

Посвящается друзьям, товарищам, коллегам, указанным на стр.1 публикации //econf.rae.ru/article/6859

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА И ИНЖЕНЕРНОГО СИНТЕЗА ВЕНТИЛЬНЫХ СХЕМ С ФИЛЬТРАМИ ИНДУКТИВНОГО ХАРАКТЕРА И ВНУТРЕННИМИ АКТИВНО-ИНДУКТИВНЫМИ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ. А.М. Репин

Repin A.M. THE RESULTS of the ANALYSIS and engineering SYNTHESIS of valve electrical CIRCUITS using inductive FILTERS and internal INDUCTORS and RESISTORS

Анонс. Приведены новые полезные результаты многолетних исследований. В виде таблиц и номограмм. Для более сложных моделей (класса $Sk m (L) r / R L_{\infty}$ и др.) базовых схем управляемых и неуправляемых вентиляльных конвертеров электроэнергии (БВК ЭЭ) при более сложных электромагнитных процессах (ЭМП) по сравнению с освещёнными в предыдущей статье автора. Она опубликована в авторитетном бумажном сборнике «Вопросы радиоэлектроники (ВРЭ)». Сер. ОВР. 1983. Вып. 8. С. 44–61 (совместно с данной статьёй на с.62–80) Минрадиопрома СССР. А также в электронном виде 25.9.2012 в НЭА РАЕ, URL: <http://www.econf.rae.ru/article/7010>.

При очевидной полезности освоения материала в /article/ 6638, приводимые сведения существенно повышают уровень знаний специалистов. Облегчают труд исследователей и разработчиков. Способствуют устранению многих неточностей, ошибок в существующей литературе, представлениях, трактовках. Результаты, разумеется, полезны также для методических и учебных целей. Особенно в связи с их отсутствием на протяжении десятилетий в научной, учебной и инженерно-технической литературе. И тем, отсутствием специалистов нужной квалификации.

Предисловие (для упрощения и удобства, далее – почти копия предисловия из упомянутой выше статьи article/7010). Впервые предлагаемый в электронной версии материал (в виде скан-копий 10.7.2006 г.) этих взаимосвязанных статей подготовлен в 1977 г. На основе ранее выполненных автором научных исследований. Коррелируемые по содержанию с научным отчётом «Новый метод инженерного синтеза вентиляльных схем с индуктивными фильтрами», М.: НИИР, Минрадиопром СССР. 1978 (//НЭА. URL: <http://econf.rae.ru/article/6859> ..//6860,) и основанные на научных результатах в article/ 6638, эти статьи представлены в апреле того же 1978 года в редакцию научно-технического сборника «Вопросы радиоэлектроники (ВРЭ)» МРП СССР. Но из-за активности тормозителей подправленные рецензентом и редактором материалы опубликованы, лишь спустя 5 лет. В 1983 г. Сегодня в электронном виде они доступны всем.

По содержанию и форме (за исключением опечаток, качества печати, пр.) материалы – авторские. Мною вписаны все знаки, обозначения, лично полученные математические формулы. По результатам расчётов на ЭВМ (по составленным мною алгоритмам) выполнены все изображения: таблицы, электрические схемы, формы токов, напряжений, графики, фрагментированная блок-схема машинной программы, пр. А также дизайн.

Причём первоначально – наброски, эскизы на бумаге. Затем качественно на миллиметровке. На кальке. И с калек, наклеенных мною на ватман, – фотографирование (при моём участии) на соответствующие по размерам фотоплёнки. С них – травление на металлические пластины (в цехе, без участия автора). С пластин – печать на бумагу (при участии в просмотре некоторых фрагментов). Тиражирование сборника (разумеется, без участия). Наконец, распечатка подарочных экземпляров только статей автора (тоже без него). И вручение их ему. Что, естественно, уже при наличии. И что ... самое приятное. Ощутить тепло новоиспечённых в бумажном издании результатов собственных трудов. Почувствовать тепло рук и человечности душ всех причастных к появлению новорожденца.

Так что, мои изображения – своего рода искусство. Графика. На научной основе.

Но превзойти Всевышнего человеку не дано. Человек создан им. Как микро-, микро-, ..., микро-частица. СОЗДАТЕЛЬ сотворил Мир. Всё и Вся. Бесконечную Вселенную. Созвездия, Галактики. Звёзды. Планеты. И всё, что между ними. В них. И на них. И красота, искусство, гармония – понятия, представления относительны. Её для всех людей важно окружение. Прежде, родные, родственники, друзья, товарищи, коллеги. Кому как, а мне нравятся мои предки. Прародители, родители. По родословной – их следующее поколение. Братья, сёстры, родные, двоюродные. Следующее поколение – их, в свою очередь, дети. И далее – внуки /внучки, правнуки /правнучки. Так у всех. И, как для каждого, в идеале, все красивы. Ибо искусство Божие. Даже малое, например, результаты своего труда, можно тоже посвятить. Им. Некоторые из них здесь. В мгновениях фотоснимков.



Дед Филипп, мама, брат Шура, сестра Мария, 1931г. Аркадий, 1948. С отцом и Марией, 1943. Шура, отец, Мария. 1962. Я с вами, 1952



Александр. Племянницы Лида, 1952 и Лариса, 1981. Сестра Лида, 1956. Внучка Люба и правнучка Маша, 2012. Ласма, 1982.



С Александром, 1952. Всем на радость. Внук Саша и внучка Юлия. Племянница Лена. 2010. Всем всех благ!

Лосева

т 91083

Вопросы радиодиффузии

сер. СВР, 1983, вып. 8, с. 62-80

$S_m(M) \underline{L} R L_{\infty} \quad P \in K_1$

$S_m \underline{L} R L_{\infty} \quad P \in K_k$

$S_{\alpha m}(M) \underline{L} R(E) R L_{\infty} \quad P \in K_1$

теория,
модели, эмпиря, формулы,
эксперимент, компьютеризация,
алгоритмы и блок-схема
решения на ЭВМ

УДК 621.314.6:621.382

А. М. Ретин

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ВЕНТИЛЬНЫХ СХЕМ
С ФИЛЬТРАМИ ИНДУКТИВНОГО ХАРАКТЕРА И ВНУТРЕННИМИ АКТИВНО-
ИНДУКТИВНЫМИ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ

Приведены результаты исследований в виде таблиц и номограмм для классов более сложных схем управляемых и неуправляемых вентильных преобразователей энергии (ВП) по сравнению с рассмотренными в статье [1], опубликованной в данном сборнике.

Актуальность тематики и классы исследуемых схем

Подобно [1], ниже даны в компактном виде новые унифицированные результаты исследований в математически замкнутой форме для классов более сложных схем управляемых и неуправляемых m -лучевых ($m = \overline{2, m_x}$) и основных M -фазных мостовых ($M = \overline{1, 3}$) ВП с фильтрами индуктивного (RL_{∞}) характера при учете внутренних активных r_{μ} и индуктивных $x_{\mu} = \omega_{\mu} l_{\mu}$ сопротивлений, а также наличии постоянных E_{μ} и синусоидальных S_{μ} ЭДС с амплитудами $S_{a\mu}$, частотами ω_{μ} и начальными фазами $\psi_{\mu k} = \pi/2 + [2(\mu-1) - k]\theta$ в μ -х ветвях, где $\mu = \overline{1, m}$, $\theta = \pi/P$, α - угол управления, $k = \overline{1, k_x}$ - номер коммутационного режима, E_{μ} - противо-ЭДС E_0 в цепи нагрузки и/или напряжение смещения $E_{c\mu}$, отражающее влияние начального участка ампер-вольтных характеристик (АВХ) вентилей при замене реальной (нелинейной) АВХ смещенной двухлинейной [1-4].

Для краткости и удобства изложения эти классы вентильных структур обозначены, согласно [4], в виде $S(\alpha)(k)m(M)rL(E)RL_{\infty}$, а указанная в [1] симметрия дополнена условием

$$\{r_{\mu} = r, E_{\mu} = E\} \forall \mu, k. \quad (1)$$

Исследования этих и подобных им классов схем имеют целью повышение показателей эффективности и качества, а также активного материало- и энергосбережения. Решение задач в целом возможно путем создания и широкого внедрения в практику новых, более совершенных, схемно-технических, конструкторско-технологических решений на основе новой элементной базы, а также новых, более эффективных и качественных, чем известные, научно обоснованных методов и методов анализа и инженерного синтеза схем, их унификации и оптимизации.

При этом эффективным резервом для решения задач является введение и умелое использование различных видов так называемой избыточности: структурной, параметрической, режимной, функциональной, алгоритмической, информационной, временной, оптимизационной, унификационной и др.; их интеграция и оптимизация, а также оптимальная интеграция реализуемых функций, технологий, конструкций. Очень важным является здесь получение удачных математических моделей и выбор эффективного математического аппарата в целом.

Применительно к рассматриваемым классам НП задачи математического анализа и синтеза схем усложняются наличием в них многих нелинейных элементов (вентилей), а также учетом активных потерь. Еще в 1923 г. один из основоположников общей теории НП М. Демонтевинье [5] при анализе k -х режимов схем с чисто индуктивными элементами подчеркнул: "Учет активных сопротивлений приводит при анализе к непреодолимым затруднениям". Возможно поэтому до сих пор не получены для этих структур достаточно полные и качественные данные даже при обращении к эффективному упрощающему приему $L \rightarrow \infty$ [6] в сочетании с наиболее простыми и наглядными способами анализа нелинейных цепей - "припасовывания" [7] и кусочно-линейной аппроксимации АВХ.

В табл. I для примера даны в обозначениях авторов некоторые соотношения для угла коммутации $\gamma(I_0)$ (они же - для $I_0(\gamma)$, где I_0 - средний ток полезной нагрузки). Уравнения трансцендентны и относятся к неуправляемым и управляемым НП классов $S_m(M)lrRL_{\infty}$ и $S_{\alpha m}(M)lrRL_{\infty}$ при $k = 1$. В примечании к табл. I с учетом ссылок в третьей колонке дан их краткий комментарий.

