Государственный стандарт Союза ССР ГОСТ 13109-87"Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения"(утв. постановлением Госстандарта СССР от 16 декабря 1987 г. N 4566)

Electrical energy. Requirements for quality of electrical energy in general-purpose electrical networks

Дата введения 1 января 1989 г.

Взамен ГОСТ 13109-67

Стандарт устанавливает требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются приемники или потребители электрической энергии.

Стандарт не устанавливает требования к качеству электрической энергии в электрических сетях: специального назначения (например контактных тяговых, связи); передвижных установок (например поездов, самолетов, судов); автономных систем электроснабжения; временного назначения; присоединенных к передвижным источникам питания.

Термины, применяемые в стандарте, и пояснения к ним приведены в приложении 1.

1. Номенклатура показателей качества электрической энергии

1.1. Показатели качества электрической энергии (ПКЭ) подразделяют на две группы: основные ПКЭ и дополнительные ПКЭ.

Основные ПКЭ определяют свойства электрической энергии, характеризующие ее качество. Дополнительные ПКЭ представляют собой формы записи основных ПКЭ, используемые в других нормативно-технических документах.

1.2. К основным ПКЭ относят: отклонение напряжения дельта x U, размах изменения напряжения дельта x U_t, дозу колебаний напряжения пси,

коэффициент несинусоидальности кривой напряжения K_(нсU), коэффициент n-й гармонической составляющей K_U(n), коэффициент обратной последовательности напряжения K_(2U), коэффициент нулевой последовательности напряжений K_(0U), отклонение частоты Дельта f, длительность провала напряжения Дельта t_п, импульсное напряжение U_имп.

1.3. К дополнительным ПКЭ относят: коэффициент амплитудной модуляции K_мод, коэффициент небаланса междуфазных напряжений K_неб, коэффициент небаланса фазных напряжений K_неб.ф.

1.4. Для определения допустимых значений некоторых из основных ПКЭ используют следующие вспомогательные параметры: частоту изменений напряжения F, интервал между изменениями напряжения Дельта t_(i, i+1), глубину провала напряжения дельта x U_п, интенсивность провалов напряжения m_*, длительность импульса по уровню 0,5 его амплитуды Дельта t_(имп 0,5).

1.5. Настоящий стандарт устанавливает требования к основным ПКЭ. Способы определения основных, дополнительных ПКЭ и вспомогательных параметров электрической энергии, а также соотношений между основными и дополнительными ПКЭ приведены в приложении 2.

2. Требования к качеству электроэнергии

2.1. Значения ПКЭ в нормальном режиме работы электрической сети должны не выходить за пределы максимальных значений, указанных в табл. 1, при этом в течение не менее 95% времени каждых суток значения ПКЭ должны не выходить за пределы нормальных значений, указанных в табл. 1.

2.2. Значения ПКЭ в послеаварийном режиме работы электрической сети должны не выходить за пределы максимальных значений, указанных в табл. 1.

2.3. При аварийных нарушениях электроснабжения допускается кратковременный выход значений ПКЭ за установленные пределы, в том числе снижение напряжения вплоть до нулевого уровня, отклонение частоты до +-5 Гц, с последующим их восстановлением до значений ПКЭ, установленных для послеаварийного режима.

2.4. На входах приемников электрической энергии, являющихся источниками электромагнитных помех, допускаются значения ПКЭ в более широких диапазонах, чем установленные в данном стандарте, если это не приводит к нарушению норм стандарта у других приемников электрической энергии.

Таблица 1

Наименование показателя	Допустимое значение показателя	
	нормальное	максимальное
Отклонение напряжения*(1) в электрической сети напряжением:		
до 1 кВ	+-5	+-10*(2)

6-20 кВ*(3)	-	+-10*(2)
35 кВ и выше*(3)	-	-
Размах изменения напряжения, %, не более:		
на входах осветительных установок с лампами накаливания в помещениях, где требуется значительное зрительное напряжение, и в точках электрических сетей, к которым присоединяют потребителей с такими установками	-	В соответствии с кривой 1 черт. 1(*)4
на входах осветительных установок с лампами накаливания в остальных помещениях, в том числе в жилых зданиях и в точках электрических сетей, к которым присоединяют потребителей с такими установками	-	В соответствии с кривой 2 черт. 1*(4)
на входах осветительных установок с люминесцентными лампами и других приемников электрической энергии и в точках электрических сетей, к которым присоединяют потребителей с такими установками и приемниками	-	В соответствии с кривой 3 черт. 1*(4)
Доза колебаний напряжения *(5), %(2), не более, в электрической сети, к которой присоединяют осветительные установки:		
с лампами накаливания в помещениях, где требуется значительное зрительное напряжение	-	0,018
с лампами накаливания в остальных помещениях	-	0,034
с люминесцентными лампами	-	0,079
Коэффициент несинусоидальности, %, не более, в электрической сети напряжением:		
до 1 кВ	5	10
6-20 кВ	4	8
35 кВ	3	6
110 кВ и выше	2	4
Коэффициент гармонической составляющей напряжения нечетного (четного) порядка, %, не более, в электрической сети напряжением:		
до 1 кВ	-	6(3)
6-20 кВ	-	5(2,5)
35 кВ	-	4(2)
110 кВ и выше	-	2(1)
Коэффициент обратной последовательности напряжений, %, не более	2	4
Коэффициент нулевой последовательности напряжений, %, не более	2	4
Отклонение частоты, Гц	+-0,2	+-0,4*(6)
Длительность провала напряжения, с, не более*(7)	-	-
Импульсное напряжение, В, кВ, не более*(7)	-	-

---

*(1) При определении отклонения напряжения провалы напряжения и импульсы напряжения не учитывают.

*(2) В переходном режиме допустимы кратковременные выходы отклонения напряжения за установленные пределы.

*(3) Нормальные и максимальные допустимые значения отклонения напряжения в точках электрических сетей напряжением 35 кВ и выше, а также нормальные допустимые значения отклонения в сети 6-20 кВ определяются по методике, приведенной в правилах по контролю и анализу качества электрической энергии и регулированию напряжения в электрических сетях общего назначения Главгосэнергонадзора.

*(4) Методика определения допустимости колебаний напряжения различной частоты и размахов приведена в приложении 3.

