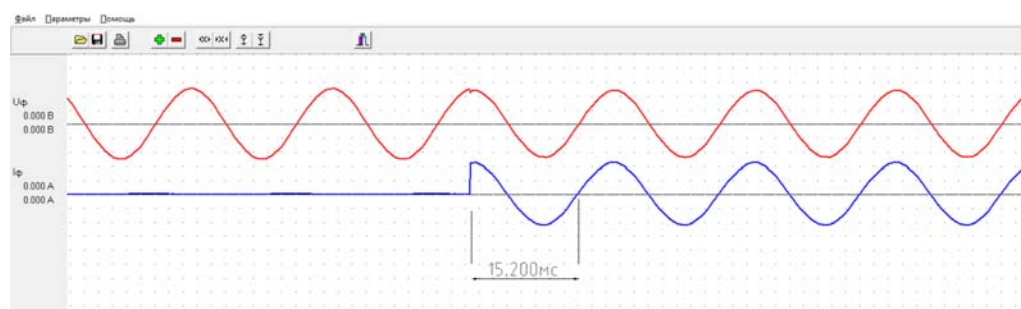


Рис. 6. Регистрограмма напряжения и тока при включении электрочайника «HOLT HT-КТ-001», ras00509.dat

На рис. 7 и 8 представлены характерные регистрограммы напряжения и тока при включении электронных часов «Siimak» в питающую электросеть. Минимальная длительность пуска  $t_{\text{пmin}}$  составила 1 мс, максимальная длительность пуска  $t_{\text{пmax}}$  составила 15,3 мс, минимальная кратность пускового тока  $K_{\text{пmin}}$  составила 4,08, максимальная кратность пускового тока  $K_{\text{пmax}}$  составила 13,48, пусковые провалы напряжения не зафиксированы, поскольку хоть и кратность пускового тока велика, но само значение потребляемого ток составляет сотые доли ампера.

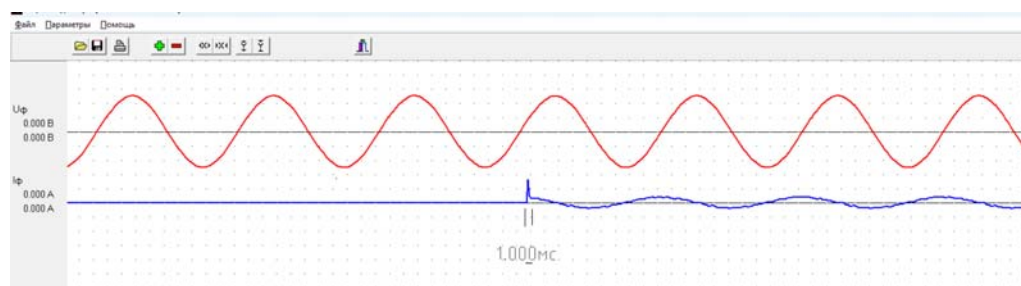


Рис. 7. Регистрограмма напряжения и тока при включении электронных часов «Siimak», ras00544.dat

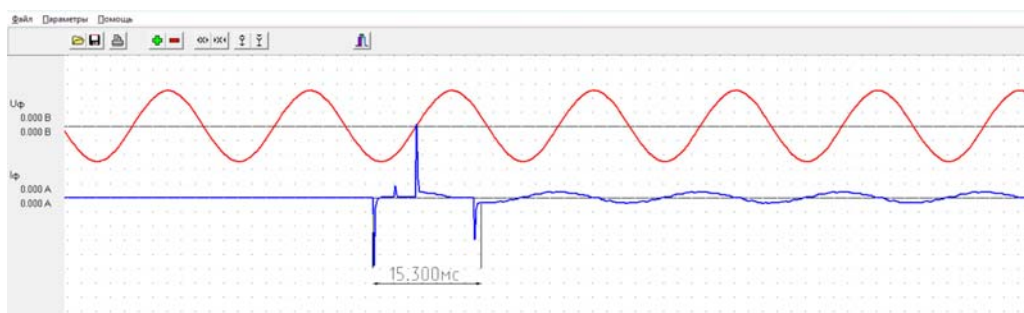


Рис. 8. Регистрограмма напряжения и тока при включении электронных часов «Siumak», ras00550.dat

На рис. 9 и 10 представлены характерные регистрограммы напряжения и тока при включении фена «Philips HP8182» в питающую электросеть. Минимальная длительность пуска  $t_{п\min}$  составила 24 мс, максимальная длительность пуска  $t_{п\max}$  составила 47,9 мс, минимальная кратность пускового тока  $K_{п\min}$  составила 0,25, максимальная кратность пускового тока  $K_{п\max}$  составила 0,74, пусковые провалы напряжения не зафиксированы, т. е. броска тока при пуске нет. Судя по форме кривой тока, у фена есть функция плавного пуска.