Т а б л и ц а 1

ФОРМУЛЫ ДЛЯ УГЛА КОМПЮТАЦИИ И ТОКА НАГРУЗКИ

№	ФОРМУЛЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ	*	ГОД
(2)	$\frac{X_d I_d}{2\sqrt{3}E_m} = \sin\delta \left[\sin\frac{\psi}{2} \cos(\alpha - \delta + \frac{\psi}{2}) \operatorname{th}(\frac{\psi}{2} \operatorname{ctg}\delta) \cos\frac{\psi}{2} \sin(\alpha - \delta + \frac{\psi}{2}) \right]; \operatorname{tg}\delta = \frac{X_d}{R_d}$	15, 2,4	1935
(3)	$E_o = E_{ox} - I_o r_o; r_o = \frac{m X_s}{2x} + r$	2,8	1948
(4)	$\frac{I_d \sqrt{2} z (1 + e^{-\frac{R}{z}\delta})}{2U_n} = \sin[\gamma - (\rho + \vartheta)] + \sin(\rho + \vartheta) \cdot e^{-\frac{R}{z}\delta}; \sin(\rho) = \frac{I_d \cdot r}{\sqrt{2}U_n}; \vartheta = \arctg \frac{\omega L}{r}; z = \sqrt{r^2 + x^2}$	15, 3	1959
(5)	$I = \sqrt{3} \frac{E_m}{x} \frac{\cos \rho}{1 + e^{-\delta \operatorname{tg} \rho}} [\epsilon^{-\delta \operatorname{tg} \rho} \cos(\alpha + \rho) - \cos(\alpha + \delta + \rho)]; \operatorname{tg} \rho = \frac{r}{x}$	15, 3	1961
(6)	$\cos \alpha - \cos(\alpha + \delta) = 2 I_d x_\varphi' / \sqrt{3} E_m$	15, 3, 4, 7	1963
(7)	$1 + Q^2 + Q[Q + \operatorname{ctg}(\psi_1 - \frac{\pi}{m})] e^{-\frac{\delta}{Q}} + [Q + \operatorname{ctg}(\psi_1 - \frac{\pi}{m})] \sin \gamma + [1 - Q \operatorname{ctg}(\psi_1 - \frac{\pi}{m})] \cos \gamma = 0;$ $\operatorname{ctg}(\psi_1 - \frac{\pi}{m}) = \sqrt{\frac{4 E_m^2 \sin^2 \frac{\pi}{m}}{I_o^2 r^2} - 1}$	15, 2, 5	1968
(8)	$\frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \beta}} \left[\sqrt{\left[\frac{2x(1 + \frac{r}{x})}{\rho r} \right]^2} - 1 \right] [\sin(\gamma - \beta) + \sin \beta e^{-\gamma \operatorname{ctg} \beta}] - [\cos(\gamma - \beta) - \cos \beta e^{-\gamma \operatorname{ctg} \beta}] = 1 \cdot e^{-\gamma \operatorname{ctg} \beta},$ $r_o = r \left\{ 1 - \frac{m \delta}{4x} + \frac{m \rho}{2x} \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \beta} \left[1 - \cos \frac{\gamma}{2} \cos(\lambda + \beta + \frac{\gamma}{2}) \right] \right\} = r (1 + \frac{m}{2x} \operatorname{tg} \beta);$ $\lambda = \omega t_1 - \beta - \frac{\pi}{m}; \beta = \arctg \frac{\omega L}{r}; \rho = \frac{1 + e^{-\gamma \operatorname{ctg} \beta}}{\sin(\gamma + \lambda) + \sin \lambda e^{-\delta \operatorname{ctg} \beta}}$	1a, 2, 3, 6, 7	1968
(9)	$\sin(\gamma + \alpha - \theta_x) - \sin(\alpha - \theta_x) \exp(-\gamma R_2 / X_{2S}) = \frac{1}{2} i_{m0} \frac{Z_k}{E_{km}} [1 - \exp(-\gamma R_2 / X_{2S})],$ $\theta_x = \arctg(\omega L_{2S} / R_2); Z_k = R_2 + \omega L_{2S}; E_{km} = E_{2m} \sin(\pi / m)$	15, 2, 3	1971
(10)	$\frac{\sqrt{2} c I_d z}{\sqrt{3} U_1} (1 + e^{-\frac{S \operatorname{tg} \gamma}{z}}) = \sin(\gamma + \alpha - \rho - \vartheta) - \sin(\alpha - \beta - \vartheta) e^{-\frac{S \operatorname{tg} \gamma}{z}}; \rho = \arcsin \frac{I_d (\frac{r_1}{c} s + r_2)}{\sqrt{6} \frac{U_1}{c} s}; \vartheta = \arctg \frac{x_2 s}{\frac{r_1}{c} s + r_2}$	15, 3, 4	1972
(11)	$\sin(\frac{\pi}{6} - \theta_1) = \frac{H}{\sqrt{6}} \cos \psi_2''; 0 = -\frac{\sqrt{6}}{H} \sin(\theta_2 - \psi_2'' - \frac{\pi}{6}) + 1 + F e^{-\frac{x}{\operatorname{tg} \psi_2''}}; \operatorname{tg} \psi_2'' = \frac{X_1 + X_2}{R_1 + \frac{1}{5}(R_2 + \Delta R_{2m} + \Delta R_2)}$ $H = \frac{I_d'' z_{2x}}{U_1} - \frac{I_d''}{U_1} \sqrt{[R_1 + \frac{1}{5}(R_2 + \Delta R_{2m} + \Delta R_2)]^2 + (X_2 + X_2)^2}; F = 1 + \frac{\sqrt{6}}{H} \sin(\theta_1 - \psi_2'' - \frac{\pi}{6})$	15, 3, 5	1972
(12)	$\frac{I_d X_p}{E_p} = \frac{\sqrt{2} \sin \vartheta [\sin(\delta - \alpha_o - \vartheta) - \sin(-\alpha_o - \vartheta) e^{-\frac{\delta}{\operatorname{tg} \vartheta}}]}{1 + e^{-\frac{\delta}{\operatorname{tg} \vartheta}}}; \vartheta = \arctg \frac{X_p S}{r_p}$	15, 3, 4	1974
(13)	$A e^{\tau \gamma} + B \cos \gamma + C \sin \gamma + D = 0; B = z \frac{2 \cos \alpha - \sin \alpha}{\tau^2 + 1}; A = -[z \frac{2 \sin \alpha - \cos \alpha}{\tau^2 + 1} + \frac{J_d}{\tau}]; D = -\frac{J_d}{\tau}; z = \frac{\sqrt{3} E_{2m}}{2 X_\gamma}$	15, 3, 4	1975
(14)	$M_f = \frac{\pi}{3 \eta_o} \frac{\cos \alpha_i - \cos(\alpha_i + \delta)}{\cos \alpha_i [1 - \tau_r (\frac{2x}{3} - \frac{\delta}{2}) + \cos(\alpha_i + \delta) [1 + \tau_r (\frac{2x}{3} - \frac{\delta}{2})]}; M_f = \frac{x}{R}; k_r = \frac{r}{x}; \eta_o = \frac{U_f}{U_f + 2 \Delta U_o}$	15, 3, 7	1975
(15)	$\frac{I_d}{2 I_m} (1 + e^{-\frac{R}{x} \delta}) = \sin[\gamma - (\alpha_1 + \vartheta_x)] + \sin(\alpha_1 + \vartheta_x) e^{-\frac{R}{x} \delta}; \vartheta_x = \arctg \frac{x}{R}; I_m = \frac{E_m}{2z}; \alpha_1 = \arcsin \frac{I_d R}{E_m}$	15, 3, 4	1976
(16)	$I_d = \frac{(\sqrt{3} E_m / z) [\sin(\theta_1 + \gamma - \vartheta) - \sin(\theta_1 - \vartheta) \exp(-\frac{R}{x} \delta)]}{1 + \exp(-\frac{R}{x} \delta)}; \theta_1 = \arcsin(-\frac{i_d R}{\sqrt{3} E_m}); \vartheta = \arctg(x/R)$	15, 3, 4	1978

* I - результат: а - замкнут, б - не замкнут, в - не содержит принци-
пиальной новизны по отношению, например, к (2); 2 - m = m; 3 - M = 3;
4 - угол α задан; 5 - сложно; 6 - громоздко; 7 - ошибочно; 8 - нет
уравнения для γ

Как и для схем с $r_\mu = 0$ [1], основным недостатком результатов при $r_\mu \neq 0$ является их математическая незамкнутость, а также неоднородность обозначений, терминов, концепций в целом, что обусловлено различием подхода в зависимости от научных школ, отраслей, регионов.

Далее на основе многолетних исследований автора представлены новые результаты в замкнутой форме с единых методологических, физико-математических и терминологических позиций.

Исходные предпосылки и обозначения

Большинство из них дано в [1], но основания для безразмерных токов здесь иные: $\theta_i = \theta_u / \theta_z = S_a / r$ - для лучевых схем и $S_{aл} / r$ - для мостовых. Токи с основаниями $\theta_z = x$ или R отмечены индексами $(x), (R)$. Мгновенные, средние и действующие значения переменных обозначены: $i, u, p; I, U, P$ и $\mathcal{I}, \mathcal{U}, \mathcal{P}$ с индексами $\phi, \beta, \lambda, \eta, \sigma$ соответственно для фаз трансформаторов, вентилях, линий, общей Z и полезной R нагрузок. Амплитудным значениям придан индекс a , за исключением наибольших положительных и отрицательных значений напряжения на фильтровом дросселе в подынтервалах 0 и I, для которых использованы верхние индексы (+), (-). Нижние индексы (+), (-) у угловых величин указывают на их значения при приближении к ним справа и слева на временной оси $\psi = \omega t$. Знание значений переменных при $\psi \pm 0$ требуется для их проверки на соответствие законам скачков [8].

Результаты исследований вентиляльных схем классов $Sm(M)rLRl_{\infty}$,

$Sm(M)lrRL_{\infty}, S\alpha m(M)lrERL_{\infty}$ и их достоинства

Соотношения, полученные на основе эффективных математических моделей и методов, для схем класса $Sm(M)rLRl_{\infty}$ ($k = 1$) приведены в табл.2 для токов и напряжений на элементах схем в коммутационных подынтервалах 0 (выражения (18)-(21)) и I (выражения (22)-(28)), режимно-энергетических показателей (29)-(35) и угловых величин (36)-(38). Последние в замкнутом виде связывают угол коммутации γ и его часть γ_r , обусловленную r_μ , с определяющими [2,4] безразмерными параметрами

Таблица 2

Замкнутые соотношения вентиляльных структур класса $S_{km}(M)l_r R_{L_{\infty}}$ при их работе в первом коммутационном режиме ($P = K_1$)

№	$m = 2, 3, \dots, m_x$	$M = 3$ ($\theta_u = S_{2,1}$)	$M = 1$
(17)	$S_{\mu} = \cos[\vartheta + (2\mu - 3)\theta], \mu = \overline{1, m}$	$S_{\mu} = \cos[\vartheta + (2\mu - 3)\frac{\pi}{6}], \mu = 1, 2, 3$	$S = \sin \vartheta, \vartheta = \omega t$
п о д ы н т е р в а л 0			
(18)	$\gamma_+ - \gamma_r \leq \vartheta \leq 2\theta - \gamma_r$	$\gamma_+ - \gamma_r \leq \vartheta \leq \pi/3 - \gamma_r$	$\gamma_+ - \gamma_r \leq \vartheta \leq \pi - \gamma_r$
(18)	$U_H = S_2 - I_0 = \cos(\vartheta - \theta) - I_0$	$U_H = S_{11} - 2I_0, U_{\varphi 2} = S_2 - I_0 n_{TP}$	$U_H = S - I_0; U_{\delta 2} = 0$
(19)	$U_L = U_H - U_0; U_{L\mu} = 0, U_{\delta 1} = 0; U_0 = U_0; U_{\varphi 1} = S_1 - I_0 n_{TP}, n_{TP} = r_{TP}/r; i_0 = i_r = U_r = I_0$		
(20)	$U_{\delta \mu} = U_H - S_{\mu}; U_{\varphi \mu} = S_{\mu}$	$U_{\delta 5} = S_{13} - I_0, U_{\delta 6} = 0, U_{\varphi 3} = S_3$	$i_{3,4} = 0, i_{\varphi} = I_0$
(21)	$i_{\mu} = 0, \mu = \overline{2, m}$	$i_{11} = i_6 - i_{12} = I_0; i_{2-5} = i_{13} = 0$	$U_{\delta 3,4} = U_H$
п о д ы н т е р в а л 1 ($-\gamma_r \leq \vartheta \leq \gamma_+ - \gamma_r$)			
(22)	$U_H = \frac{1}{2}(S_1 + S_2 - I_0) = \cos\theta \cos\vartheta - \frac{1}{2} I_0$	$U_H = \frac{1}{2}(S_{11} + S_{12} - 3I_0) = \frac{1}{2}(\sqrt{3} \cos\vartheta - 3I_0)$	$U_H = 0$
(23)	$i_1 = i_{\varphi} = \sin\theta A(\vartheta)$	$i_1 = i_{11} = \frac{1}{2} A(\vartheta)$	$i_{\varphi} = A(\vartheta) - \sin\gamma_r$
(24)	$i_0 = I_0; U_0 = U_0; A(\vartheta) = \cos\vartheta \sin(\vartheta - \vartheta) + \sin\gamma_r + e_{\alpha} e^{-\delta(\vartheta + \gamma_r)}; e_{\alpha} = \sin\vartheta \cos(\vartheta + \gamma_r)$		
(25)	$U_{L1} = g i_1; U_{\varphi 1} = U_H + i_1 n_{TP}, n_{TP} = r_{TP}/r; U_{\delta 1} = 0; U_L = U_H - U_0; U_0 = U_0$		
(26)	$U_{\delta 2} = 0, U_{L2} = -U_{L1}$	$U_{\delta 2} = U_H; U_{\delta 5,6} = 0$	$U_{\delta 2-4} = 0; U_L = -U_0$
(27)	$U_{\delta \mu} = U_H - S_{\mu}; U_{L\mu} = 0$	$U_{\varphi 2} = S_2 - I_0 n_{TP}; U_{L2} = 0$	$i_{2,4} = \frac{1}{2}(I_0 - i_{\varphi})$
(28)	$i_{\mu} = 0, \mu = \overline{3, m}$	$i_5 = i_{13} = I_0 - i_1; U_{L3} = -U_{L1}$	$i_{13} = \frac{1}{2}(I_0 + i_{\varphi})$
Амплитудные, средние и действующие значения переменных			
(29)	$U_{L(0)}^{(+)} = U_{aH(0)} - U_0; U_{L(1)}^{(+)} = U_{aH(1)} - U_0; U_{L(1)}^{(-)} = U_H(\gamma_+ - \gamma_r) - U_0; \kappa_n = \Delta U_n / U_0 = (U_{aH} - U_{aH})/U_0$		
(30)	$U_{aH(0)} = 1 - I_0, U_{aH(1)} = \cos\theta - \frac{1}{2} I_0$	$U_{aH(0)} = 1 - 2I_0; U_{aH(1)} = \frac{1}{2}(\sqrt{3} - 3I_0)$	$U_{aH(0)} = 1 - I_0; U_{aH(1)} = 0$
(31)	$U_{a\delta \text{ макс}} = 2 \cos[(-1)^m - 1] \frac{1}{4} \theta$	$U_{a\delta \text{ макс}} = 1; (I_0 = \sin\gamma_r)$	
(32)	$(I_0 = 2 \sin\theta \sin\gamma_r); U_r = I_0 = I_0/m$	$I_L = 0; I_B = I_0/3$	$I_{\varphi} = 0; I_B = I_0/2$
(33)	$i_{aB} = i_{aH} = i_{a\varphi} = i_{aL} = U_{aT} = I_0; U_0 = NI_0; P_0 = I_0 U_0 = NI_0^2; U_L = U_{L\mu} = 0$		
(34)	$U_{aL}^{(+)} = \begin{cases} U_{L(0)}^{(+)} \\ U_{L(1)}^{(+)} \end{cases} \leftarrow [ng] \leq [ng]_{TP}; U_{L(0)}^{(-)} \geq 0 \leftarrow [ng] \leq [ng]_{TP}$		$V_{\varphi} = \sqrt{0,5 - 2\varphi}$
(35)	$J_B = J_{\varphi} \approx \frac{\kappa_{\varphi}}{m} I_0 \sqrt{2\pi/\Lambda}$	$J_B = I_0 \sqrt{2(1 - \gamma/\pi)/3}$	$J_{\varphi} = \sqrt{1 - 2\gamma/3\pi} I_0$
Основные угловые величины, критические и граничные параметры			
(36)	$(N+1)4\theta = B(\gamma), \gamma = 2\gamma$	$(N+2)2\pi/3 = B(\gamma)$	$(N+1)\pi/2 = B(\gamma)$
(37)	$\Lambda = 2\theta + \gamma, \Lambda_B = 2(\pi - \theta) - \gamma$	$\Lambda = 2\pi/3 + \gamma; \Lambda_B = 4\pi/3 + \gamma$	$\Lambda = \pi + \gamma; \Lambda_B = \pi - \gamma$
(38)	$\text{ctg}\gamma_r = A(\gamma); B(\gamma) = A(\gamma)(1 + \cos\gamma) + \gamma + \sin\gamma; A(\gamma) = \chi(\gamma)/3(\gamma); \chi(\gamma) = 1 + \cos\gamma \cos(\gamma - \vartheta) + \sin^2\vartheta \exp(-\delta\gamma); 3(\gamma) = [\sin(\gamma - \vartheta) + \sin\vartheta \exp(-\delta\gamma)] \cos\vartheta, g_B = 1/\delta_B = \text{tg}\vartheta = \omega l/r$		
(39)	$\text{tg}\gamma_{r \text{ кр}} = 3_{\text{кр}}/4_{\text{кр}}; 0 \leq \gamma_{r \text{ кр}} \leq \theta$	$N_{\text{кр}} = 0,7162 \text{tg}\gamma_{r \text{ кр}} - 1,0865$	$P = P_{\text{кр}} - \kappa 3$
(39')	$\chi(\gamma_{\text{кр}}) 3_{\text{кр}} = 3(\gamma_{\text{кр}}) 4_{\text{кр}}; \gamma_{\text{крит}} \leq \gamma \leq 2\theta$	$0 \leq \gamma_{r \text{ кр}} \leq \pi/6; \gamma_{\text{кр}} = \pi/6$	
(40)	$\gamma_{\text{крит}} = 2 \sin\theta \sin 2\theta / \sin 3\theta$	$\sin\gamma_{r \text{ кр}} = 2 - \sqrt{3}; 0 \leq g_{r \text{ кр}} \leq g_{r \text{ кр}}$	$P = P_{r \text{ кр}} - \text{нет}$
(41)	$\sin\gamma_{r \text{ кр}} = \text{tg}\frac{\theta}{2}; [\chi(\gamma_{r \text{ кр}})/3(\gamma_{r \text{ кр}})]^2 = \text{tg}\frac{\theta}{2} - 1$		