*(5) Показатель "доза колебаний напряжения" в действующих электрических сетях вводится по мере их оснащения соответствующими приборами, при использовании которых оценку допустимости размаха изменения напряжения на вводах осветительных установок по кривым черт. 1 допускается не производить.

*(6) В послеаварийных режимах работы электрической сети допускается отклонение частоты от плюс 0,5 Гц до минус 1 Гц общей продолжительностью за год не более 90 ч.

*(7) Допустимые значения импульсного напряжения, отклонения напряжения и его длительности в переходном режиме и длительности провалов напряжения будут установлены с 01.09.89.

3. Контроль качества электрической энергии

3.1. Контроль качества электрической энергии в точках электрических сетей и на входе приемников электрической энергии следует осуществлять энергоснабжающей организации и потребителю, каждому в своих подведомственных сетях.

3.2. По разным ПКЭ допускается устанавливать различную периодичность и длительность измерения. Длительность измерения ПКЭ должна быть не менее 1 сут.

Рекомендуемые длительности и периодичности измерения устанавливают в правилах по контролю и анализу качества электрической энергии и регулированию напряжения в электрических сетях общего назначения Главгосэнергонадзора.

При присоединении нового потребителя (кроме коммунально-бытового) контроль ПКЭ в точке его присоединения проводят до и после его подключения в обязательном порядке.

3.3. Оценку соответствия ПКЭ допустимым значениям, установленным в данном стандарте, проводят по результатам измерений за каждые сутки отдельно.

3.4. Абсолютные погрешности измерения ПКЭ должны не превышать:

0,5% - для отклонений напряжения и коэффициента несинусоидальности;

0,1% - для размаха изменения напряжения;

0,005%(2) - для дозы колебаний напряжения;

0,2% - для коэффициентов гармонической составляющей, обратной и нулевой последовательностей напряжения;

0,02 Гц - для отклонений частоты.

Примечание. Требования настоящего пункта вводят с 01.01.91. До оснащения сетей средствами измерения, соответствующими требованиям, контроль ПКЭ допускается осуществлять серийно выпускаемыми средствами.

Приложение 1

Справочное

Пояснения терминов, применяемых в стандарте

Таблица 2

Термин	Пояснение
Качество электрической энергии	По ГОСТ 23875-79
Электрическая сеть	По ГОСТ 19431-84
Электрическая сеть общего назначения	Электрическая сеть, выполненная без учета требований, специфических для определенного назначения или определенных условий эксплуатации, и предназначенная для питания приемников и потребителей различного назначения
Точка присоединения к электрической сети	Точка электрической сети, к которой присоединяют потребители электрической энергии и (или) входные устройства приемников электрической энергии
Потребитель электрической энергии	По Правилам пользования электрической и тепловой энергией
Приемник электрической энергии	По ГОСТ 19431-84
Нормальный режим работы электрической сети	Установившийся режим работы, при котором работают все элементы электрической сети, предусмотренные при планировании режима, и обеспечивается электроснабжение всех потребителей электрической энергии, подключенных к электрической сети

Послеаварийный режим работы энергосистемы (электрической сети)	Установившийся режим, возникающий после аварийного отключения поврежденного элемента энергосистемы (электрической сети) и продолжающийся до восстановления схемы электроснабжения, предусмотренной для нормального режима работы
Переходный режим работы энергосистемы (электрической сети)	По ГОСТ 21027-75
Показатель качества электрической энергии	По ГОСТ 23835-79
Отклонение частоты (напряжения)	По ГОСТ 23875-79
Одиночное изменение напряжения	Изменение действующего или амплитудного значения напряжения между двумя смежными уровнями, каждый из которых удерживается некоторое время, или между двумя смежными экстремумами огибающей действующих или амплитудных значений напряжения, или между экстремумом и уровнем, который удерживается некоторое время
Размах изменения напряжения	Разность между амплитудными или действующими значениями напряжения до и после одиночного изменения напряжения
Частота изменений напряжения	Число изменений напряжения в единицу времени
Интервал между изменениями напряжения	По ГОСТ 23875-79
Колебания напряжения	По ГОСТ 23875-79
Доза колебаний напряжения	Интегральная характеристика колебаний напряжения, вызывающих у человека накапливающееся за установленный период времени раздражение миганиями света
Провал напряжения	Внезапное значительное понижение напряжения в точке электрической сети, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня через промежуток времени от нескольких периодов до нескольких десятков секунд
Глубина провала напряжения	Разность между номинальным значением напряжения и минимальным действующим значением напряжения в течение провала напряжения, выраженная в единицах напряжения или в процентах номинального значения напряжения
Длительность провала напряжения	Интервал времени между начальным моментом провала напряжения и моментом восстановления напряжения до первоначального или близкого уровня

Коэффициент несинусоидальности кривой напряжения	Значение, равное отношению корня квадратного из суммы квадратов действующих значений высших гармонических составляющих, кратных основной частоте, к номинальному напряжению
Коэффициент n-й гармонической составляющей напряжения	Отношение действующего значения n-й гармонической составляющей напряжения к действующему значению гармонической составляющей основной частоты
Коэффициент обратной последовательности напряжений	По ГОСТ 23875-79
Коэффициент нулевой последовательности напряжений	По ГОСТ 23875-79
Интенсивность провалов напряжения	Частость появления в электрической сети провалов напряжения определенной глубины и длительности
Импульс напряжения	Резкое изменение напряжения, за которым следует восстановление напряжения до обычного уровня за промежуток времени от нескольких микросекунд до десяти миллисекунд
Импульсное напряжение	Максимальное мгновенное значение напряжения импульса
Амплитуда импульса	Разность между импульсным напряжением и мгновенным значением напряжения основной частоты, соответствующим моменту начала импульса
Длительность импульса	Интервал времени между начальным моментом импульса напряжения и моментом восстановления мгновенного значения напряжения до обычного уровня
Коэффициент амплитудной модуляции	По ГОСТ 23875-79
Коэффициент небаланса междуфазных (фазных) напряжений	По ГОСТ 23875-79
Электромагнитная помеха	Любое электромагнитное явление, которое может ухудшить работу устройства, оборудования или системы
Источник электромагнитных помех	Устройство, оборудование или система, создающие электромагнитные помехи

Приложение 2

Обязательное

Способы вычисления показателей качества электроэнергии

1. Основные ПКЭ

1.1. Отклонение напряжения (дельта x U) в процентах вычисляют по формуле

$$\delta U = \frac{U - U_{ном}}{U_{ном}} \cdot 100, \qquad (1)$$

где U — действительное значение напряжения, В, кВ;
$U_{ном}$ — номинальное значение напряжения, В, кВ.