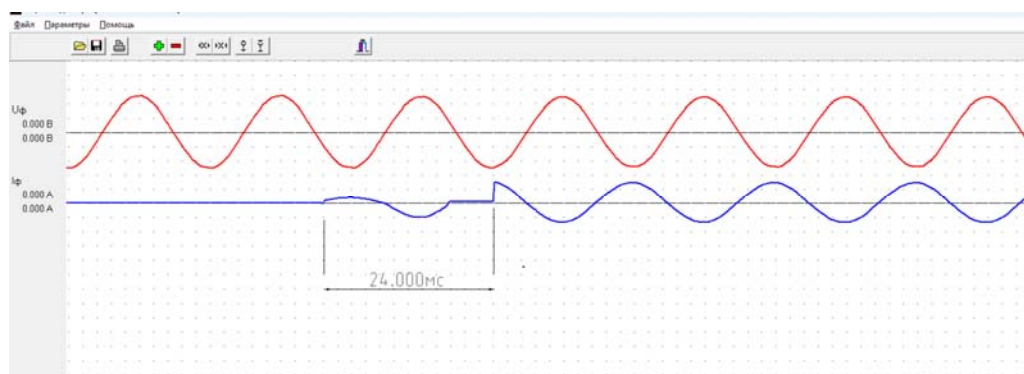


Рис. 9. Регистрограмма напряжения и тока при включении фена «Philips HP8182», ras00154.dat

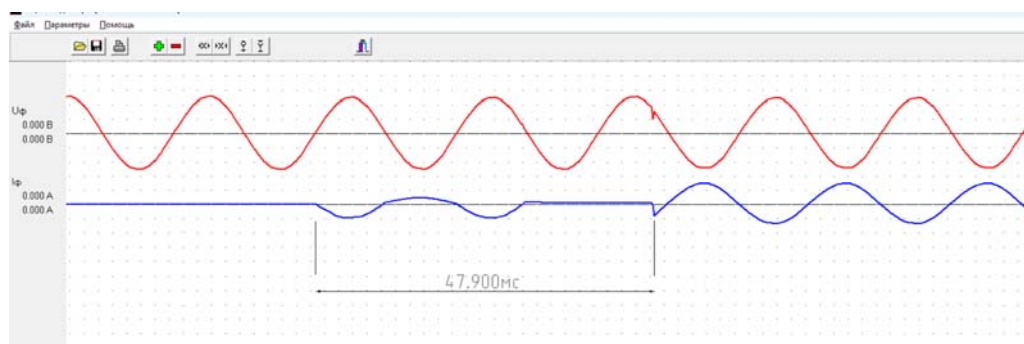


Рис. 10. Регистрограмма напряжения и тока при включении фена «Philips HP8182», ras00160.dat

На рис. 11 и 12 представлены характерные регистрограммы напряжения и тока при включении миксера «BOSCH MFQ3010» в питающую электросеть. Минимальная длительность пуска  $t_{п\min}$  составила 142 мс, максимальная длительность пуска  $t_{п\max}$

составила 322 мс, минимальная кратность пускового тока  $K_{п\min}$  составила 4,21, максимальная кратность пускового тока  $K_{п\max}$  составила 5,19, пусковые провалы напряжения не зафиксированы.

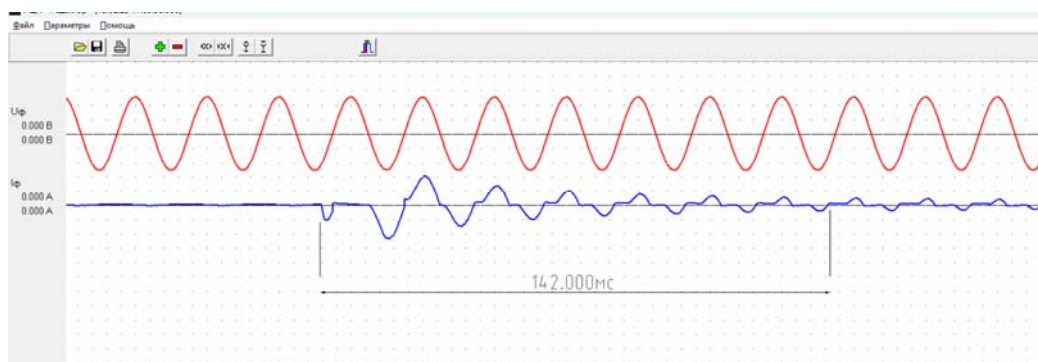


Рис. 11. Регистрограмма напряжения и тока при включении миксера «BOSCH MFQ3010, ras00268.dat