$g_{B_2} = 1/\delta_B = x/r$ и $n = 1/N = r/R$. Их критические (соответствующие окончанию первого коммутационного режима [1-4]) и граничные (соответствующие в этом режиме состоянию схем, при котором наибольшие значения выходного напряжения U_H в подынтервалах 0 и I оказываются равными, а пульсации $k_H = (U_{H\max} - U_{H\min})/U_0$ - минимальными [2]) значения определяют замкнутые уравнения (39)-(41).

На рис.1, 2 даны схемы замещения, их операторные структуры и универсальные "связанные" полиграммы переменных (коограммы [3]) согласно (17)-(28), поясняющие, в сопоставлении с известными (рис. 3), при $M = 1, 3$, $k = 1$ физическую сущность электромагнитных процессов, т.е. их полную "связанную" модель и смысл указанных в табл.2 величин применительно к широко распространенным мостовым схемам Ларионова и Греца-Поллака (класса $SM1rRL_\infty$). Параметрическую динамику токовых импульсов при $M = 1$, $k = 1$ иллюстрируют пардиграммы [3] рис.4. На рис.5-8 даны рассчитанные на ЭЦВМ замкнутые номограммы угла γ , внешних характеристик $U_a(I_a(x))$ и $U_0(I_0(r))$ при изменяющихся от 0 до 1 значениях взаимно инверсных параметров n, N ; g_B, δ_B ; $g_R = x/R = 1/\delta_R$. В табл.3 приведены аналогичные соотношения для схем классов $SkmlrRL_\infty$ и $S\alpha m(M)lrERL_\infty$, на рис.9 представлены осциллограммы при $m=6$, на рис.10 - общий фрагментированный алгоритм машинной программы для замкнутых расчетов схем различных типов и классов на ЭЦВМ.

В табл.2 для примера выделены формулы (31), (32) среднего тока полезной нагрузки, сопоставление которых с известными незамкнутыми соотношениями табл.1 убедительно подтверждает достоинства первых; они просты и удобны для использования.

Аналогичны достоинства графических представлений переменных по униграф- и пардин-способам [3] (рис.1,2,4): полнота, наглядность, наличие временной и ординатной привязки переменных между собой ("связность"), универсальная возможность легко и просто оценить преобразование форм переменных при изменении любого схемного элемента в широких пределах (т.е. выявить параметрическую динамику толерансных процессов [2,3]); обобщенность форм (благодаря отсутствию связи с частными значениями амплитуды и частоты ЭДС, мощности потребителя, тока, напряжения и пр.) и в то же время четкая числовая конкретность коор-

Основные соотношения для вентиляльных структур класса $S_{km}LrR_{k\infty}$ в k -х коммутационных режимах (типа PcK_k)

- (42) $S_{\mu(k)} = \cos(\vartheta - \beta_{\mu k}); \vartheta = \omega t; \beta_{\mu k} = (k - 2\mu)\vartheta; \vartheta = \pi/m, k = 1, k^+, \mu = \overline{1, m}; m = 2, \infty$
 подынтервал k^+ ; $-(\gamma_{rk})_+ \leq \vartheta \leq (\gamma_k)_- - \gamma_{rk}$
- (43) $i_{\mu(k)} = i_{\mu(k)}(\vartheta)_0 + i_{\mu(k)}(\vartheta)_- = I_{0(k)}/k^+ - \cos\varphi [a_{k^+} \cos(\vartheta - \varphi) - \cos(\vartheta - \beta_{\mu k}) +$
 (44) $+ e_{a_{\mu(k)}} e^{-\delta_0(\vartheta - \gamma_{rk})}], \mu = \overline{1, k^+}; i_{\mu(k)} = 0, \mu = \overline{k^+, m}; \varphi = \arctg(g_{\mu});$
- (45) $U_{n(k)} = (S^{(k)} - I_{0(k)})/k^+; S^{(k)} = \sum_{\mu=1}^{k^+} S_{\mu(k)} = k^+ a_{k^+} \cos\vartheta; U_L(k) = U_n(k) - U_0(k);$
- (46) $e_{a_{\mu(k)}} = \cos(\gamma_{rk} + \beta_{\mu k}) - a_{k^+} \cos(\gamma_{rk} + \varphi) + [I_{0(k)}/k^+ - I_{\mu(k)}(0)]/\cos\varphi; a_{k^+} = \frac{\sin k^+ \theta}{k^+ \sin \theta};$
 подынтервал k^- ; $(\gamma_{rk})_- - \gamma_{rk} \leq \vartheta \leq 2\theta - \gamma_{rk}$; см (43)-(46) при $k = k^-$;
 средние, амплитудные и действующие значения переменных
- (47) $I_{0(k)} = \sin k^+ \theta \cos \gamma_{rk} / \sin \theta - k^+ \cos(k\theta + \gamma_{rk}); U_0(k) = N_k I_{0(k)}; U_L = U_L - 0;$
- (48) $U_{an(k)} = U_n(k)(0); U_{an(k)^-} = U_n(k)(\theta); U_{nmin} = U_n(k)(\gamma_k - \gamma_{rk}); \Delta U_n = U_{an} - U_{nmin};$
- (49) $k_n = \Delta U_n / U_0(k); U_{L(k)}^{(0)} = U_{an(k)} - U_0(k); U_{L(k)^-}^{(0)} = U_{an(k)^-} - U_0(k); I_{0(k)} = I_{0(k)} = I_{0(k)}/m;$
- (50) $U_{aобрmax} = 2 \cos \left\{ \left[(-1)^m - 1 \right] \frac{1}{4} \theta \right\}; i_{ав(k)} = I_{0(k)} \pi \theta / \Lambda_k, k > 1; J_{вф} = \frac{k_+ I_{0(k)}}{m} \sqrt{2\pi / \Lambda_k};$
- основные угловые величины и критические параметры k -го порядка
- (51) $k^+ \theta (k N_k)^+ - \gamma_k = \frac{\cos \gamma_k - T_k \sin \gamma_k}{\sin \gamma_{rk} + T_k \cos \gamma_{rk}} \cos(\gamma_k - \gamma_{rk}); T_k = (\operatorname{ctg} \theta - k \operatorname{ctg} k\theta) / k^+;$
- (52) $\Lambda_k = 2k\theta + \gamma_k; \gamma_k = 2\gamma_k; \Lambda_{вк} = 2(\pi - \theta - \gamma_k); \Lambda_{L3k} < \Lambda_k$
- (53) $\operatorname{ctg}(k\theta + \gamma_{rk}) = \frac{a_{k^+} \sin \gamma \cos(\gamma + k\theta) + 0,5 \sin 2(\theta - \gamma)}{a_{k^+} \sin \gamma \sin(\gamma + k\theta) + \sin^2(\theta - \gamma)}; \gamma_r = \gamma_{кр(k)}; \gamma = \gamma_{кр(k)};$
- (54) $k^+ \theta (k N_{кр(k)})^+ - \gamma = \frac{[a_{k^+} \sin \gamma + \sin(\theta - \gamma) \cos(2\gamma + k\theta)] (\cos \gamma - T_k \sin \gamma) \sin k\theta}{a_{k^+} \{ [a_{k^+} \cos \gamma - \cos(\gamma + k\theta)] \sin \gamma + \sin(\theta - \gamma) \cos(\gamma + k\theta) \} - \frac{1}{2} \sin 2(\theta - \gamma)}$
- Замкнутые соотношения вентиляльных схем класса $S_{km}(M)LrERL_{\infty}$**
- | | | | |
|------|--|--|--|
| (55) | $m = 2, \infty; \theta_u = S_2$ | $M = 3; \theta_u \in S_{2,4}$ | $M = 1; \theta_u = S_2$ |
| (56) | подынтервал 0 ($\gamma'_+ \leq \vartheta \leq \gamma'_+$; $\vartheta'_0 = \vartheta'_0 + \alpha$; $\gamma' = \gamma + \alpha$)
$\vartheta'_0 = 2\theta; U_n = S_1 - I_0 - \varepsilon_c$ | $\vartheta'_0 = \pi/3; U_n = S_{11} - 2(I_0 + \varepsilon_c)$ | $\vartheta'_0 = \pi; U_n = 9 - I_0 - 2\varepsilon_c$ |
| (57) | подынтервал 1 ($\alpha_+ \leq \vartheta \leq \gamma'_+$)
$U_L = U_n - U_0 - \varepsilon_c; i_{\mu} = 0; U_{\phi 1} = S_1 - I_0 n_{TP}; n_{TP} = r_{TP}/r; i_0 = i_{\phi 1} = i_{\phi 1} = i_{\phi 1} = U_n = I_0$ | | |
| (58) | $U_n = \cos \theta \cos \vartheta - I_0/2 - \varepsilon_c$ | $U_n = (\sqrt{3} \cos \vartheta - 3I_0)/2 - 2\varepsilon_c$ | $U_n = -2\varepsilon_c$ |
| (59) | $\varepsilon_c = E_c / \theta_u; i_{01} = A \cos \varphi \sin(\vartheta - \varphi) + I_0/2 + e_a e^{-\delta_0(\vartheta - \alpha)}; \varepsilon_0 = E_0 / \theta_u$ | | |
| (60) | $U_L = U_n - U_0 - \varepsilon_c; i_0 = I_0; U_0 = U_0; U_{11} = g_0 i_{01}; C = \cos \varphi \sin(\varphi - \alpha);$ | | |
| (61) | $A = \sin \theta; e_a = AC - I_0/2$ | $A = 0,5; e_a = (C - I_0)/2$ | |
| (62) | $I_0 = [A_1 \cos \gamma \cos(\gamma + \alpha) - \varepsilon \vartheta'_0] / (H \vartheta'_0 - \gamma); J_{\phi} = DI_0$ | | |
| (63) | $\cos \theta [\sin(\gamma + \alpha - \varphi) + \sin(\varphi - \alpha) e^{-\delta_0 \gamma}] (1 + e^{-\delta_0 \gamma}) = I_0; \gamma = f(n, \varepsilon, g_0, \alpha)$ | | |
| (64) | $A_1 = 2A; H = 1 + N; \varepsilon = \varepsilon_0 + \varepsilon_c$ | $A_1 = 1; H = 2 + N; \varepsilon = \varepsilon_0 + 2\varepsilon_c$ | $A_1 = 1; H = 1 + N; \varepsilon = \varepsilon_0 + 2\varepsilon_c$ |
| (65) | $D^2 = 1/m - \gamma/3\pi$ | $D^2 = 2(1 - \gamma/3\pi)$ | $D^2 = 1 - 2\gamma/3\pi$ |