В электрических сетях однофазного тока действительное значение напряжения U определяют как действующее значение напряжения основной частоты U_(1), без учета гармонических составляющих напряжения, а в электрических сетях трехфазного тока - как действующее значение напряжения прямой последовательности основной частоты (U_(1(1))), вычисляемое по формуле

$$U_{1(1)} = \sqrt{\frac{1}{12}\left[\left(\sqrt{3}\,U_{BA(1)} + \sqrt{4\,U^2_{CB(1)} - \left(\frac{U^2_{CB(1)} - U^2_{AC(1)}}{U_{BA(1)}} + U_{BA(1)}\right)^2}\right)^2 + \left(\frac{U^2_{CB(1)} - U^2_{AC(1)}}{U_{BA(1)}}\right)^2\right]}, \qquad (2)$$

где $U_{BA(1)}$, $U_{CB(1)}$, $U_{AC(1)}$ — действующие значения междуфазных напряжений основной частоты В, кВ.

При определении данного ПКЭ допускается:

1) определять действующее значение напряжения прямой последовательности основной частоты (U_(1(1))) по приближенной формуле

$$U_{1(1)} = \frac{1}{3}\left[U_{BA(1)} + U_{CB(1)} + U_{AC(1)}\right]. \qquad (3)$$

Примечание. Относительная погрешность вычисления значений U_(1(1)) по формуле (3) по сравнению с формулой (2) не превышает 0,1% при коэффициенте обратной последовательности напряжений (в соответствии с требованиями п. 1.6 приложения 2), не превышающем 6%;

2) применять в электрических сетях однофазного и трехфазного тока при коэффициенте несинусоидальности кривой напряжения (в соответствии с требованиями п. 1.4 приложения 2), не превышающем 5% вместо действующих значений напряжения основной частоты, действующие значения напряжения.

1.2. Размах изменения напряжения (дельта x U_t) в процентах (в соответствии

с черт. 2) вычисляют по формуле

$$\delta U_i = \frac{|U_i - U_{i+1}|}{\sqrt{2}\ U_{ном}} \cdot 100, \qquad (4)$$

где U_i, U_{i+1} — значения следующих друг за другом экстремумов (или экстремума и горизонтального участка) огибающей амплитудных значений напряжения, В, кВ (в соответствии с черт. 2).

Примечание. К размахам изменения напряжения, нормируемым настоящим стандартом, относят одиночные изменения напряжения любой формы с частотой повторения более двух раз в минуту (1/60 Гц) и размахи с частотой повторения от двух раз в минуту до одного в час, имеющие среднюю скорость изменения напряжения более 0,1%/с для ламп накаливания и 0,2%/с для остальных электроприемников.

1.3. Дозу колебаний напряжения (пси) в процентах в квадрате вычисляют по формуле

$$\psi = \frac{1}{\theta} \int_{t-\theta}^{t} dt \int_{0}^{25} g_f^2 \cdot S(f,\ t) \cdot df, \qquad (5)$$

где g_f — коэффициент приведения действительных размахов изменений напряжения к эквивалентным, определяемый в соответствии с табл. 2;

Θ — интервал времени усреднения, равный 10 мин;

$S(f, t)$ — частотный спектр процесса изменения напряжения в момент времени t.

При периодических или близких к периодическим изменениям напряжения допускается вычислять дозу колебаний напряжения (пси) по формуле

$$\psi = \frac{1}{\theta} \int_{t-\theta}^{t} \Sigma\, g_f^2 \delta U_f^2\ dt, \qquad (6)$$

где δU_f — действующие значения составляющих разложения в ряд Фурье изменений напряжения с размахом δU_i, в соответствии с п. 1.2 приложения 2).

Таблица 3

Частота изменений напряжения, 1/мин	Коэффициент g_f	Частота изменений напряжения, 1/мин	Коэффициент g_f
0,0167	0,0967	50	0,341
0,76	0,0967	60	0,363
0,8	0,1	70	0,377
0,9	0,104	80	0,387
1,0	0,107	90	0,397
2,0	0,132	100	0,408
3,0	0,153	200	0,460
4,0	0,161	300	0,492
5,0	0,171	400	0,573
6,0	0,181	500	0,592
7,0	0,193	600	0,659
8,0	0,207	700	0,744
9,0	0,215	800	0,829
10	0,223	900	0,935
20	0,264	1000	0,983
30	0,299	1052	1,000
40	0,322	1800	0,644

1.4. Коэффициент несинусоидальности кривой напряжения (K_нсU) в процентах вычисляют по формуле

$$K_{нсU}=100\sqrt{\sum_{n=2}^{N} U_{(n)}^2}\,/\,U_{ном}, \qquad (7)$$

где $U_{(n)}$ — действующее значение n-й гармонической составляющей напряжения, В, кВ;

n — порядок гармонической составляющей напряжения;

N — порядок последней из учитываемых гармонических составляющих напряжения.

При определении данного ПКЭ допускается:

1) не учитывать гармонические составляющие порядка n > 40 и (или) значения которых менее 0,3%;

2) вычислять данный ПКЭ по формуле

$$K_{нс.U}=100\sqrt{\sum_{n=2}^{N} U_{(n)}^2}\,/\,U_{(1)}, \qquad (8)$$

где $U_{(1)}$ — действующее значение напряжения основной частоты В, кВ.

Примечание. Относительная погрешность определения K_нсU по формуле (8) по сравнению с формулой (7) численно равна отклонению напряжения U_(1) от U_ном.

1.5. Коэффициент n-й гармонической составляющей напряжения K_(U(n)) в процентах вычисляют по формуле

K = 100 x U / U , (9)

U(n) (n) ном

где U - действующее значение n-й гармонической составляющей

(n) напряжения В, кВ.

Допускается вычислять данный ПКЭ по формуле

K = 100 x U / U , (10)

U(n) (n) (1)

где U - действующее значение напряжения основной частоты В, кВ.