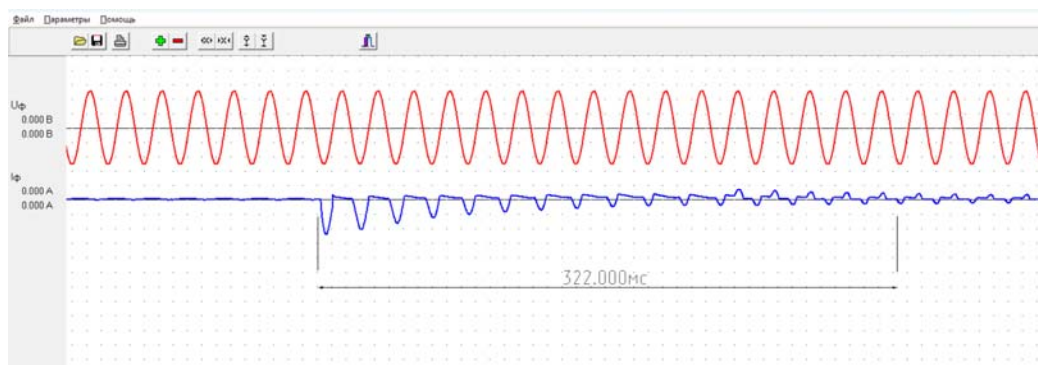


Рис. 12. Регистрограмма напряжения и тока при включении миксера «BOSCH MFQ3010, ras00258.dat

На рис. 13 и 14 представлены характерные регистрограммы напряжения и тока при включении блендера Clatronic SM3044 в питающую электросеть. Минимальная длительность пуска  $t_{п\min}$  составила 140,8 мс, максимальная длительность пуска  $t_{п\max}$  составила 340 мс, минимальная кратность пускового тока  $K_{п\min}$  составила 4,8, максимальная кратность пускового тока  $K_{п\max}$  составила 5,7, максимальная глубина пускового провала напряжения  $\delta U_{п\max}$  составила 3,1 %.

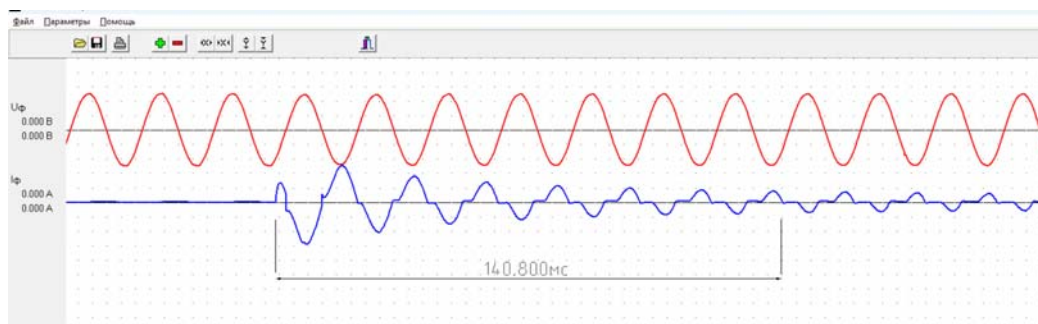


Рис. 13. Регистрограмма напряжения и тока при включении блендера Clatronic SM3044, ras00177.dat

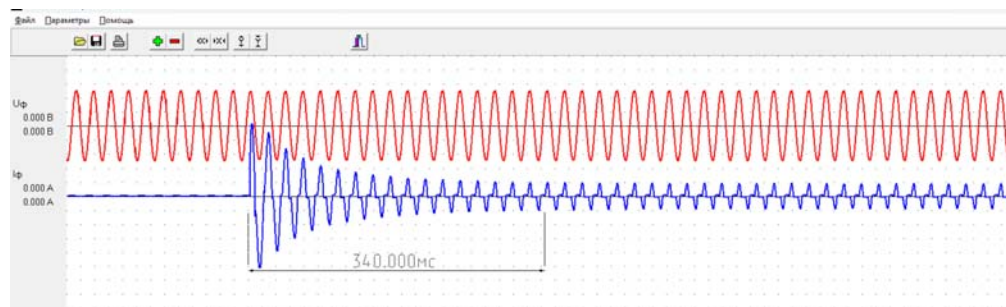


Рис. 14. Регистрограмма напряжения и тока при включении блендера Clatronic SM3044, ras00188.dat

На рис. 15 и 16 представлены характерные регистрограммы напряжения и тока при включении кофеварки REDMOND RCM-1512 в питающую электросеть. Минимальная длительность пуска  $t_{\text{пmin}}$  составила 10 мс, максимальная длительность пуска  $t_{\text{пmax}}$  составила 10 мс, минимальная кратность пускового тока  $K_{\text{пmin}}$  составила 0,97, максимальная кратность пускового тока  $K_{\text{пmax}}$  составила 0,99, пусковые провалы напряжения не зафиксированы, т. е. броска тока при пуске нет.