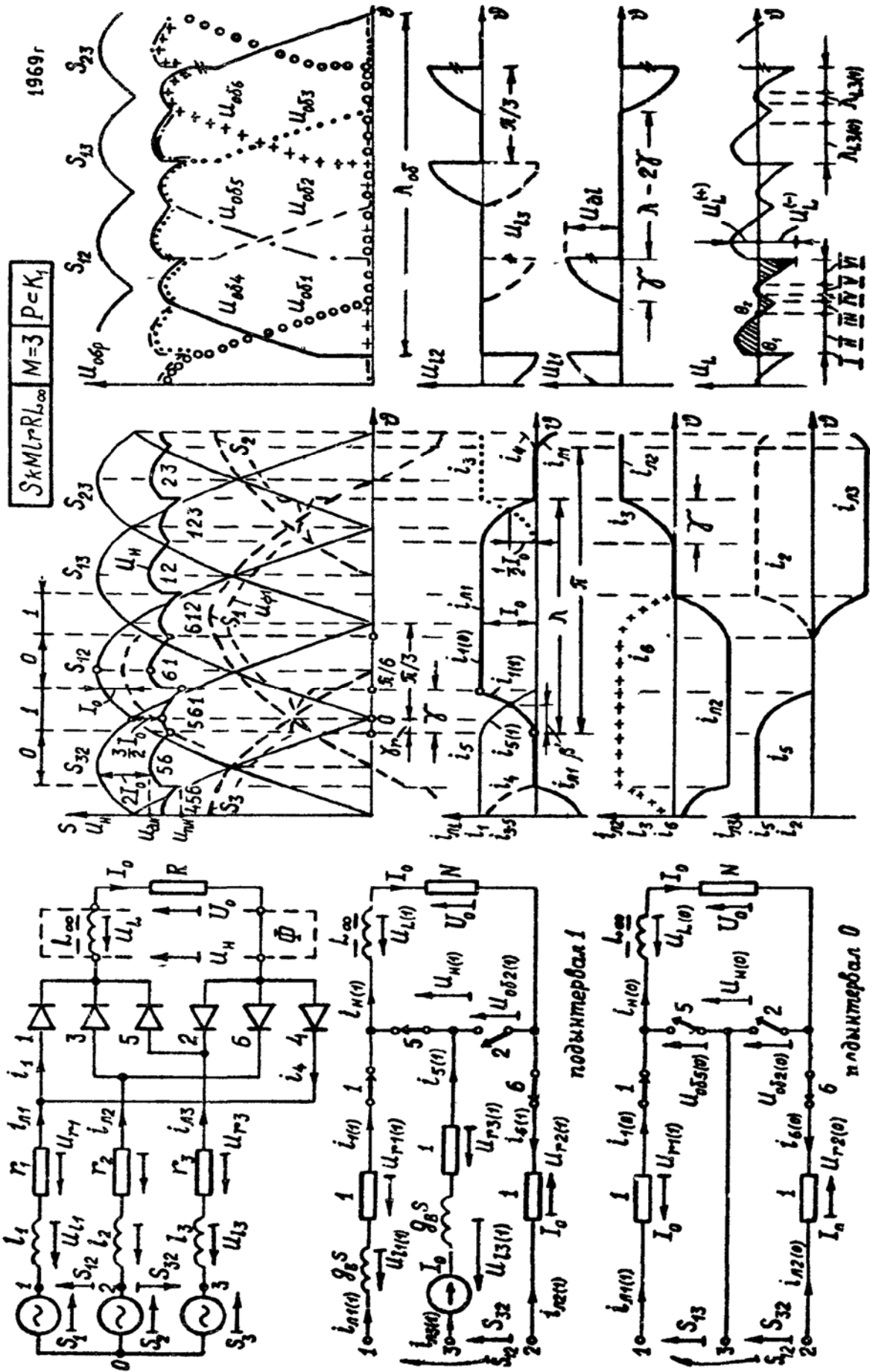


Рис.1. Формы переменных трехфазной мостовой вентиляционной схемы класса $S_k M L \Gamma R L_\infty$ при $k=1$

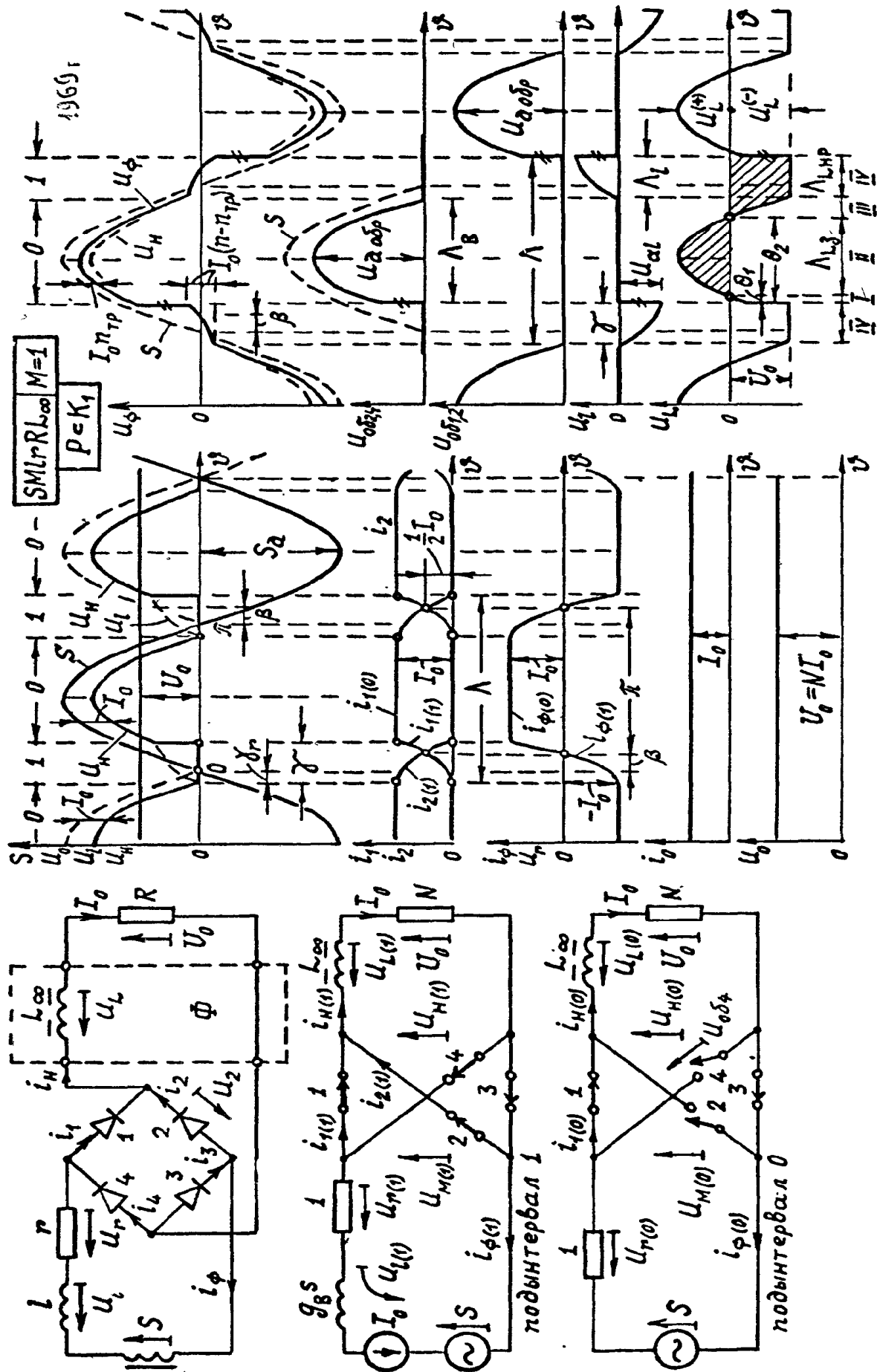


Рис. 2. Формы переменных однофазной мостовой вентильной схемы класса $SMI\Gamma RL_{\infty}$