(1)

Примечание. Относительная погрешность определения по формуле (10) по сравнению с формулой (9) численно равна отклонению напряжения U_(1) от U_ном.

1.6. Коэффициент обратной последовательности напряжений ({K_2U) в процентах вычисляют по формуле

K = 100 x U / U , (11)

2U 2(1) (ном)

где U - действующее значение напряжения обратной последователь-

2(1) ности основной частоты трехфазной системы напряжений,

В, кВ;

U - номинальное значение междуфазного напряжения, В, кВ.

ном

Действующее значение напряжения обратной последовательности основной частоты (U_(2(1))) вычисляют по формуле

$$U_{2(1)}=\sqrt{\frac{1}{12}\left[\left(\sqrt{3}\,U_{BA(1)}-\sqrt{4\,U^2_{CB(1)}-\left(\frac{U^2_{CB(1)}-U^2_{AC(1)}}{U_{BA(1)}}+U_{BA(1)}\right)^2}\right)^2+\left(\frac{U^2_{CB(1)}-U^2_{AC(1)}}{U_{BA(1)}}\right)^2\right]}, \quad (12)$$

где $U_{BA(1)}$, $U_{BC(1)}$, $U_{AC(1)}$ — действующие значения междуфазных напряжений основной частоты, В, кВ.

При определении данного ПКЭ допускается:

1) вычислять U_(2(1)) по приближенной формуле

$$U_{2(1)}=0{,}62\ [U_{НБ\,(1)}-U_{НМ\,(1)}], \quad (13)$$

где $U_{НБ(1)}$, $U_{НМ(1)}$ — наибольшее и наименьшее действующие значения из трех междуфазных напряжений основной частоты, В, кВ.

Примечание. Относительная погрешность определения K_2U с использованием формулы (13) вместо формулы (12) не превышает +-8%;

2) применять при вычислении U_2(1) вместо действующих значений междуфазных напряжений основной частоты действующие значения междуфазных напряжений, определенные с учетом всех гармонических составляющих, если коэффициент несинусоидальности кривой напряжения (в соответствии с требованиями п. 1.4 приложения 2) не превышает 5%;

3) вычислять данный ПКЭ по формуле

K = 100 x U / U , (14)

2U 2(1) 1(1)

где U - действующее значение напряжения прямой последователь-

1(1)

ности основной частоты, В, кВ.

Примечание. Относительная погрешность определения K_2U по формуле (14) по сравнению с формулой (11) численно равна отклонению напряжения U_(1(1)) от U_ном.

1.7. Коэффициент нулевой последовательности напряжений K_0U трехфазной четырехпроводной системы в процентах вычисляют по формуле

K = 100 x U / U , (15)

0U 0(1) ном.ф

где U - действующее значение нулевой последовательности основ-

0(1) ной частоты В, кВ;

U - номинальное значение фазного напряжения В, кВ.

ном.ф

Действующее значение напряжения нулевой последовательности (U_0(1)) вычисляют по формуле

$$U_{0(1)}=\frac{1}{6}\sqrt{\left[\frac{U^2_{CB(1)}-U^2_{AC(1)}}{U_{BA(1)}}-3\frac{U^2_{B(1)}-U^2_{A(1)}}{U_{BA(1)}}\right]^2+\left[\sqrt{4U^2_{CB(1)}-\left(\frac{U^2_{CB(1)}-U^2_{AC(1)}}{U_{BA(1)}}+U_{BA(1)}\right)^2}-3\sqrt{4U^2_{B(1)}-\left(\frac{U^2_{B(1)}-U^2_{A(1)}}{U_{BA(1)}}+U_{BA(1)}\right)^2}\right]^2}, \quad (16)$$

где $U_{BA(1)}$, $U_{CB(1)}$, $U_{AC(1)}$ — действующие значения междуфазных напряжений основной частоты, В, кВ;

$U_{A(1)}$, $U_{B(1)}$ — действующие значения фазных напряжений основной частоты В, кВ.

При определении данного ПКЭ допускается:

1) вычислять U_0(1) по приближенной формуле

$$U_{0(1)}=0,62\,[U_{НБ.ф(1)}-U_{НМ.ф(1)}], \quad (17)$$

где $U_{НБ.ф(1)}$, $U_{НМ.ф(1)}$ — наибольшее и наименьшее действующие значения из трех фазных напряжений основной частоты, В, кВ.

При наличии в междуфазных напряжениях напряжения обратной последовательности значения U_НБ.ф(1) и U_НМ.ф(1) определяют как наибольшее и наименьшее значения из приведенных фазных напряжений (с исключенным напряжением обратной последовательности). Приведенные фазные напряжения определяют по формуле

$$\left.\begin{aligned} U_{A\ пр}&=U_A+(U_{CB}-U_1)/\sqrt{3}\\ U_{B\ пр}&=U_B+(U_{AC}-U_1)/\sqrt{3}\\ U_{C\ пр}&=U_C+(U_{BA}-U_1)/\sqrt{3}\end{aligned}\right\} \quad (18)$$

Примечание. Относительная погрешность определения K_0U с использованием формулы (17) вместо формулы (16) не превышает +-10%;

2) применять вместо действующих значений междуфазных и фазных

напряжений основной частоты действующие значения напряжений, определенные с учетом всех гармонических составляющих, если коэффициент несинусоидальности кривых напряжения не превышает 5%;

3) вычислять данный ПКЭ по формуле

$$K_{0U}=100\sqrt{3}\,U_{0(1)}/U_{1(1)}, \qquad (19)$$

где $U_{1(1)}$ — действующее значение напряжения прямой последовательности основной частоты, В, кВ.

Примечание. Относительная погрешность определения K_0U по формуле (19) по сравнению с формулой (15) численно равна значению отклонения напряжения U_1(1) от U_ном.

1.8. Отклонение частоты (Дельта f) в герцах вычисляют по формуле

$$\Delta f=f-f_{ном}, \qquad (20)$$

где f — значение частоты, Гц;
$f_{ном}$ — номинальное значение частоты, Гц.

1.9. Длительность провала напряжения (Дельта t_п) в секундах (черт. 3) вычисляют по формуле

$$\Delta t_{п}=t_{к}-t_{н}, \qquad (21)$$

где $t_{н}$, $t_{к}$ — начальный и конечный моменты провала напряжения, с.

