



СОДЕРЖАНИЕ

Радиоэлектроника и телекоммуникации

О. Н. Васюкова, А. В. Катушкин, В. В. Копылов, А. В. Лисенков, А. К. Шашкин. Метод тактовой синхронизации фазоманипулированного сигнала 3

Физика твердого тела и электроника

Х.Х. Хегази, С. А. Тарасов. Расчет коэффициента преломления света в нитридах галлия, индия и алюминия с гексогональной кристаллической структурой 9

М. А. Усикова, В. В. Лучинин. Методы препарирования интегральных микросхем для топологического анализа 13

Информатика, управление и компьютерные технологии

С. А. Кузьмин, Н. Дьедонне. Использование онтологии при концептуальном проектировании базы данных 21

С. Э. Миронов, Н. М. Сафьянников. Топология управляющих блоков заказных СБИС с оптимизированной прошивкой матриц 26

Н. Е. Новакова. Концепции адаптивных архитектур САПР 32

Электротехника

И. А. Приходько. Алгоритм расчета индуктивного внешнего сопротивления синхронного генератора 37

Д. Н. Туркин. Метод устранения противофазных колебаний двигателей в электромеханической системе 41

Приборостроение и информационные технологии

Е.С. Грибкова, А. Н. Перегудов, М. М. Шевелько. Особенности распространения объемных акустических волн во вращающихся твердых средах 47

С. В. Попков, Е. А. Яцина. Технический облик стенда для измерений виброшумовых параметров оборудования судов и средств освоения Мирового океана 53

Биотехнические системы в медицине и экологии

И. И. Аль-Муджагед. Моделирование мочевого пузыря в норме и при реконструкции 59

Редакционный совет

Пузанков Д.В. (председатель)

Кутузов В.М. (заместитель
председателя)

Мейев В.А. (ответственный
секретарь)

Малышев В.Н.
(«Радиоэлектроника
и телекоммуникации»)

Соломонов А.В.
(«Физика твердого тела
и электроника»)

Герасимов И.В.
(«Информатика, управление и
компьютерные технологии»)

Путов В.В.
(«Автоматизация
и управление»)

Прокофьев Г.И.
(«Электротехника»)

Филатов Ю.В.
(«Приборостроение и инфор-
мационно-измерительные
технологии»)

Попечителей Е.П.
(«Биотехнические системы в
медицине и экологии»)

Степанов С.А.
(«Управление качеством,
инновационный и
антикризисный менеджмент»)

Маркова О.Ю.
(«Гуманитарные науки»)

Вендик О.Г.
(«История науки, образования
и техники»)

Лысенко Н.В.
(«Современные технологии
в образовании»)

197376, Санкт-Петербург,
ул. Проф. Попова, 5
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
тел.: 234-02-23

Учредитель:
Государственное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Санкт-Петербургский
государственный
электротехнический
университет "ЛЭТИ"
им. В. И. Ульянова (Ленина)»
197376, Санкт-Петербург,
ул. Проф. Попова, 5
Тел.: (812) 346-44-87
Факс: (812) 346-27-58

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС2 – 8390 от 04 декабря 2006
г.

выдано Управлением Федеральной
службы по надзору за соблюдением
законодательства в сфере массовых
коммуникаций и охране культурного
наследия по Северо-Западному
федеральному округу

Редакторы
*Э. К. Долгатов, Н. В. Лукина,
И. Г. Скачек*
Комп. верстка:
*Е. Н. Паздниковой,
М. В. Егоровой, А. А. Веселова*

Подписано в печать 08.04.09 г.
Формат 6084 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура "Times New Roman".
Печ. л. 12,0.
Тираж 300 экз. (1-й завод 1–150 экз.)