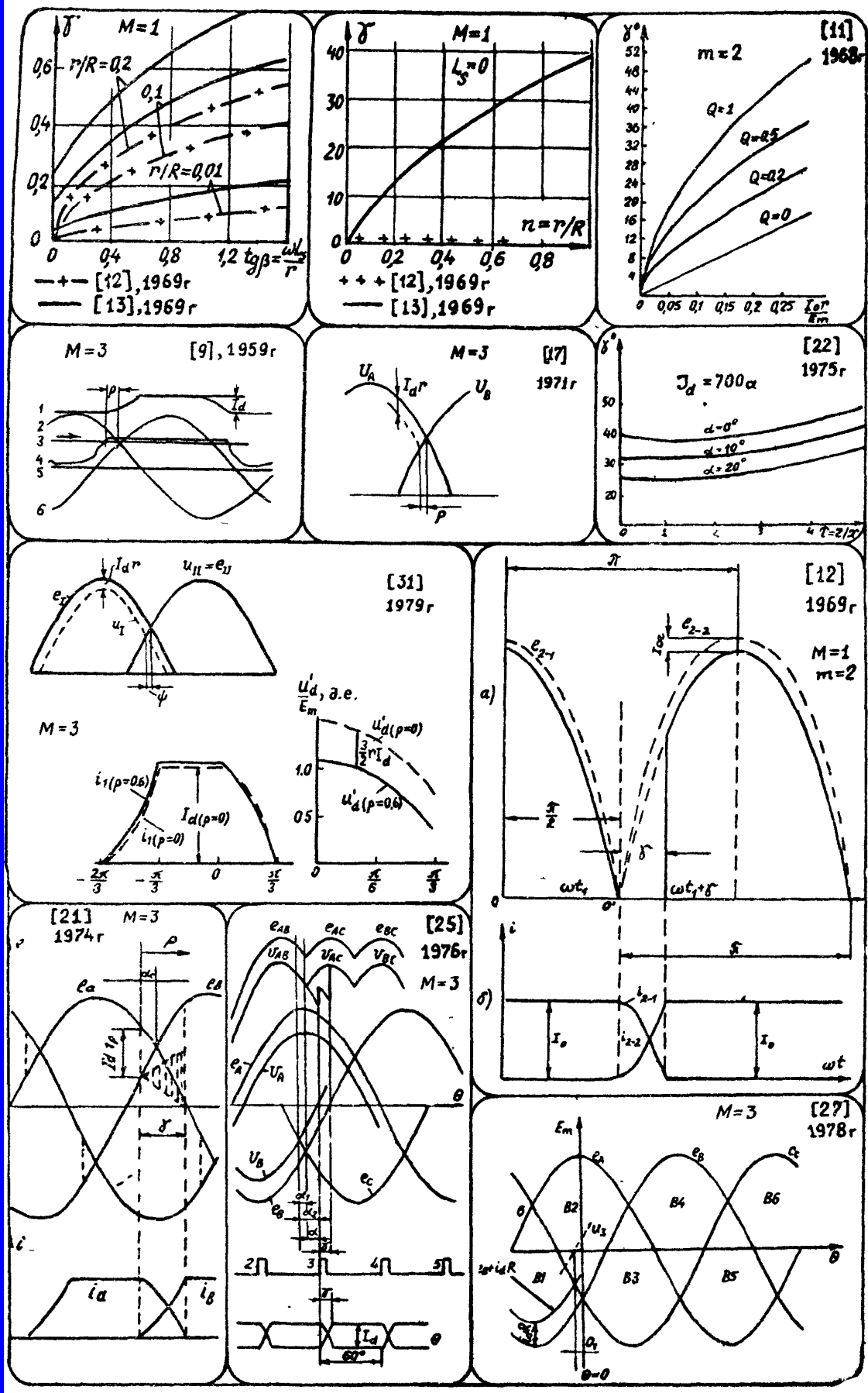


Рис.3. Фрагменты опубликованных диаграмм и графиков

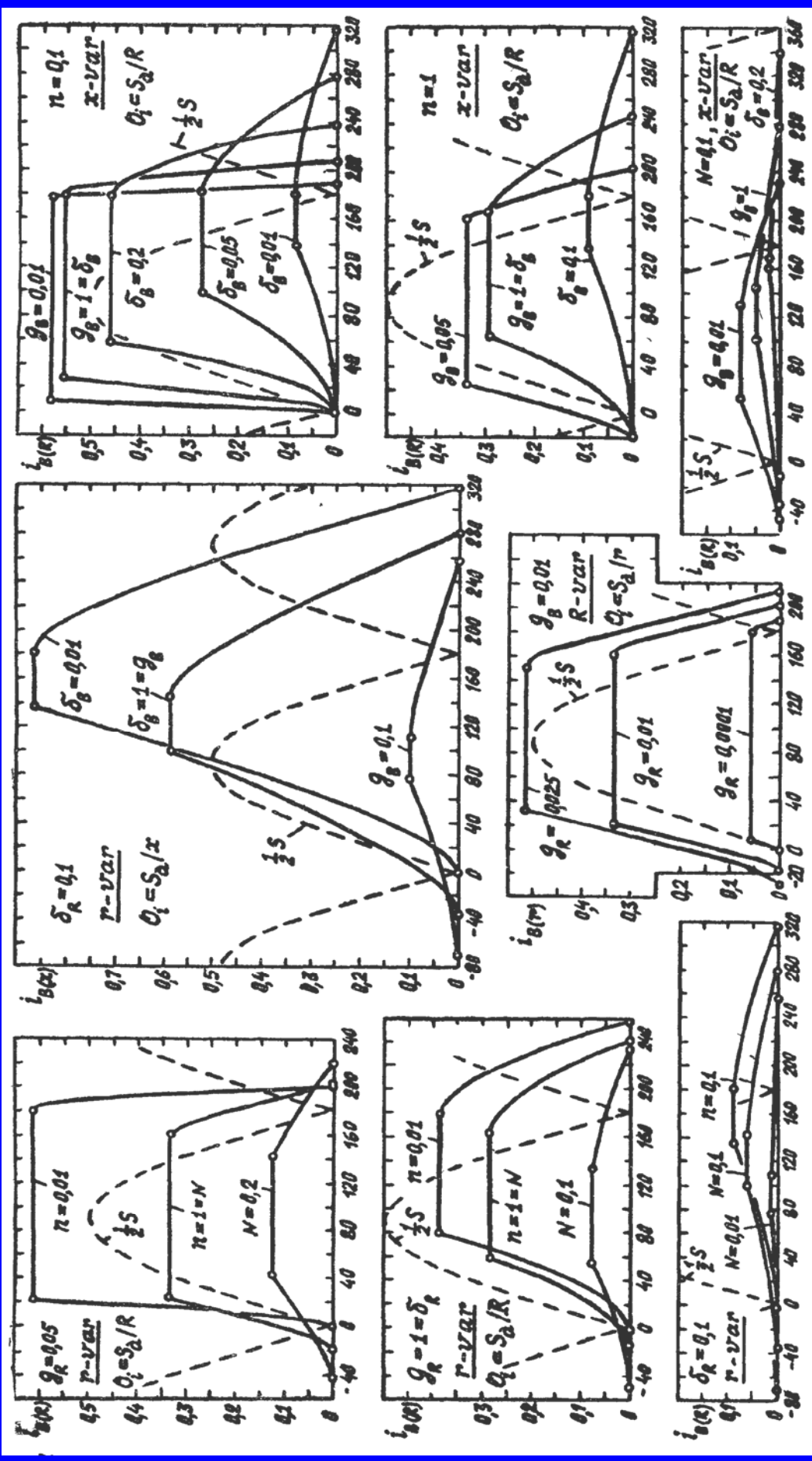


Рис. 4. Пардиграммы токовых импульсов вентиляхных схем класса $SMrRrL_{\infty}$ при $M = 1$ в режиме $P = K_i$

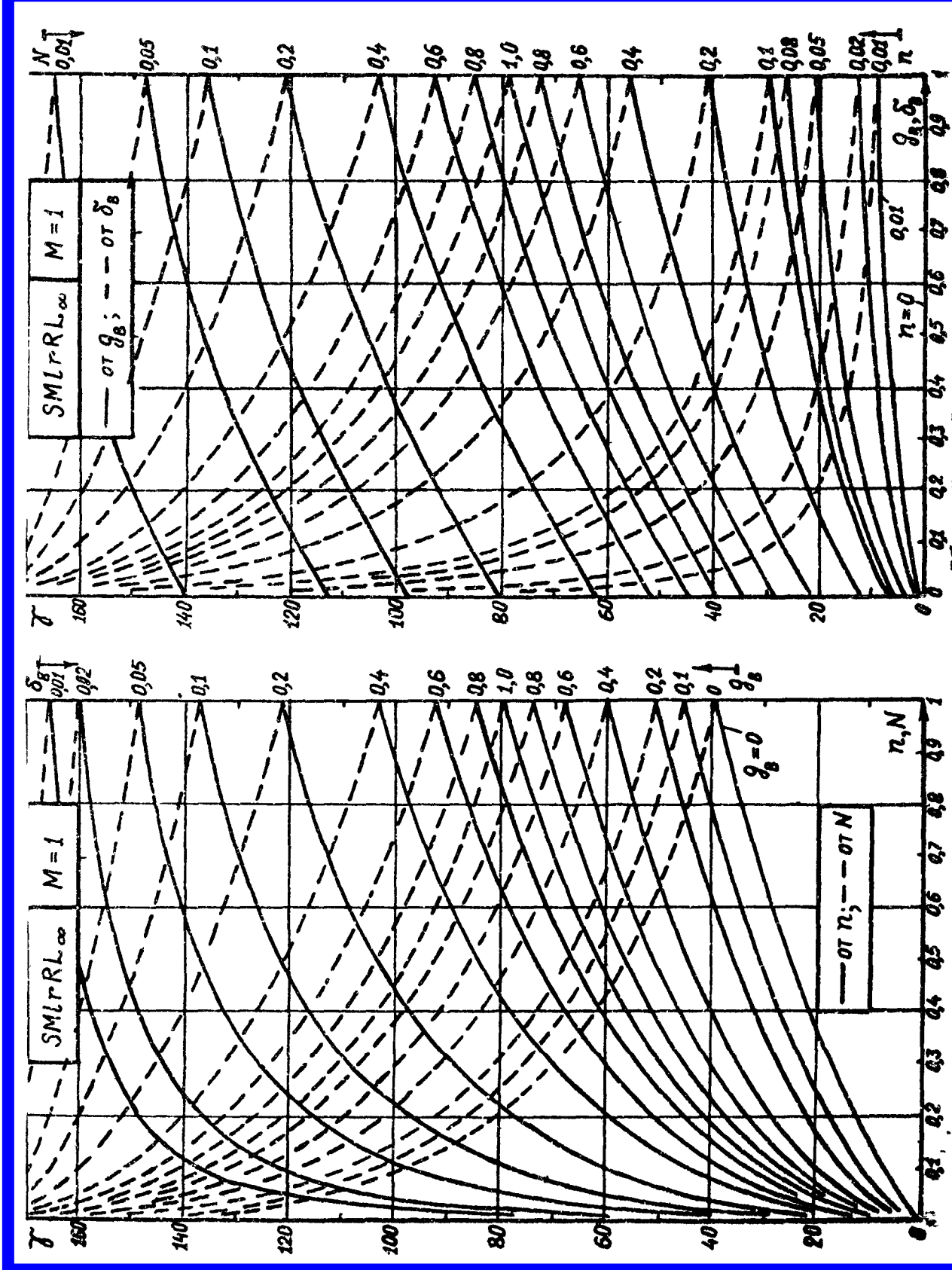


Рис. 5. Параметрические зависимости угла коммутации γ однофазной мостовой схемы класса $SMLrRL_{\infty}$.

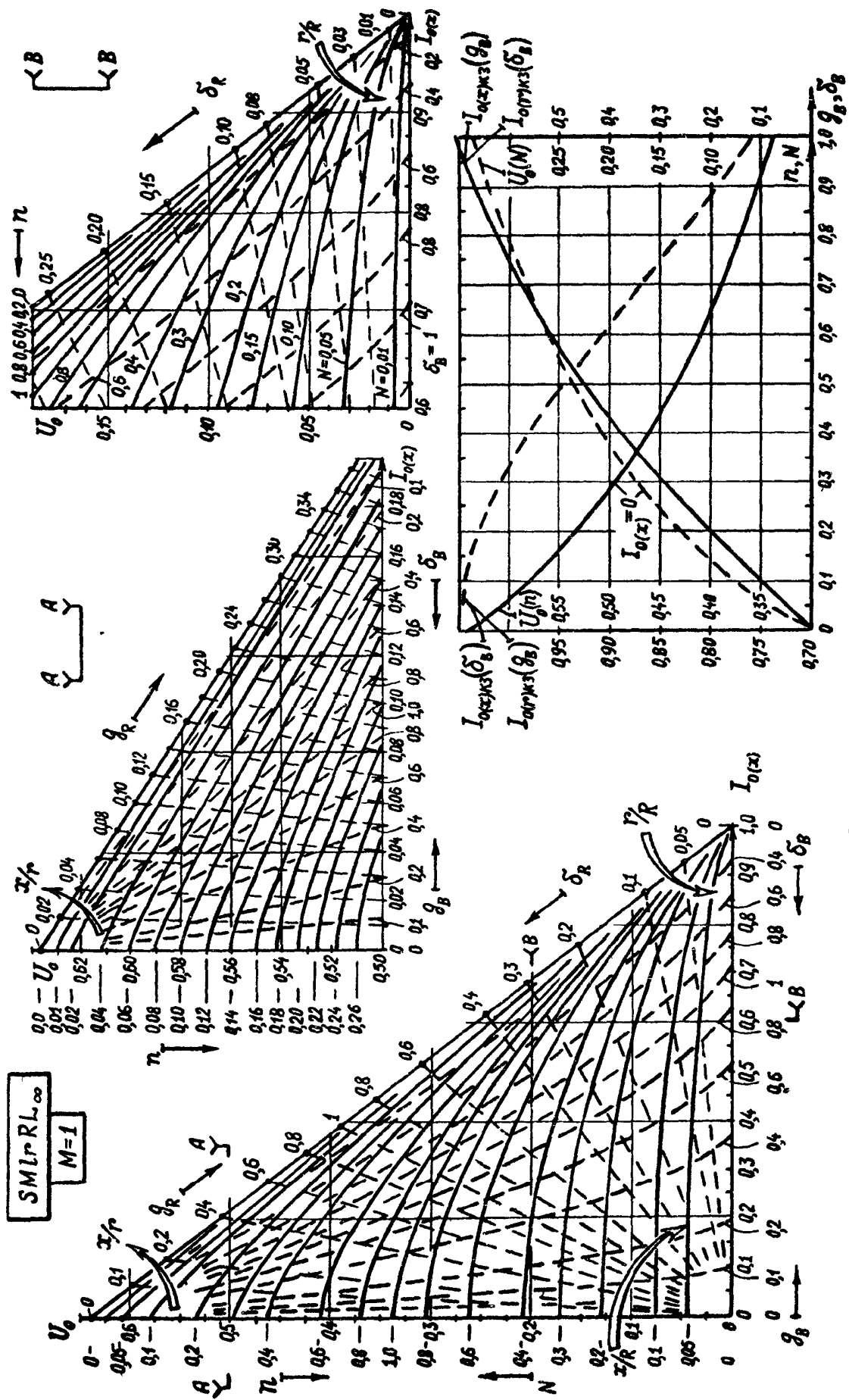


Рис. 6. Универсальные внешние характеристики $U_0(I_{0(x)})$ однофазной мостовой схемы класса $SMI r R L_{\infty}$