1.10. Импульсное напряжение в относительных единицах (дельта x U_(*имп) в соответствии с черт. 4 вычисляют по формуле

$$\delta U_{*имп}=\frac{U_{имп}}{\sqrt{2}\,U_{ном}}, \qquad (22)$$

где $U_{имп}$ — значение импульсного напряжения, В, кВ.

2. Дополнительные ПКЭ

2.1. Коэффициент амплитудной модуляции (K_мод) в процентах в соответствии с черт. 5 вычисляют по формуле

$$K_{мод}=\frac{U_{НБ.а}-U_{НМ.а}}{2\sqrt{2}\,U_{ном}}, \qquad (23)$$

где $U_{НБ.а}$, $U_{НМ.а}$ — наибольшая и наименьшая амплитуды модулированного напряжения, В, кВ.

При периодической модуляции напряжения соотношение между размахом изменения напряжения (дельта x U_t) и коэффициентом амплитудной модуляции определяют по формуле

дельта x U = 2 x K . (24)

t мод

2.2. Коэффициент небаланса междуфазных напряжений (K_неб) в процентах вычисляют по формуле

$$K_{неб}=\frac{U_{НБ}-U_{НМ}}{U_{ном}}\cdot 100, \qquad (25)$$

где $U_{НБ}$, $U_{НМ}$ — наибольшее и наименьшее действующие значения из трех междуфазных напряжений, В, кВ.

При коэффициенте несинусоидальности напряжения K_(НС U) (определяемом в соответствии с требованиями п. 1.4 приложения 2), не превышающем 5%-ное соотношение между коэффициентом обратной последовательности (K_2U) и коэффициентом небаланса междуфазных напряжений K_неб, определяют по приближенной формуле

K = 0,62 x K . (26)

2U неб

Примечание. Относительная погрешность вычисления K_2U по формуле (26) не превышает +-8%.

2.3. Коэффициент небаланса фазных напряжений (K_неб.ф) в процентах вычисляют по формуле

$$K_{неб.\,ф}=\frac{U_{НБ.\,ф}-U_{НМ.\,ф}}{U_{ном.\,ф}}\cdot 100, \qquad (27)$$

где $U_{НБ.ф}$, $U_{НМ.ф}$ — наибольшее и наименьшее действующие значения из трех фазных напряжений, В, кВ;

$U_{ном.ф}$ — номинальное значение фазного напряжения, В, кВ.

При коэффициенте несинусоидальности напряжения K_(НС U) (определяемом в соответствии с требованиями п. 1.4 приложения 2), не превышающем 5%-ное соотношение между коэффициентом нулевой последовательности напряжений (K_0U) и коэффициентом небаланса фазных напряжений K_неб.ф, определяют по приближенной формуле

K = 0,62 x K . (28)

0U неб.ф

Примечание. Относительная погрешность вычисления K_0U по формуле (28) не превышает +-8%.

3. Вспомогательные параметры электрической энергии

3.1. Частоту изменений напряжения (F), с(-1), мин(-1), ч(-1), вычисляют по формуле

m

F = –, (29)

T

где m - число изменений напряжения за время T;

T - интервал времени измерения, с, мин, ч.

3.2. Интервал времени между изменениями напряжения (Дельта t_i(, i+1)) в соответствии с черт. 2, с, мин, ч, вычисляют по формуле

Дельта t = t - t , (30)

i, i+1 i+1 i

где t , t - начальные моменты следующих друг за другом измене-

i+1 i ний напряжения, с, мин, ч, в соответствии с

черт. 2.

Если интервал времени между окончанием одного изменения и началом следующего, происходящего в том же направлении, менее 30 мс, то эти изменения рассматривают как одно в соответствии с черт. 2.

3.3. Глубину провала напряжения (дельта x U_п) в процентах в соответствии с черт. 3 вычисляют по формуле

$$\delta U_{п} = \frac{U_{ном} - U_{min}}{U_{ном}} \cdot 100, \qquad (31)$$

где U_{min} — минимальное действующее значение напряжения в течение провала напряжения, В, кВ.

3.4. Интенсивность провалов напряжения (m_*) в процентах вычисляют по формуле

$$m_{*} = \frac{m\ (\delta U_{п},\ \Delta t_{п})}{M} \cdot 100, \qquad (32)$$

где $m(\delta U_{п},\ \Delta t_{п})$ — число провалов глубины $\delta U_{п}$ и длительности $\Delta t_{п}$ за рассматриваемый интервал времени T;

M — суммарное число провалов напряжения за рассматриваемый интервал времени T.

3.5. Длительность импульса напряжения по уровню 0,5 его амплитуды (Дельта t_(имп 0,5)) в микросекундах, миллисекундах в соответствии с черт. 5 вычисляют по формуле

Дельта t = t - t , (33)

имп 0,5 к н

где t , t - моменты времени, соответствующие пересечению кривой

к н импульса напряжения горизонтальной линией, проведенной

на половине амплитуды импульса, мкс, мс.

Приложение 3

Обязательное

Методика определения допустимости колебаний напряжения для осветительных установок

Условием допустимости совокупности размахов изменения напряжения, каждый из которых не превышает значений, определяемых в соответствии с черт. 1, является

$$\sum_{i=1}^{n} \Delta t_{дi} \leqslant T, \qquad (34)$$

где $\Delta t_{дi}$ — минимальный допустимый интервал времени между размахами амплитудой δU_t, определяемый по нижней шкале черт. 1;

T — общее время наблюдения размахов.

Пример. За 10 мин в сети зарегистрировано 12 размахов амплитудой 4,8% (первая группа размахов), 30 размахов амплитудой 1,7% (вторая группа) и 100 размахов амплитудой 0,9% (третья группа). Определить допустимость питания от этой сети люминесцентных ламп.