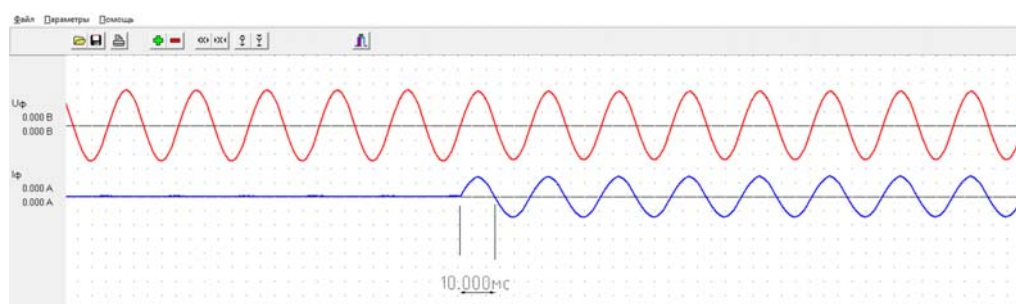


Рис. 15. Регистрограмма напряжения и тока при включении кофеварки REDMOND RCM-1512, ras00382.dat

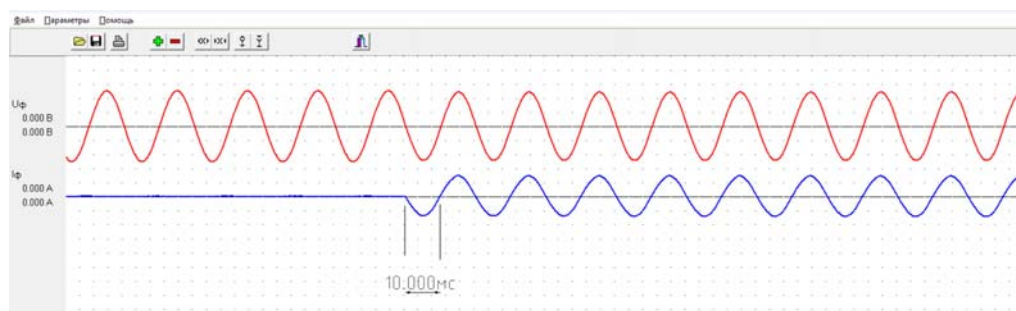


Рис. 16. Регистрограмма напряжения и тока при включении кофеварки REDMOND RCM-1512, ras00393.dat

На рисунках 17 и 18 представлены характерные регистрограммы напряжения и тока при включении пылесоса LG VC33205NHTB в питающую электросеть. Минимальная длительность пуска  $t_{\text{пmin}}$  составила 306 мс, максимальная длительность пуска  $t_{\text{пmax}}$  составила 310 мс, минимальная кратность пускового тока  $K_{\text{пmin}}$  составила 1,48, максимальная кратность пускового тока  $K_{\text{пmax}}$  составила 2,12, минимальная глубина пускового провала напряжения  $\delta U_{\text{пmin}}$  составила 14,7 %, максимальная глубина пускового провала напряжения  $\delta U_{\text{пmax}}$  составила 17 %.

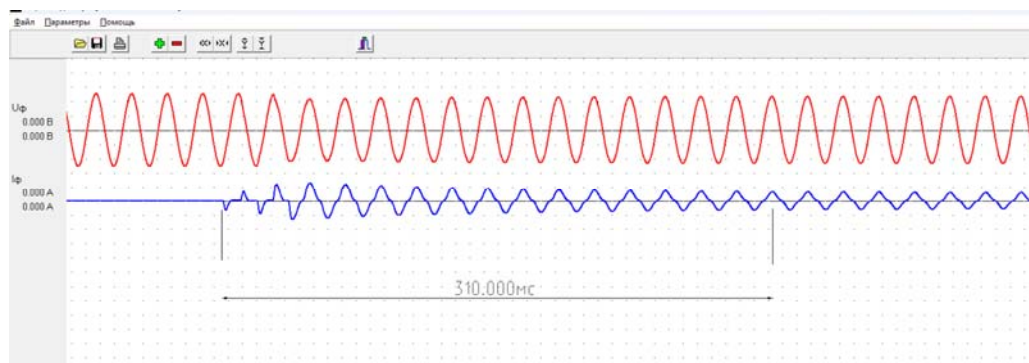


Рис. 17. Регистрограмма напряжения и тока при включении пылесоса LG VC33205NНТВ, ras00409.dat

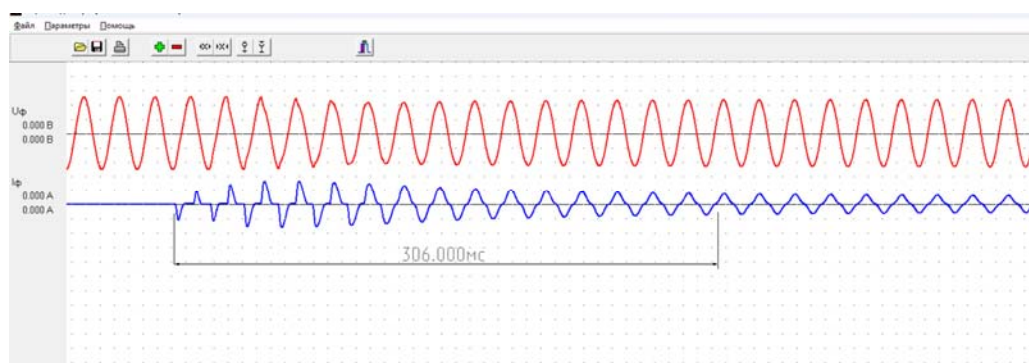


Рис. 18. Регистрограмма напряжения и тока при включении пылесоса LG VC33205NНТВ, ras00428.dat