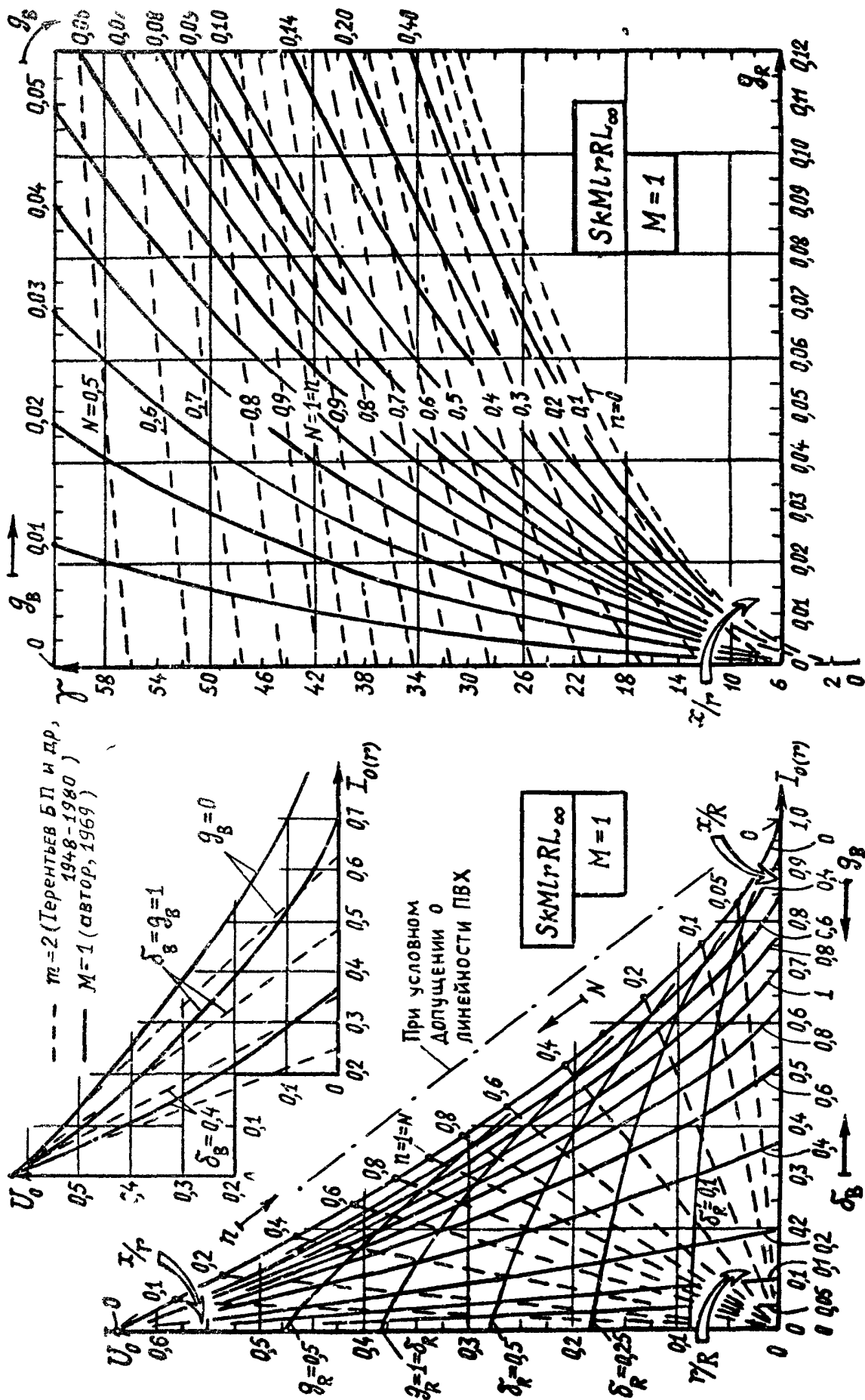


Рис.7. Внешние характеристики и параметрические зависимости угла коммутации однофазной мостовой схемы

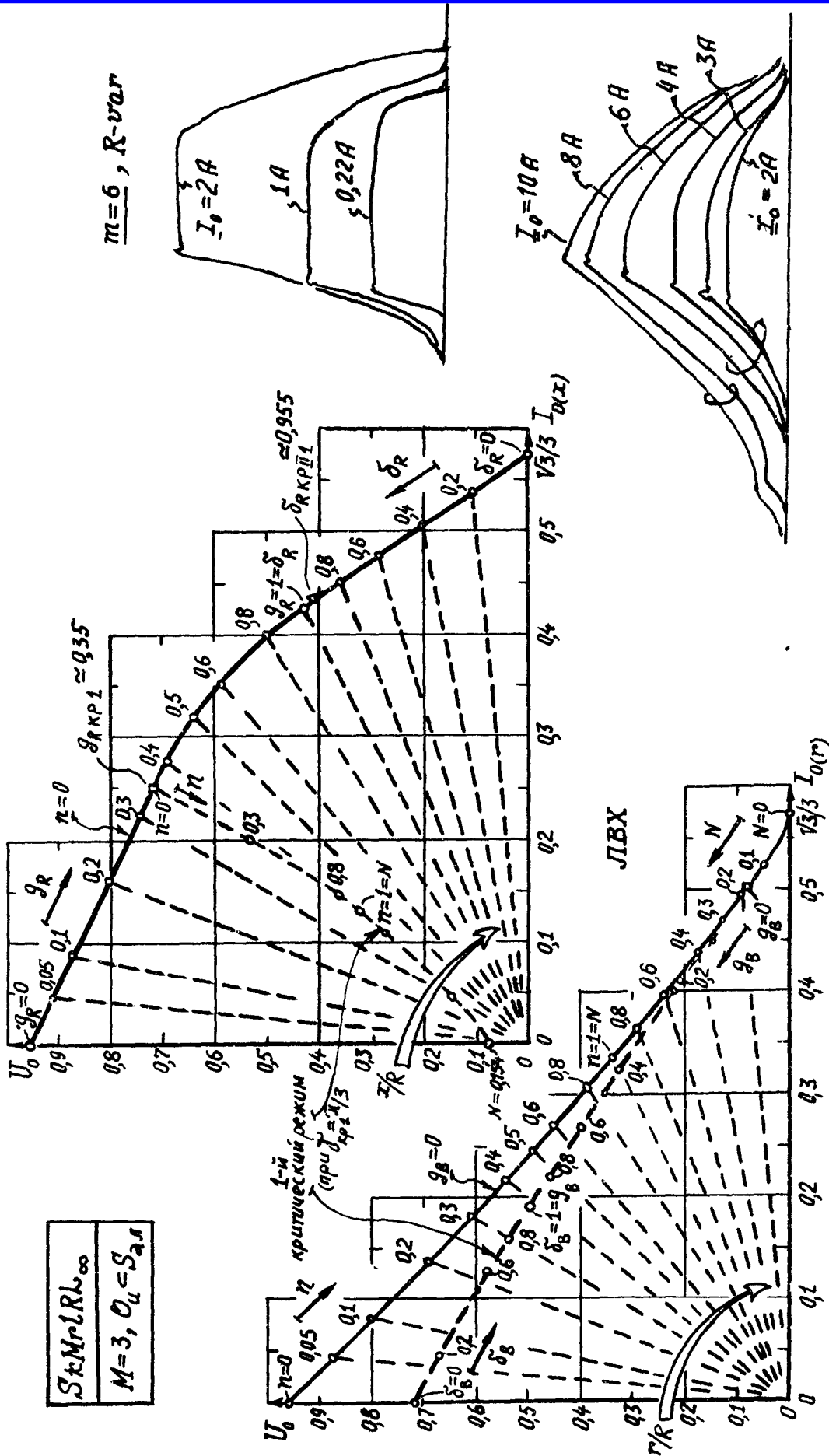


Рис. 8. Универсальные лучевые внешние характеристики вентиляных схем класса $S_k M r L R \infty$ при $M = 3$

Рис. 9. Осциллограммы тока вентиля при $m = 6, R - var$

динарных значений, моментов начала и окончания импульсов, длительностей их передних и задних фронтов и плоской части (вершины), моментов и значений скачков переменных, соответствие законам скачков, нулевому закону, R-теоремам и пр., т.е. физико-математическая корректность результатов, их внутренняя и внешняя непротиворечивость. При этом на коо- и пардиграммах обеспечены синхронная масштабная связь по времени и значениям с фазной ЭДС, принятой в качестве опорной переменной, а также модификации форм при смене токовых оснований, наглядно иллюстрирующие широкие возможности упомянутых способов по созданию ясных визуальных представлений о парадинамике физических состояний сложных нелинейных структур.

Из замкнутых соотношений, полиграмм переменных и номограмм, в значительной степени подтвержденных вычислительными (рис.8) и физическими (рис.9) экспериментами, можно сделать выводы:

- явление коммутации в однофазной мостовой схеме ($M = I$) существует;

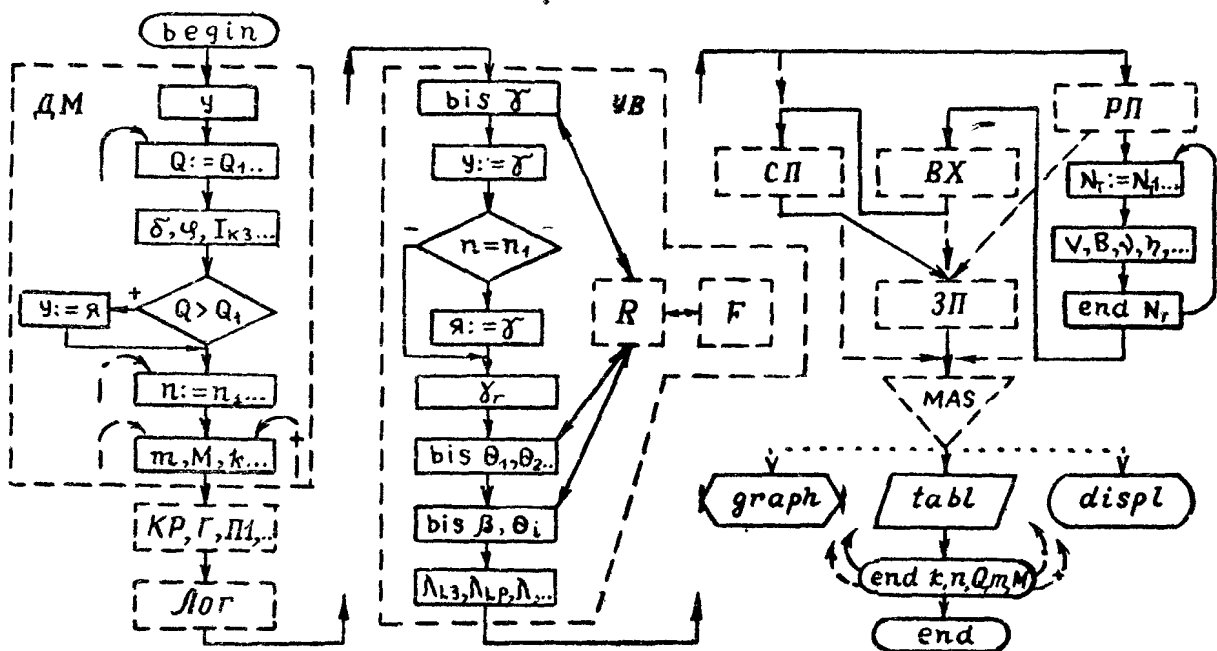


Рис.10. Фрагментированная блок-схема машинной программы: подпрограммы: ДМ - десятичный материал; КР, Г, П1, 2, ... - критические, граничные, промежуточные значения δ, n ; УВ - угловые величины; R - решение уравнений; F - функции уравнений; Log - логика; РП - режимные показатели; СП - спектральные составляющие; ВХ - текущие относительные и внешние характеристики; ЗП - значения переменных; ----> - при автономных расчетах