Решения:

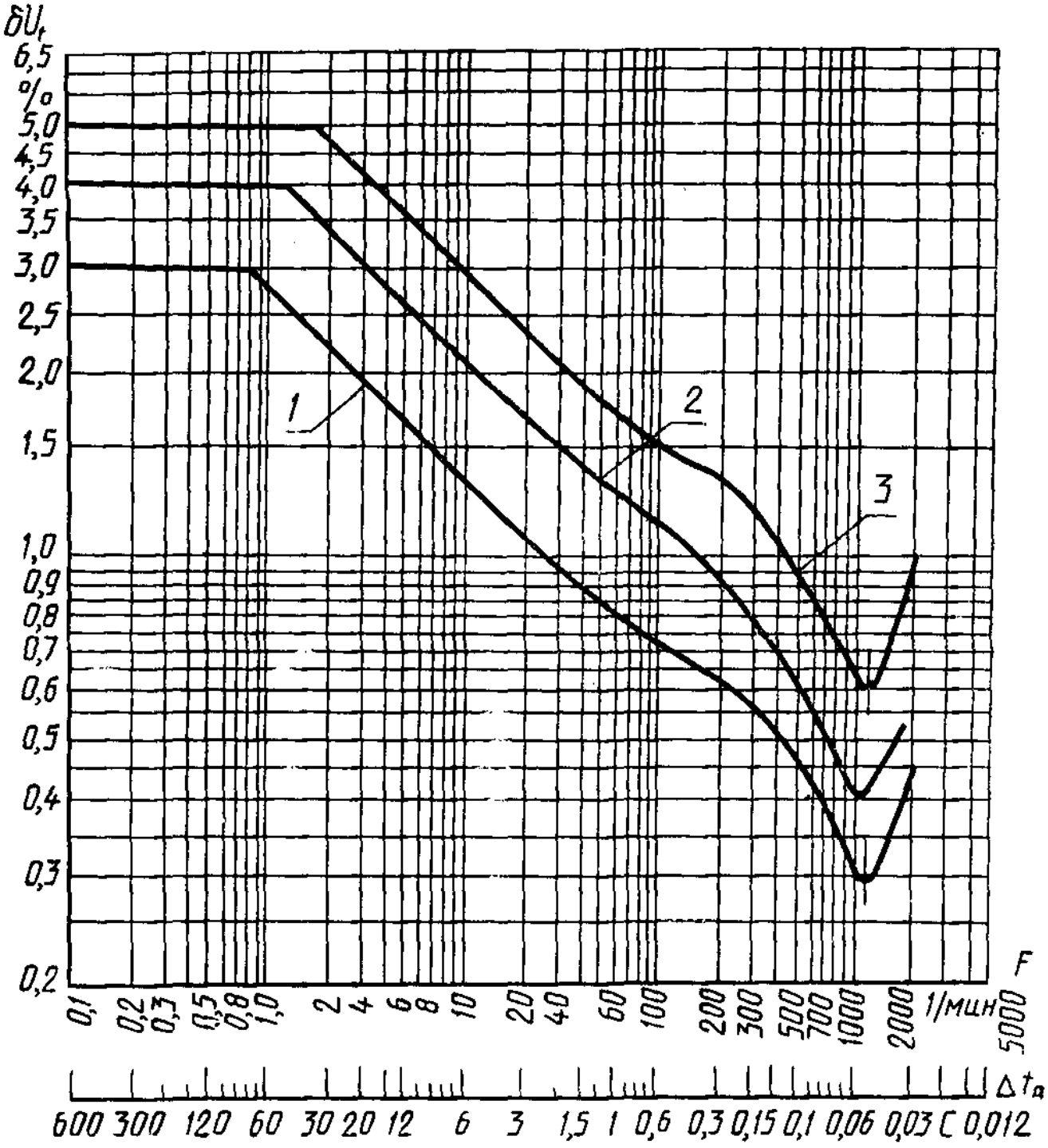
1. По кривой 3 черт. 1 определяем: для дельта x U_t1 = 4,8% Дельта t_Д1 = 30 с, для дельта x U_t2 = 1,7% Дельта t_Д2 = 1 с, для дельта x U_t3 = 0,9% Дельта t_Д3 = 0,1 с.

2. Определением# по (34) минимальное время, за которое данное количество размахов с указанной амплитудой допустимо:

12 x 30 + 30 x 1 + 100 x 0,1 = 400 с < 600 с.

Вывод. Питание от данной точки сети люминесцентных ламп допустимо.