На рис. 19 и 20 представлены характерные регистрограммы напряжения и тока при включении тепловентилятора KRP-2AW в питающую электросеть. Минимальная длительность пуска  $t_{п\min}$  составила 108 мс, максимальная длительность пуска  $t_{п\max}$  составила 160 мс, минимальная кратность пускового тока  $K_{п\min}$  составила 0,43, максимальная кратность пускового тока  $K_{п\max}$  составила 0,68, минимальная глубина пускового провала напряжения  $\delta U_{п\min}$  составила 5 %, максимальная глубина пускового провала напряжения  $\delta U_{п\max}$  составила 5,4 %. Броска тока при пуске нет, нагрузка увеличивается ступенчато, напряжение в конкретной сети проваливается до рабочего уровня.

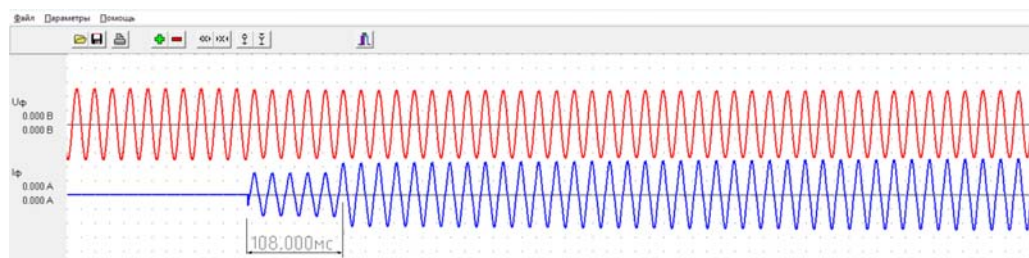


Рис. 19. Регистрограмма напряжения и тока при включении тепловентилятора KRP-2AW, ras00349.dat

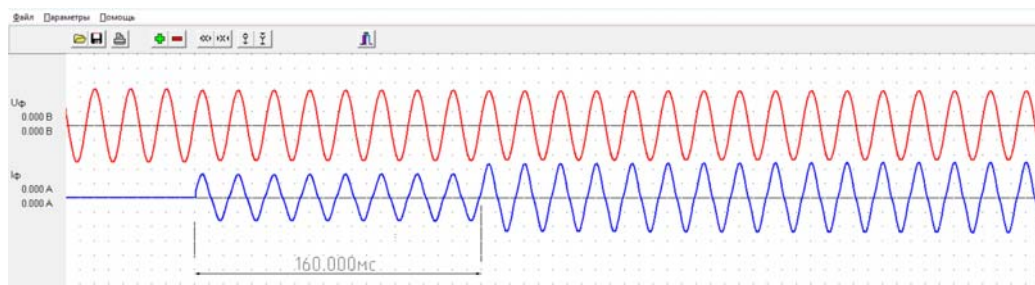


Рис. 20. Регистрограмма напряжения и тока при включении тепловентилятора KRP-2AW, ras00344.dat

На рис. 21 и 22 представлены характерные регистрограммы напряжения и тока при включении парового утюга SteamIron 3000Series ASO 2400W в питающую электросеть. Минимальная длительность пуска  $t_{пmin}$  составила 8,4 мс, максимальная длительность пуска  $t_{пmax}$  составила 10 мс, минимальная кратность пускового тока  $K_{пmin}$  составила 1, максимальная кратность пускового тока  $K_{пmax}$  составила 1, пусковые провалы напряжения не зафиксированы, т. е. броска тока при пуске нет.

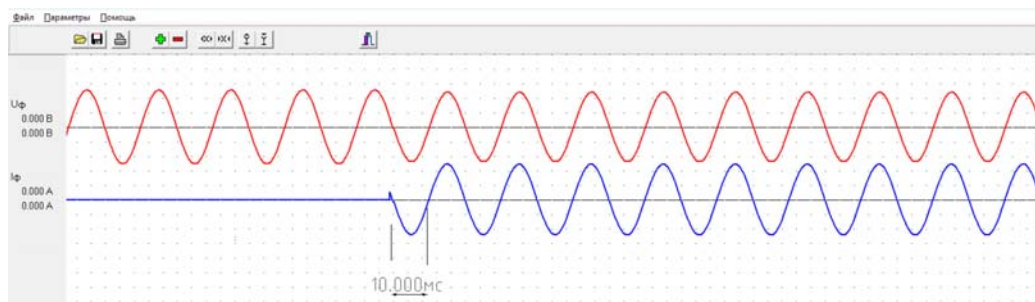


Рис. 21. Регистрограмма напряжения и тока при включении парового утюга SteamIron 3000Series ASO 2400W, ras00280.dat