Издательство СПбГЭТУ "ЛЭТИ"
197376, Санкт-Петербург,
ул. Проф. Попова, 5
Тел.: (812) 346-45-23
Факс: (812) 346-28-56

Управление качеством, инновационный и антикризисный менеджмент

- В. Ю. Амелин.** Экономическая безопасность морских трубопроводных газотранспортных систем 65
Е.А.Рябинина, С.А.Степанов, В.В.Яценко. Измерение и анализ характеристик качества процессов образовательного учреждения..... 69

Гуманитарные науки

- Ю. В. Филиппова.** Экспрессивные синонимы русского языка (на материале лексико-семантической группы глаголов, обозначающих поведение и жизнедеятельность человека)..... 77

История науки, образования и техники

- Е. Дюкрете.** О герцевой телеграфии без проводов с радиокондуктором бранли и приспособлениями А. Попова и Е. Дюкрете..... 85
Правила представления рукописей авторами 91
Сведения об авторах 94

**ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС ПО ОБЪЕДИНЕННОМУ
КАТАЛОГУ "ПРЕССА РОССИИ", ТОМ 1
"ГАЗЕТЫ И ЖУРНАЛЫ" 45821**

Подписка производится в любом почтовом отделении России



УДК 621.396.62

*О. Н. Васюкова, А. В. Катушкин,
В. В. Копылов, А. В. Лисенков, А. К. Шашкин*

МЕТОД ТАКТОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ ФАЗОМАНИПУЛИРОВАННОГО СИГНАЛА

Рассматривается метод организации тактовой синхронизации для фазоманипулированного сигнала на основе сигнала сообщения, без использования специальной посылки тактовой синхронизации. Полученные характеристики показывают, что можно оценить тактовую синхронизацию с погрешностью менее 5 % от длительности символа в диапазоне отношений сигнал/помеха (сигнал – амплитуда, помеха – среднеквадратическое значение гауссовских помех) от чистого сигнала до значения 0.01.

Тактовая синхронизация, фазоманипулированный сигнал, методы тактовой синхронизации, погрешность тактовой синхронизации, оценка погрешности синхронизации

Организация тактовой синхронизации при передаче данных в условиях высокого уровня гауссовских помех является не всегда технически простой задачей. Желательно осуществлять тактовую синхронизацию на основе сигналов сообщения, без специальных “вставок” или сигналов, специально предназначенных для ее организации [1].

Предлагается решение задачи тактовой синхронизации на основе фазоманипулированного сигнала, являющегося носителем некой информации.

Описание канала связи. Представим фазоманипулированный сигнал в виде

$$h(t) = Ap(t - iT) \sin(\omega t + \varphi_i + \varphi_0),$$
$$r(t) = h(t) + n(t),$$

где A – амплитуда сигнала; T – длительность импульса символа сообщения; $i = 1, 2, 3, \dots, N$ – последовательность импульсов сообщения; $\varphi_i = \begin{cases} 0 \\ \pi \end{cases}$; $p(t) = \begin{cases} 1 \text{ для } 0 \leq t \leq T \\ 0 \text{ для других } t \end{cases}$; φ_0 – начальная фаза сигнала; $n(t)$ – гауссовские помехи в линии связи с нулевым средним значением и спектральной мощностью N_0 .

Если на приемной стороне известна начальная фаза φ_0 , в качестве алгоритма приема сигнала может быть использован корреляционный приемник. Сигнал накопления на его выходе

$$\rho(T) = \int_0^T r(t) \sin(\omega t) dt.$$

При неизвестной в месте приема начальной фазе φ_0 оптимальным будет алгоритм квадратурного приемника. Сигнал накопления на его выходе

$$\rho(T) = (S(T)^2 + C(T)^2)^{1/2},$$

где $S(T) = \int_0^T r(t) \sin(\omega t) dt, C(T) = \int_0^T r(t) \cos(\omega t) dt.$

Описание метода. Величина $\rho(T)$ линейно зависит от T [2]:

$$\rho(T) = \alpha T \gamma,$$

где α – постоянная величина; $\gamma = A/\sigma_{\Pi}$ – отношение сигнал/помеха (A – амплитуда сигнала, σ_{Π} – среднеквадратическое значение помех в линии связи).

На рис. 1 приведены результаты измерения $\rho(T)$ для различных отношений сигнал/помеха (С/П).