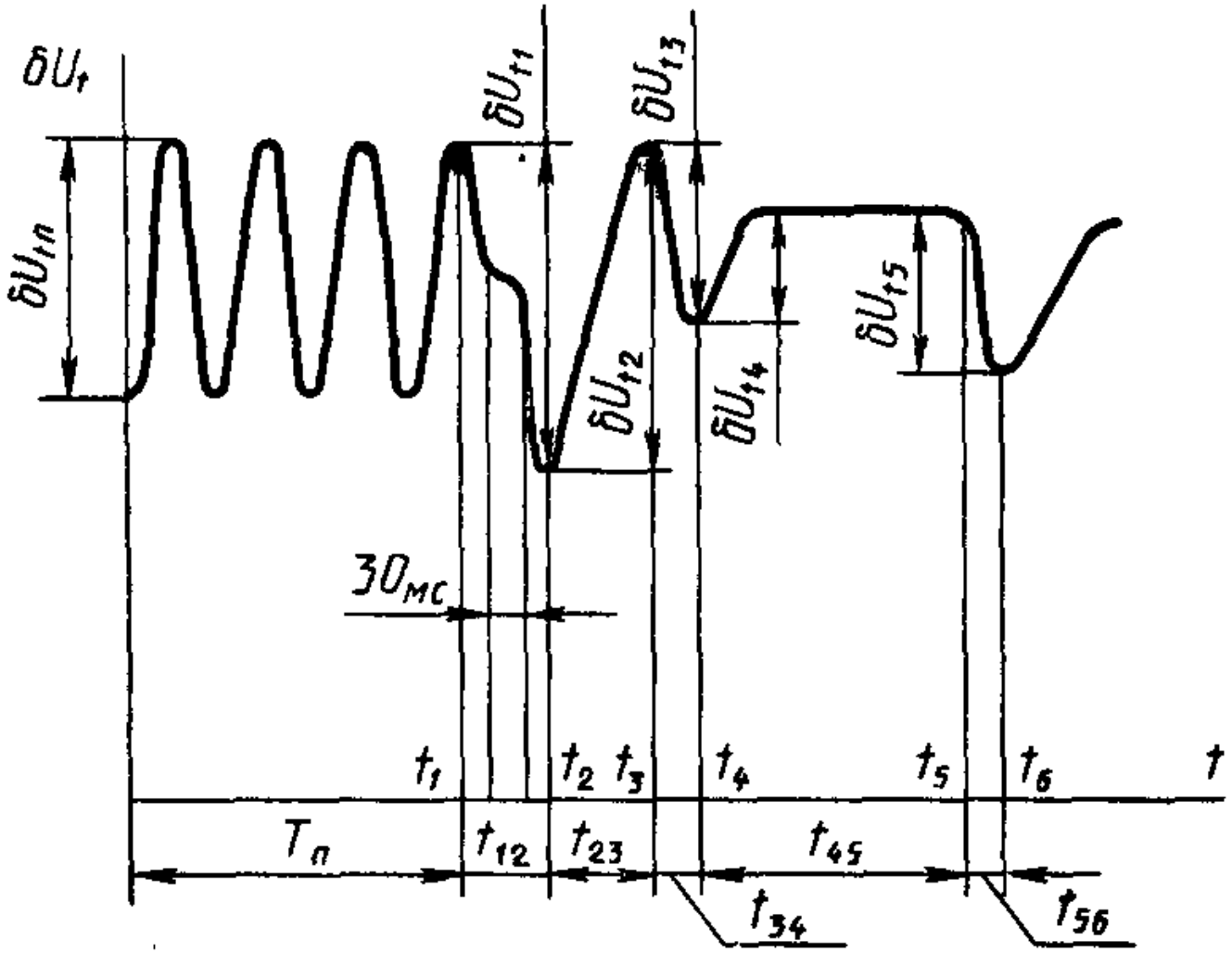
Допустимые размахи напряжения



F — частота изменений напряжения; $\Delta t_д$ — интервал времени между размахами

Черт. 1

Колебания напряжения

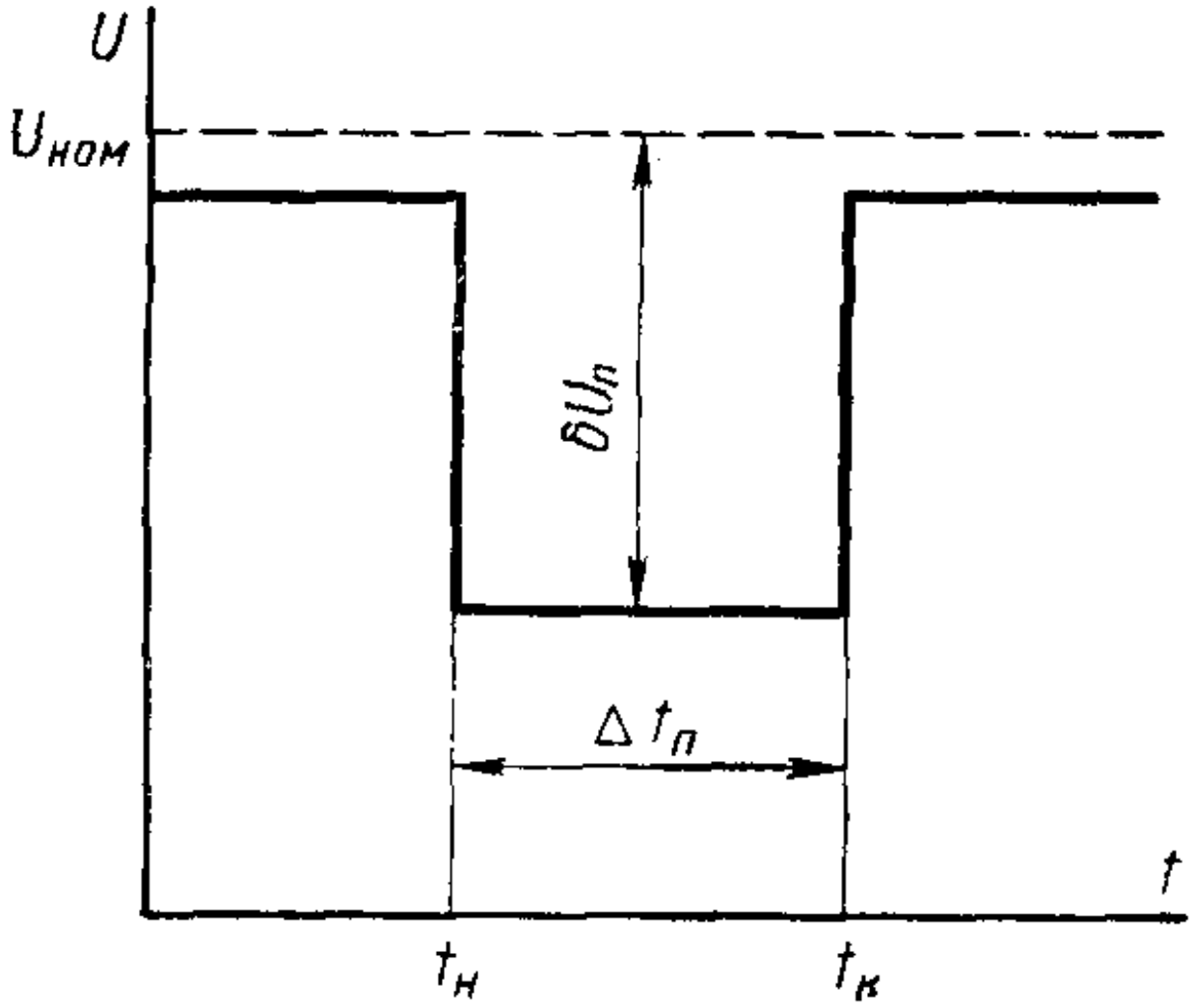


$\delta U_{tп}$ — размах периодических колебаний (7 размахов изменения напряжения за время $T_п$