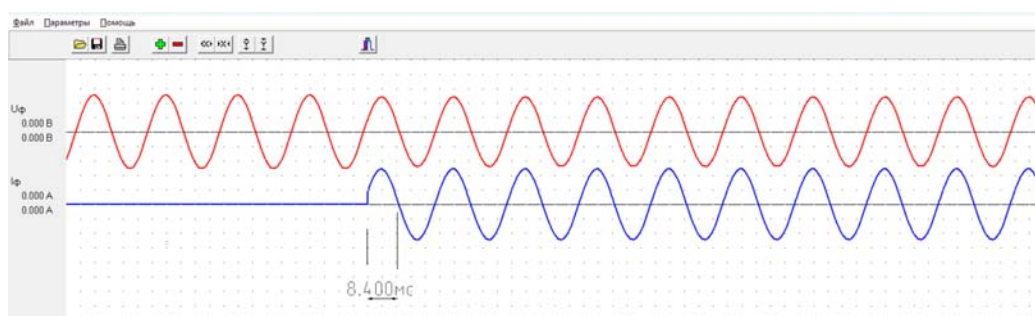


Рис. 22. Регистрограмма напряжения и тока при включении парового утюга SteamIron 3000Series ASO 2400W, ras00287.dat

На рис. 23 и 24 представлены характерные регистрограммы напряжения и тока при включении Maestro MR-700 в питающую электросеть. Минимальная длительность пуска  $t_{пmin}$  составила 5 мс, максимальная длительность пуска  $t_{пmax}$  составила 10 мс, минимальная кратность пускового тока  $K_{пmin}$  составила 1, максимальная кратность пускового тока  $K_{пmax}$  составила 1, пусковые провалы напряжения не зафиксированы, т. е. броска тока при пуске нет.

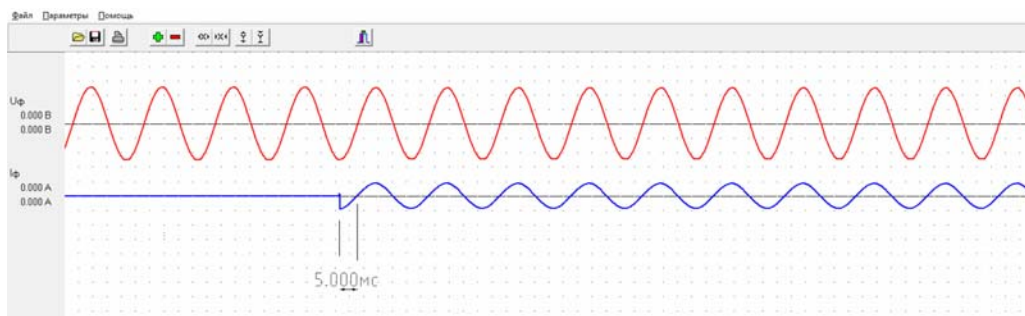


Рис. 23. Регистрограмма напряжения и тока при включении гостера Maestro MR-700, ras00251.dat

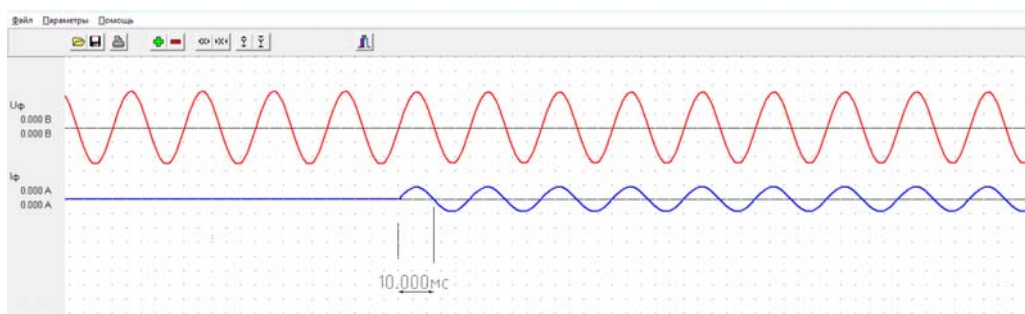


Рис. 24. Регистрограмма напряжения и тока при включении гостера Maestro MR-700, ras00249.dat

Параметры тока и напряжения при включении рассмотренных бытовых электроприемников представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Параметры тока и напряжения при включении бытовых электроприемников**

Электроприемник	Имя характерных регистрограмм	Напряжение питающей сети $U_{\text{раб}}$ , В	Минимальная длительность пуска $t_{\text{пмин}}$ , мс	Максимальная длительность пуска $t_{\text{пmax}}$ , мс	Минимальная кратность пускового тока $K_{\text{пмин}}$ , о. е.	Максимальная кратность пускового тока $K_{\text{пmax}}$ , о. е.	Минимальная глубина пускового провала напряжения $\delta U_{\text{пмин}}$ , %	Максимальная глубина пускового провала напряжения $\delta U_{\text{пmax}}$ , %
Машинка для стрижки «Vitek VT-1356»	ras00209.dat ras00207.dat	225	12,0	20,6	1,55	2,89	–	–
Микроволновая печь «LG MS2021U»	ras00479.dat ras00472.dat	222	12,0	52,2	1,33	4,78	–	3,8
Электрочайник «HOLT HT-КТ-001»	ras00497.dat ras00509.dat	218	2,0	15,2	0,45	1,01	–	4,7
Электронные часы «Siumak»	ras00544.dat ras00550.dat	225	1,0	15,3	4,08	13,48	–	–