- угол коммутации изменяется в широких пределах (например, при $M = 1$ от 0 до 180°) и в значительной степени зависит от f и l , а также r, R ;

- с ростом r, f, l и уменьшением R угол γ увеличивается;

- зависимость угла γ от параметров схемных элементов - нелинейная (в отличие от известных утверждений в литературе по ВИП РЭА о пропорциональности γ от r/R);

- при фиксированных n изменение γ от g_B менее заметно, кроме области малых δ_B , чем от n при фиксированных g_B ;

- при больших g_B (малых δ_B) рост γ даже при незначительном увеличении n происходит более резко, чем с изменением малых N ; также резко при малых g_B угол γ зависит от g_R ; но при малых фиксированных n и приращении g_B , а также фиксированных N и росте g_R изменение γ более плавное, причем угол γ с параметрами g_B, n, g_R связан симбатно;

- при $g_B = 0$ ($l = 0$) и $n = \overline{0, \infty}$ явление коммутации наблюдается ($\gamma \neq 0$) во всех схемах, кроме однолучевой, а угол коммутации изменяется в широких пределах (вопреки полученному в литературе по ВИП РЭА результату $\gamma = 0$ для $m = 2, 3, 6$ и $M \neq 1, 3$);

- формы токовых импульсов (рис. 1, 2, 4, 9), как и режимные и угловые величины (рис. 5-8), могут изменяться значительно при соответствующих вариациях параметров схемных элементов;

- результаты при $M = 1$ и $m = 2$ принципиально различны, будучи полученными для одного из этих типов схем, неприменимы (вопреки распространенным по ВИП РЭА рекомендациям) для синтеза схем другого типа, несмотря на кажущуюся идентичность протекающих в них процессов;

- параметрические номограммы, построенные по замкнутым соотношениям, в отличие от "незамкнутых" кривых, приводимых в литературе по электроприводе, не зависят, в рамках принятых условий, от конкретных значений упомянутых размерных величин, и при произвольном их сочетании охватывают любые конкретные схемные реализации;

- благодаря замкнутости соотношений угол коммутации, как и многие другие зависящие от него величины, может быть определен, например,

для схем класса $Sm(M)lrRL_{\infty}$ не по шести, как обычно, а лишь по двум обобщенным схемным параметрам, причем независимо от частных значений режимно-энергетических показателей ВП, следовательно, без необходимости дополнительного знания ИХ;

- внешние характеристики (ВХ) в общем случае нелинейны, а знак производной зависит от того, за счет какой величины (R, l, r или f) изменяются U_0, I_p , причем $\mathcal{O}_2 \subset \mathcal{Z}$ недопустимо при $r, l\text{-var}$ из-за нарушения условий оснований;

- лучевые ВХ (ЛВХ), исходящие из начала координат, всегда линейны независимо от обобщенного параметра, принятого в качестве варьируемого, а также типа режима и класса схем; следовательно, построение ЛВХ конкретных схем и даже их классов возможно с использованием заранее заготовленного шаблона, что намного упрощает получение этих характеристик;

- замкнутые номограммы обладают весьма большой информативной емкостью, охватывая одной зависимостью любые параметрические характеристики: амплитудные, частотные, нагрузочные, динамические и пр.;

- инверсно-линейный масштаб при толерансных значениях намного удобнее и полезнее для практического использования, чем логарифмический масштаб, обладающий нелинейной шкалой и принципиально не позволяющий охватить такие предельные значения величин, как 0 и ∞ ; последние относятся, например, к очень важным для практики состояниям схем-режимам ХХ и КЗ полезной нагрузки;

- наконец, последнее и, пожалуй, наиболее существенное: благодаря замкнутости приведенных выше уравнений для γ и γ_r , их определение может быть вообще и с к л ю ч е н о из трудоемких процедур расчетного цикла, а все режимно-энергетические, угловые, спектральные, полевые (по ЭМС) и многие другие величины, искомые при проектировании схем или изучении их парадинамики, представимы н е п о с р е д с т в е н н о в зависимости лишь от небольшого числа обобщенных параметров схемных элементов (а не токов, напряжений и пр.), которое в несколько раз меньше числа конкретных размерных величин. Этим, как и в [1], существенно упрощаются разработка универсальных номограмм, анализ физических состояний и общие методики инженерного синтеза вентиляльных структур рассмотренных классов.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Р е п и н А.М. Новый метод инженерного синтеза вентильных схем класса $Skt(M)LR L_{\infty}$. - В данном сборнике.
2. Б е л о п о л ь с к и й И.И. и др. Стабилизаторы низких и милливольтовых напряжений. - М.: Энергия, 1974.
3. Р е п и н А.М. Эффективный практический метод инженерного синтеза вентильных преобразователей. Депонированная рукопись. - М.: ВИМИ, 1978, № ДО-3964.
4. Repin A.M. Critical states of rectifier converters. - Power engineering. 1980, v. 18, No 4.
5. Demontvignier M. Methode generale de calcul der redresseurs a vapeur de mercure. - Rev. gen. d'electr., t. xv, xvi, 1924.
6. Nilsen H. Zur Theorie der Gleichrichter. - ETZ, 1919, h.16.
7. П а п а л е к с и Н.Д. О процессах в цепи, содержащей электрический вентиль. - В кн.: Собр.тр. - М.: Изд-во АН СССР, 1948.
8. Р е п и н А.М. Формулы скачков и некоторые теории вентильных структур. - Вопросы радиоэлектроники. Сер. общетехническая, 1978, вып.6.

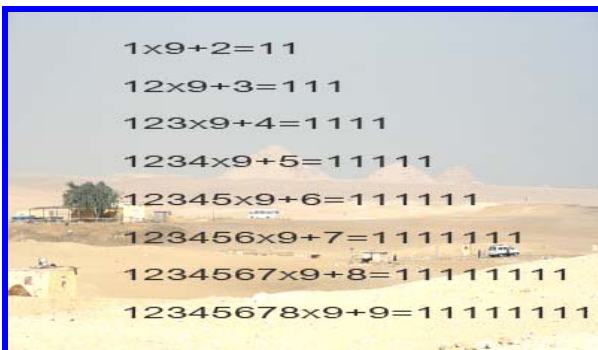
Статья поступила в мае 1978 г.

80

См. начало на стр. 1



Сестра Мария, 1931. 1944 1962. В 2012-м - 85.



К красоте чисел. Пифагор о пирамиде в Египте.



Дочь Марии Лариса, внуки Борис, Юленька и Дима. С умной овчаркой и уникальными произведениями талантливого Андрея. Их мужа, отца и хозяина, соответственно. На его соло поляридом. Город. Светлый. Июль 1994. Сканер. Андрей Иванов. 15.12.2005

13 сентября 2012 года. Исаю Ильичу Белопольскому – 99.

«О времени том, о людях с добром»¹



Первый из числа лиц, указанных в посвящении данной статьи и материала, опубликованного [12.6.12](http://econf.rae.ru/article/6859) в НЭА. URL: <http://econf.rae.ru/article/6859>, – Белопольский Исай Ильич. Мой старший товарищ. По его выражению – друг. По профессиональной области знаний – коллега. Редкий по порядочности человек. Ему можно было без опасения доверять всё. Человека создают родители, окружение, условия жизни. На долю Исаия Ильича, его родителей досталось много испытаний. Трудностей. Горестей. Горя.

В короткий промежуток времени наших профессиональных отношений (начало 1968–март 1972) Исай Ильич – начальник созданного и бессменно, до последней минуты жизни, руководимого им, комплексного отдела (КО-25, сегодня – НИО-25) по источникам электропитания радиолокационной аппаратуры (наземных РЛС), зам. главного конструктора предприятия п/я . . . С 24 марта 1966 г. – научно-исследовательского радиотехнического института (НИРТИ). В 1970 году НИРТИ с опытным заводом – в составе ЦНПО «Вымпел». Исай Ильич – Председатель объединённого НТС по комплексной проблеме источников электропитания предприятий ЦНПО. С 25.11.1975 г. – НИИДАР /дальней радиосвязи. С 21 июня 1994 г. – научно-производственный комплекс (НПК). Ныне – ОАО НПК НИИДАР.

Исай Ильич – сын профессионального революционера. Родился 13 сентября 1913 года. В Енисейской губернии (сегодня Красноярский край). Где в это время находились его мама Белопольская (Винник) Мария Давыдовна и его 29-летний отец. Одессит Илья Исаевич (1884–25/12.10.1918). Революционер, большевик с 1903 г. Многократно судим (впервые арестован 11.7.1904 г.). Отбывал наказания в различных местах заключения, крепостях, тюрьмах. Европейской и Сибирской частях России (в т.ч., в частности, вместе с Н.К. Крупской). После очередного ареста в ночь на 9.1.1910 г. по решению Одесской судебной палаты 11–13.3.1911 г. (процесс 22-х) приговорён к ссылке на поселение. Отбывал её в с. Рыбинском. Канского уезда. Енисейск. губ. После манифеста 1913 г. получил возможность переехать в Красноярск.



С первых дней революции деятельно участвует в создании первых в послереволюционной Сибири организаций большевиков (местной и центральной, Сибирск. районного бюро ЦК). Первого большевистского печатного органа ("Сибирской Правды"). Участвует в организации проф. союзов в Красноярске. Руководит в качестве председателя Центрального бюро союзов. Как один из организаторов Красноярской Красной гвардии, он – в составе её штаба. После завоевания власти Советами работает на посту председателя отдела транспорта Совнархоза. Член губисполкома. На втором общесибирском съезде Советов в февр. 1918 г. избран в состав ЦИК Советов Сибири.

Но гражданская война внесла изменения. После захвата белыми Красноярска Илья Исаевич 18.6.1918 г. арестован ими в Туруханске. В октябре привезён в Красноярскую тюрьму. И 25 (12) 10.1918 г. РАССТРЕЛян. 34-летним. Вместе с Г. Вейнбаумом, Я. Дубровинским, В. Яковлевым и А. Парадовским. По приговору чехословацкого военно-полевого суда.

Как спаслись Мария Давыдовна и Исай Ильич, как они жили (он жил) до 1945 года мне не известно. Возможно, сведения есть в его личном деле. Но известно, что проработав с 1945 г. на предприятии почти 30 лет, он скоропостижно скончался 31 марта 1972 г. На 59 году жизни. На рабочем месте. Безвинно убит на посту. Как отец. Как на страже и во благо жизни людей. Во благо Родины. Страны. России.

13 сентября быстро уходящего 2012 года Исаю Ильичу – 99. На сайте НПК НИИДАР этот факт зафиксирован. Светлая память о достойных людях сохранена.

Как всякие нормальные люди, генеральный директор Сергей Иванович Шляев, зам. ген. директора по персоналу Геннадий Николаевич Ключников, начальник отдела кадров Надежда Александровна Ильина, пресс-секретарь Сергей Алексеевич Симонов, несмотря на некруглость даты, отнеслись к моей просьбе естественно. С пониманием. По-человечески. За добро – Спасибо. От Исаия Ильича. И Ильи Исаевича с Марией Давыдовной.

Коллега и друг Исай Ильич старше меня на 22 года. И 13 дней. 26.9.2012 г. мне – 77.

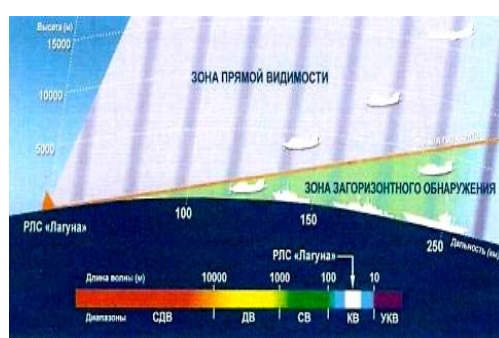
В день двух семёрок фиксирую на электронном носителе электронного архива РАЕ пожелание 99-летнему Исаю Ильичу царствия небесного. Тем паче, что любое обычное число (в десятичной системе исчисления), содержащее девятки (и/или числа, в сумме образующие девятки либо кратные девяти числа) есть (согласно сформулированному мною закону девятки) нумерологическая (Пифагорова) 9_{нл}. Символ Мироздания.