δU_{t1}—δU_{t5} — размахи непериодических колебаний

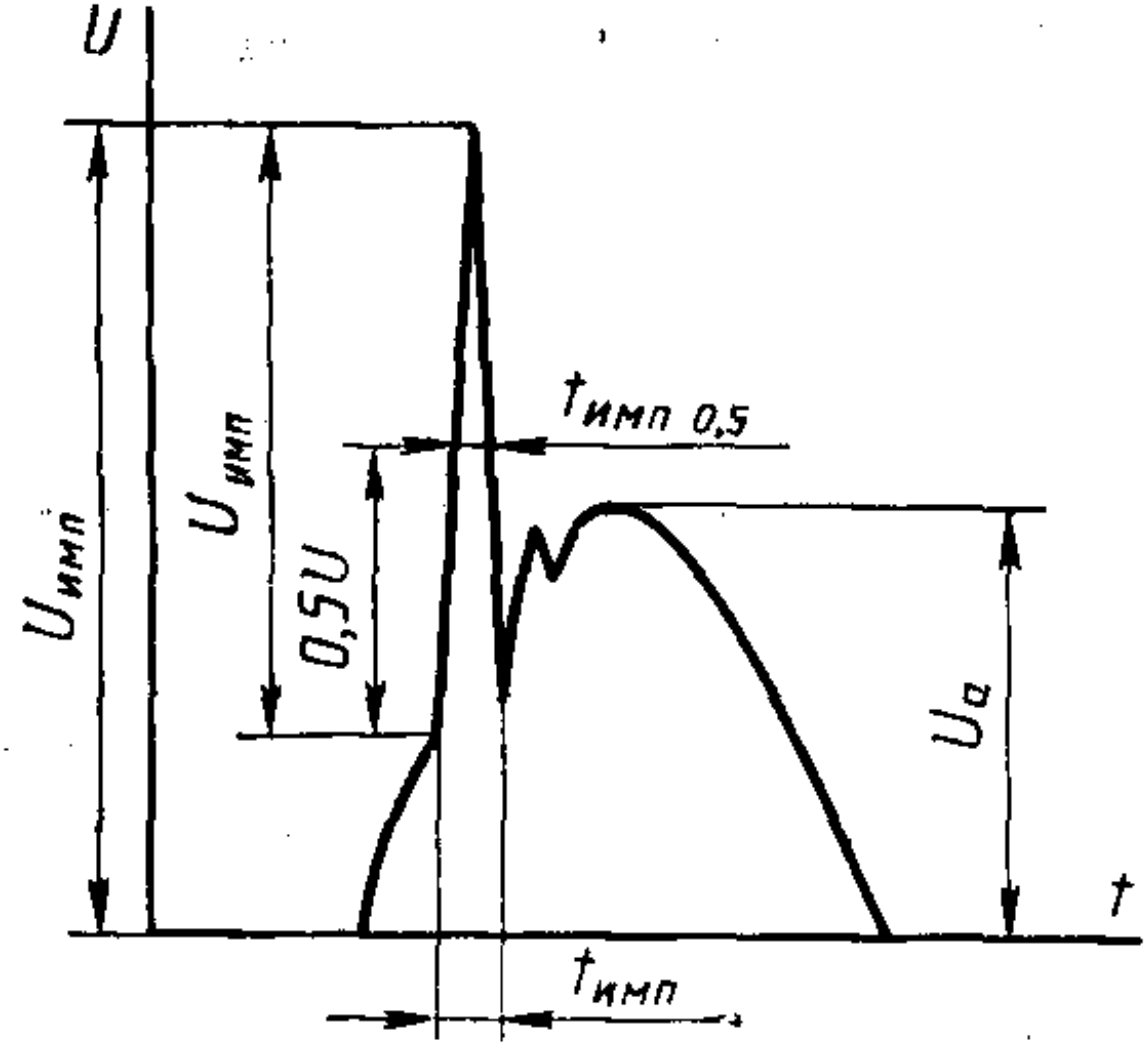
Черт. 2

Провал напряжения



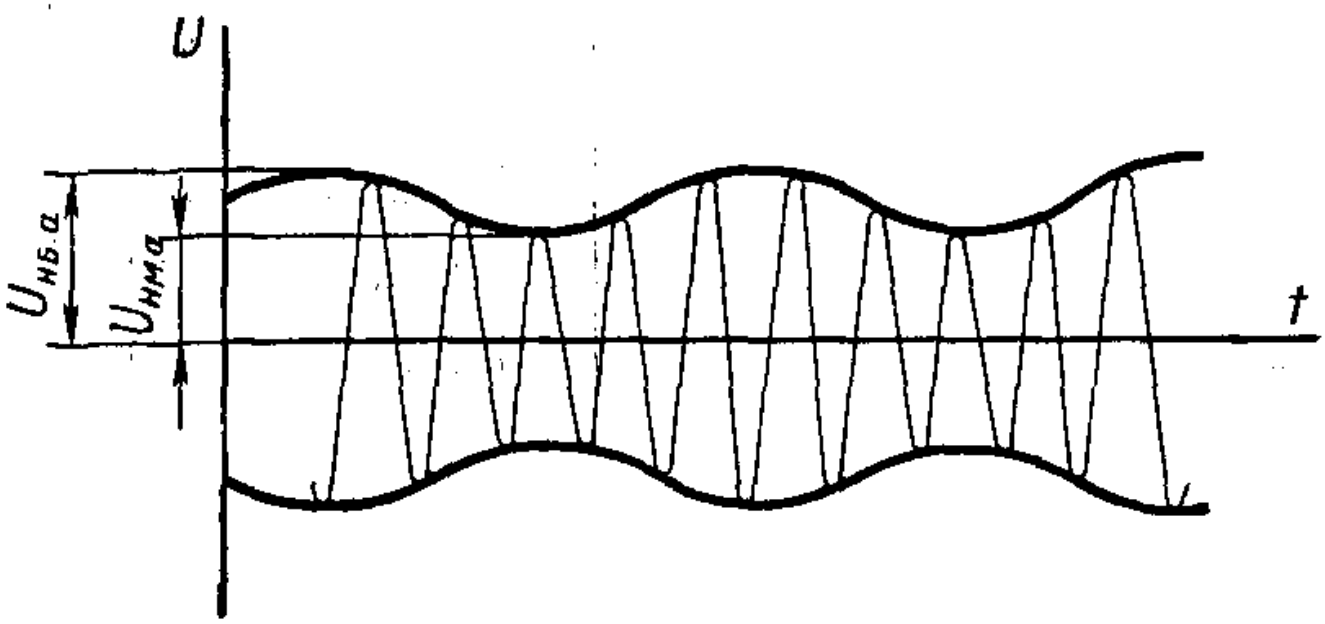
Черт. 3

Импульс напряжения



Черт. 4

Периодическая амплитудная модуляция



Черт. 5