Окончание табл. 2

Электроприемник	Имя характерных регистрограмм	Напряжение питающей сети $U_{\text{раб}}$ , В	Минимальная длительность пуска $t_{\text{мин}}$ , мс	Максимальная длительность пуска $t_{\text{max}}$ , мс	Минимальная кратность пускового тока $K_{\text{мин}}$ , о. е.	Максимальная кратность пускового тока $K_{\text{max}}$ , о. е.	Минимальная глубина пускового провала напряжения $\delta U_{\text{мин}}$ , %	Максимальная глубина пускового провала напряжения $\delta U_{\text{max}}$ , %
Фен «Philips HP8182»	ras00154.dat ras00160.dat	218	24,0	47,9	0,25	0,74	–	–
Миксер «BOSCH MFQ3010»	ras00268.dat ras00258.dat	224	142,0	322,0	4,21	5,19	–	–
Блендер Clatronic SM3044	ras00177.dat ras00188.dat	225	140,8	340,0	4,8	5,7	–	3,1
Кофеварка REDMOND RCM-1512	ras00382.dat ras00393.dat	214	10,0	10,0	0,97	0,99	–	–
Пылесос LG VC33205NHTB	ras00409.dat ras00428.dat	211	306,0	310,0	1,48	2,12	14,7	17,0
Тепловентилятор KRP-2AW	ras00349.dat ras00344.dat	211	108,0	160,0	0,43	0,68	5,0	5,4
Паровой утюг SteamIron 3000Series ASO 2400W	ras00280.dat ras00287.dat	212	8,4	10,0	1,00	1,00	–	–
Гостер Maestro MR-700	ras00251.dat ras00249.dat	221	5,0	10,0	1,00	1,00	–	–

### Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Полученные пусковые параметры тока и напряжения при включении некоторых бытовых электроприемников (машинка для стрижки «Vitek VT-1356», микроволновая печь «LG MS2021U», электрочайник «HOLT HT-КТ-001», электронные часы «Siimak», фен «Philips HP8182» и др.) в работу, содержащие визуализацию пусковых процессов в форме регистрограмм, минимальную и максимальную длительность пуска, минимальную и максимальную кратность пускового тока, минимальную и максимальную глубину пусковых провалов напряжения, позволяют более точно определять расчетные нагрузки бытового сектора путем обоснованного учета электроприемника с наибольшим пусковым током.

2. Использованная в работе методика применима для определения параметров тока и напряжения при включении в работу всех современных бытовых электроприемников, предназначенных для комфортного проживания и постоянного использования в повседневной жизни.

**Литература**

1. Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Ч. 1. Общие требования (IEC 60335-1:2013) : ГОСТ IEC 60335-1-2015. – Введ. 01.01.2017. – М. : Стандартиформ, 2016. – 137 с.
2. Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Ч. 1. Общие требования : ГОСТ СТБ IEC 60335-1-2013. – Введ. 01.07.2014. – Минск : Госстандарт, 2013. – 128 с.
3. Безопасность бытовых и аналогичных электрических приборов. Ч. 2-2. Частные требования к пылесосам и водовсасывающим чистящим приборам : ГОСТ IEC 60335-2-2-2013. – Введ. 01.01.2015. – М. : Стандартиформ, 2017. – 16 с.
4. Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Ч. 2-6. Дополнительные требования к стационарным кухонным плитам, конфорочным панелям, духовкам и аналогичным приборам : ГОСТ IEC 60335-2-6-2010. – Введ. 01.01.2014. – Минск : Госстандарт, 2011. – 27 с.
5. Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Ч. 2-24. Дополнительные требования к холодильным приборам, мороженицам и устройствам для приготовления льда : СТБ IEC 60335-2-24-2013. – Введ. 01.06.2014. – Минск : Госстандарт, 2013. – 39 с.
6. Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Ч. 2-25. Дополнительные требования к микроволновым печам, включая комбинированные микроволновые печи : СТБ IEC 60335-2-25-2012. – Введ. 01.01.2014. – Минск : Госстандарт, 2012. – 22 с.
7. Бытовые и аналогичные электрические приборы. Безопасность. Ч. 2-30. Дополнительные требования к комнатным обогревателям : СТБ IEC 60335-2-30-2013. – Введ. 01.01.2015. – Минск : Госстандарт, 2014. – 22 с.
8. Электротехника : учеб. пособие для вузов : в 3 кн. Кн. III. Электроприводы. Электроснабжение / под ред. П. А. Бутырина, Р. Х. Гафиятуллина, А. Л. Шестакова. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 639 с.
9. Исследование пусковых характеристик источников света / Д. О. Широков // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы X Междунар. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 29–30 апр. 2010 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – С. 158–161.
10. Методика измерения пусковых токов в осветительных приборах со светодиодами / А. В. Абрамов, А. А. Богданов, А. В. Данилко [и др.] // Светотехника. – 2020. – № 5. – С. 9–14.
11. Воробьев, В. А. Оценка последствий в потоках включений электроприемников предприятий / В. А. Воробьев, С. А. Андреев // Агроинженерия. – 2020. – № 4. – С. 41–45.
12. Громыко, А. Л. Пусковые характеристики тока и напряжения современных бытовых электроприемников / А. Л. Громыко // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXIII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 27–28 апр. 2023 г. : в 2 ч. Ч. 1 / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2023. – С. 159–162.
13. Лещинская, Т. Б. Исследование токов эмиссии бытовых электроприемников / Т. Б. Лещинская, М. М. Таранов // Вестник МГАУ им. Горячкина. 2009. – № 2. – С. 54–61.