¹Использованы сведения из Internet

© А.М. Репин. 1969, -71, -78, -86, -91, 10.7.2006. 2009. 12-22.9.2012



Москва



Возможности радиолокационных станций



НИИДАР

От Аркадия Михайловича Репина
ark-mikh3512@mail.ru
famous-scientists.ru/3043/

Сергею Ивановичу Шляеву,
генеральному директору НИИДАР
secr@niidar.ru

К 99-летию Белопольского Исая Ильича

Уважаемый Сергей Иванович!

Спасибо за участливое отношение к моему предложению отметить на предприятии 99-летие Исая Ильича Белопольского. Ваш зам по персоналу Геннадий Николаевич сказал по телефону, что по этому случаю будет выпущена газета. Хорошо бы добавить в неё и прилагаемые мои информационные материалы. Наши отношения с Б.И.И. с середины 1967 года по март 1972 (его не стало 31 марта) – в основном профессиональные. Даже при встречах у него в домашней обстановке. При обсуждении научных отчётов, статей, книг, моей диссертации, пр.

Исай Ильич – уникален. Порядочен. Добр. Отзывчив. Будучи старше меня на 22 года, он в подаренном мне экземпляре своего учебника, при работе над содержанием которого довелось и мне, как он говорил, «приобрести опыт с целью выпуска следующего учебника уже самостоятельно», написал: **в знак нашей дружбы**. Психологически, чисто по-человечески для меня это значило много. Ценнее какой-нибудь официальной награды. Поэтому его кончина оказалась очень горестной. Даже слёг я тогда. Позднее узнал о его отце. **Илье**. Профессиональном революционере. О тюрьмах, ссылках. В т.ч. в Красноярском крае. Где **13.9.1913** года и родился **Исай Ильич**. О Ф.И.О. его мамы (**Белопольской /Винник Марии Давыдовны**, возможно тоже каторжанки) узнал только что. От **Надежды Александровны Ильиной**, нач. ОК НИИДАР.

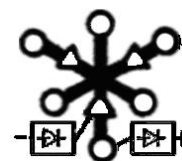
После революции в 1917-18 годах политические заключённые были освобождены. В т.ч. **Илья Исаевич**. Началось установление советской власти. Но началась и гражданская война. Война Антанты с Советской Россией. На Дальнем Востоке, в Сибири “белые” (бело-чехи, отряды/армия Колчака, пр.) уничтожали “красных”. Вешали, расстреливали, сжигали. Расстрелян и Илья Исаевич. Как спаслись Мария Давыдовна и Исай Ильич, как они жили (он жил) до 1945 года мне не известно. Возможно, сведения есть в его личном деле. Но так или иначе, на их долю, как и тысяч, миллионов других людей того времени, досталось очень много испытаний. Горечи. Потерь. Первая мировая война. Гражданская война. Голод и мор в 1920-х годах. Репрессии, аресты, расстрелы в 30-х. Великая отечественная война в 40-х. ...

Из официальных сведений известно: начало трудовой деятельности Б.И.И. – в 18 лет. В 1931 г. Впрочем, вероятно, раньше. Член КПСС с 1939 г. С 1945 года по март 1972 (почти 30 лет) – на предприятии (заводе, п/я, ОКБ, НИИ-37, **НИРТИ**). От мастера цеха до начальника созданного им и бессменно руководимого отдела, комплексного отдела, головного отдела объединения, руководителя НТС по источникам электропитания предприятий ЦНПО «**Вымпел**», заместителя главного конструктора. Наряду с производственной, административной деятельностью, он выполнял большую научную, педагогическую, общественную работу. Девять его книг, в т.ч. учебник, научные статьи - пособия для учащихся, разработчиков, инженерно-технических и научных работников.

За многолетний плодотворный труд Б.И.И. награждён орденом Трудового Красного Знамени, медалями. По сообщению в газете «**Наше знамя**», созданный им отдел-25, его кабинет, разрабатываемые блоки для радиотехнических устройств называли с его фамилией. «Отдел, кабинет, блоки Белопольского». Резонно, в знак светлой памяти о создателе отдела, большом труженике, замечательном человеке, также и сегодняшний НИО-25 именовать НИО имени **И.И. Белопольского**. Подобно, например, Лаборатории преобразовательной техники (ПТ) имени **К.А. Круга** в известном Энергетическом институте (**ЭНИН**) имени **Г.М. Кржижановского** в Москве.

С пожеланием всем благ,

А.М. Репин. :^) Москва. 9.9.2012



Приложения:

Файл «**Списки публикаций. В т.ч. Спасибо Б.И.И.**».

Указаны названия папок, URL файлов и объём.

По указанным номерам статей материалы можно найти в Интернете. Прочитать на экране монитора. Они в **цвете**. Удобнее и приятнее знакомиться. Можно и при **цветной** распечатке на бумаге.

Для удобства любых пользователей НИИДАР, как коллег глубокоуважаемого мною Б.И.И., попытаюсь некоторые из указанных файлов отправить по e-почте. Из-за ограничения объёма при передаче одного отправления вынужден разделить не только папки, но даже файлы в двух из трёх папок. Отправлять отдельными письмами последовательно. Так что, пожалуйста, не сердчайте на меня. За серийность. Движимый лишь желанием доставить **пользу**, надеюсь на помилование за возможно излишнюю объёмность материалов.

В заключение привожу в подарок одну простенькую схему вентильного конвертера электроэнергии (при топологическом изображении). Для возможного исследования (компьютерного и натурального) электромагнитных процессов (ЭМП). При работе в режиме неуправляемого выпрямления. По полученным мною результатам данная **базовая** схема **лучшая** в мире по конструктивно-энергетическим показателям (**КЭП**) за **100** последних лет. При равноценных признаках или критериях номинации.

© **А.М. Репин.** 9.9.2012

К 99-летию Исаия Ильича Белополюского

Список публикаций

Пс. Список публикаций **А.М.Р.** с посвящением. В т.ч. Белополюскому **И.И.**

Папка: Отчёт1978 с1, с1-42. **Посвящение.** В т.ч. **Б.И.И.** Для удобства поиска, в т.ч. в Интернете, указано современное название предприятия. НИИДАР. А не п/я, Завод, НИРТИ, соответствующие времени работы **Б.И.И.**

Файлы: Пс1. **А.М.Р.** Отчёт1978,с1. с1-18. 12.6.12. //www.econf.rae.ru/article/6859/. 2 Мб.

Для любознательных: Пс1+. **А.М.Р.** Отчёт1978, с19-42. .. [article/6860/](#). 2 Мб.

//Вопросы радиоэлектроники (ВРЭ). Сер. ОВР. – 1990. Вып.13, с120, с119-135. **А.М. Репин.** Классификация, принципы действия и достоинства биканальных выпрямителей.

Сп. Список публикаций **А.М.Р.** с благодарностью/спасибо. В т.ч. **Б.И.И.**

Папка: Спасибо. В т.ч. **Б.И.И.**

Файлы: Сп1. **А.М.Р.** 2x2=8_c29, с20-31_article/6913/ кИсторииКонверсики Отчёт1967_17.11.11. 2,6Мб

Для любознательных: Сп1а. **А.М.Р.** Дважды два восемь с1-4. .. [article/5641/](#)_11.11.10. 420 Кб.

Сп1б. **А.М.Р.** 2x2=8_c5-19_article/6912/ кИсторизмам Отчёт1967_17.11.11. 2,2 Мб.

Сп2. **А.М.Р.** с10_СПАСИБО. с1-16_R-теоремы+[Л]-РАН_1.2.11_1,5 Мб. .. [article/6545/](#) .

Б+Р. Список совместных и взаимно оппонируемых публикаций **Б.И.И.+А.М.Р.**

Б.Р. В соавторстве.

Б.Р.1. Стабилизаторы низких и милливольтовых напряжений. – М.: Энергия. 1974.

Б.Р.2. Депонир. рукопись.

Б.Р. При участии **А.М.Р.** в публикациях **Б.И.И.**

Б.Р.1. Источники питания радиоустройств. – М. Энергия. 1971. С.4: «В написании данной книги приняли участие: инж. **А. М. Репин** (§ 3-7». С. 94-100. Влияние внутренних сопротивлений, несинусоидальности питающих напряжений и их асимметрии на работу выпрямителей). ... «Большую помощь при подготовке рукописи книги к печати оказал автору инж. **А. М. Репин**».

С.2: «Сдано в набор 31/III–1970 г. Подписано в печать 11/IX–1970 г.». С. 1. Титульный лист. Дарственная рукописная надпись: «**Аркадию Репину с глубокой благодарностью за помощь, оказанную автору, и в знак нашей дружбы.** Подпись **Белополюский И.И. 26/II-71**».

Б.Р.2. Транзисторные стабилизаторы на повышенные и высокие напряжения (регулируемые по цепям переменного тока). – М.: Энергия. 1971. С.3: «Работа написана авторами совместно; § 3-3 по просьбе авторов написан инж. **А. М. Репиным**». (С. 46–52. 3-3. Анализ и расчёт выпрямительных схем многократного умножения. С. 80: «Сдано в набор 23/VII–1971 г. Подписано в печать 9/XII–1971 г.». С.1. Титульный лист. Дарственная надпись **Б.И.И. 21/I-72** аналогична приведенной выше, в Б.Р.1).

Б.Р.3. Расчёт трансформаторов и дросселей малой мощности. – М.: Энергия. 1973. С.269: «Кривые на рис.6 приведены на основании расчётов, выполненных инж. **А. М. Репиным**». С. 400: «Сдано в набор 8/XII–1971 г. Подписано в печать 16/VIII–1973 г.».

Р.-Б. При профессиональной экспертизе **Б.И.И.** работ **А.М.Р.**

Р.-Б.1. Обзор методов аппроксимации ампер-вольтовых характеристик (АВХ) вентиляй и выбор оптимального метода применительно к ВИП микроэлектронной аппаратуры /**А.М.Р.** - Научно-техн. отчёт по хоз.дог. НИР. /Эксперт от заказчика п/я ..., нач. КО-25, к.т.н. **Белополюский И. И.** – М.: ВНИИЦ. 1970. - № гос. учёта (ГУ) Б506592, 120 с.

Р.-Б.2. Исследование и разработка методов расчёта многофазных выпрямителей при учёте внутренних сопротивлений и нелинейности АВХ вентиляй / **А.М.Р.** - Научно-техн. отчёт по хоз.дог. НИР. /Эксперт от заказчика п/я ..., нач. КО-25, к.т.н. **Белополюский И. И.** – М.: ВНИИЦ. 1970. - № гос. рег. (ГР) 70015011, 220 с.

Р.-Б.3. Варианты инженерных методик расчёта многофазных выпрямителей при учёте внутренних активных потерь, АВХ вентиляй и работе в различных коммутационных режимах / **А.М.Р.** - Научно-техн. отчёт по хоз.дог. НИР. /Эксперт от заказчика п/я ..., нач. КО-25, к.т.н. **Белополюский И. И.** – М.: ВНИИЦ. 1971. - № ГУ Б152721, 83 с.

Р.-Б.4. **А.М.Р.** Исследование параметрических состояний *m*-фазных выпрямителей малой мощности: Дисс. ... канд.техн.наук. – М.: МЭИС. 1971, 214 с. //Автореф. дисс. /Офиц. оппоненты: д.т.н., проф. **В. Н. Аксёнов**, к.т.н. **И. И. Белополюский.** – М.: РИО ВЗЭИС. 1971. 22 с.

Р. Список некоторых **новых электронных** публикаций **А.М.Р.** Без **Б.И.И.**

Папка: Некоторые **новшества.** Тоже **полезные. Специалистам. Профессионалам.** Всем **любопытным.**

Файлы: Р. АМРепин.Терм1991. Конверсика и конверсоника. //www.econf.rae.ru/article/6483.

Р1. НовшестваАМР. ...[article/5547](#). **Р2. Новшества.**Вподарок.[art5548](#). **Р3. БВКрекордсмены.**[art5559](#). **Р4. Новатор**26.8.06.[articles5465_5383](#). **Р5. Творец**26ix-9xi08 **КадетБрат.** **Р6. АМР**фото [article5462](#). **Р7. АМР.**кИстКонв.[article6588](#). **Р8. АМР.**СовремПринциЭП **ВРЭ-1989.**[article5389](#).

© **А.М. Репин.** 9.9.2012