**References**

1. GOST IEC 60335-1-2015. *Household and similar electrical appliances. Safety. Part 1. General requirements*. Moscow, Standartinform Publ., 2016. 137 p. (in Russian).
2. GOST STB IEC 60335-1-2013. *Household and similar electrical appliances. Safety. Part 1. General requirements*. Minsk, Gosstandart Publ., 2013. 128 p. (in Russian).

3. GOST IEC 60335-2-2-2013. *Safety of household and similar electrical appliances. Part 2-2. Particular requirements for vacuum cleaners and water-suction cleaning appliances.* Moscow, Standartinform Publ., 2017. 16 p. (in Russian).
4. GOST IEC 60335-2-6-2010. *Household and similar electrical appliances. Safety. Parts 2-6. Additional requirements for fixed cooking ranges, hobs, ovens and similar appliances.* Minsk, Gosstandart Publ., 2011. 27 p. (in Russian).
5. STB IEC 60335-2-24-2013. *Household and similar electrical appliances. Safety. Part 2-24. Additional requirements for refrigeration appliances, ice cream makers, and ice-making devices.* Minsk, Gosstandart Publ., 2013. 39 p. (in Russian).
6. STB IEC 60335-2-25-2012. *Household and similar electrical appliances. Safety. Part 2-25. Additional requirements for microwave ovens, including combination microwave ovens.* Minsk, Gosstandart Publ., 2012. 22 p. (in Russian).
7. STB IEC 60335-2-30-2013. *Household and similar electrical appliances. Safety. Part 2-30. Additional requirements for room heaters.* Minsk, Gosstandart Publ., 2014. 22 p. (in Russian).
8. Eds. Butyrin P. A., Gafiyatullin R. Kh., Shestakov A. L. *Electrical engineering: Uchebnoye posobiye dlya vuzov. Book III. Electric drives. Power supply.* Chelyabinsk, Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta, 2005. 639 p. (in Russian).
9. Shirokov D. O. Investigation of starting characteristics of light sources. *Issledovaniya i razrabotki v oblasti mashinostroeniya, energetiki i upravleniya: materialy X Mezhdunar. mezhvuz. nauch.-tekhn. konf. studentov, magistrantov i aspirantov, Gomel', 29–30 apr. 2010 g.* [Engineering, Energy and Management R&D: Materials X International. inter-universities. scientific and technical conf. undergraduates, undergraduates and postgraduates, Gomel', April 29–30, 2010]. Gomel', Gomel'skii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet imeni P. O. Sukhogo, 2010, pp. 158–161 (in Russian).
10. Abramov A. V., Bogdanov A. A., Danilko A. V., Dmitriyev P. B., Karev A. V., Stepanov A. V. Methodology for measuring inrush currents in lighting fixtures with LEDs. *Svetotekhnika = Light & Engineering*, 2020, no. 5, pp. 9–14 (in Russian).
11. Vorob'ev V. A., Andreev S. A. Assessment of the aftereffect in the flows of electric loads of enterprises. *Agroinzheneriya*, 2020, no. 4, pp. 41–45 (in Russian).
12. Gromyko A. L. Start-up characteristics of current and voltage of modern household electric receivers: *materialy XXIII Mezhdunar. mezhvuz. nauch.-tekhn. konf. studentov, magistrantov i aspirantov, Gomel', 27–28 apr. 2023 g.* [Engineering, Energy and Management R&D: Materials XXIII International. inter-universities. scientific and technical conf. undergraduates, undergraduates and postgraduates, Gomel', April 27–28, 2023 g.]. Gomel', Gomel'skii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet imeni P. O. Sukhogo, 2023, part 1, pp. 159–162 (in Russian).
13. Leshchinskaya T. B., Taranov M. M. Study of emission currents of household electric loads. *Vestnik Federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya "Moskovskii gosudarstvennyi agroinzhenernyi universitet imeni V. P. Goryachkina" = Vestnik of federal state educational institution of higher professional education "Moscow state agroengineering university named after V. P. Goryachkin"*, 2009, no. 2, pp. 54–61 (in Russian).

Поступила 16.02.2026 г.