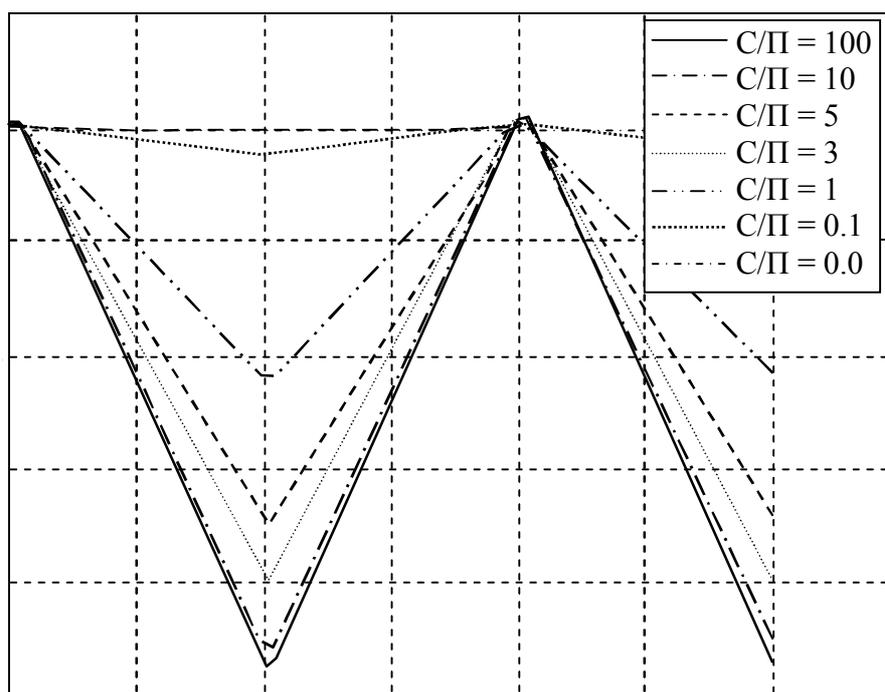


Рис. 1

Момент изменения знака $\rho(T)$ соответствует моменту изменения значения φ_i , моменту границы символа передаваемой последовательности, моменту такта последовательности тактовой синхронизации. Отсчитать этот момент можно различными способами. Один из возможных – аппроксимация измеренных функций на линейных участках линейными функциями. Представим такую функцию в виде

$$Y = aX + b. \quad (1)$$

Выбрав L отсчетов функции $Y = f(X)$ в (1) на линейном участке этой зависимости, можно на основе метода наименьших квадратов получить оценки значений a и b :

$$\hat{a} = \frac{[X^2][Y] - [XY][X]}{L[X^2] - [X]^2},$$

$$\hat{b} = \frac{L[XY] - [Y][X]}{L[X^2] - [X]^2},$$

где $[X^2] = \sum_{i=1}^L X_i^2$, $[Y] = \sum_{i=1}^L Y_i$, $[XY] = \sum_{i=1}^L X_i Y_i$, $[X] = \sum_{i=1}^L X_i$, значения $i \in [1, L]$ следует выбирать, как отмечалось, на линейном участке зависимости (1), не заходя в область переходных процессов при переключении с одного знака символа на другой.

Далее, получив 2 уравнения для соседних пересекающихся линейных зависимостей (1):

$$Y_1 = \hat{a}_1 X + \hat{b}_1,$$

$$Y_2 = \hat{a}_2 X + \hat{b}_2$$

и решая эту систему уравнений, получим координату точки переключения символов (Y, X) , момент такта последовательности синхронизации

$$X = \frac{\hat{b}_2 - \hat{b}_1}{\hat{a}_1 - \hat{a}_2}. \quad (2)$$

Результаты расчетов по формуле (2) приведены для различных ветвей (точек пересечения, на нисходящих ветвях – $X_{\min i}$ и на восходящих ветвях – $X_{\max i}$) во втором и пятом столбцах таблицы, а также на рис. 2 для различных отношений С/П.

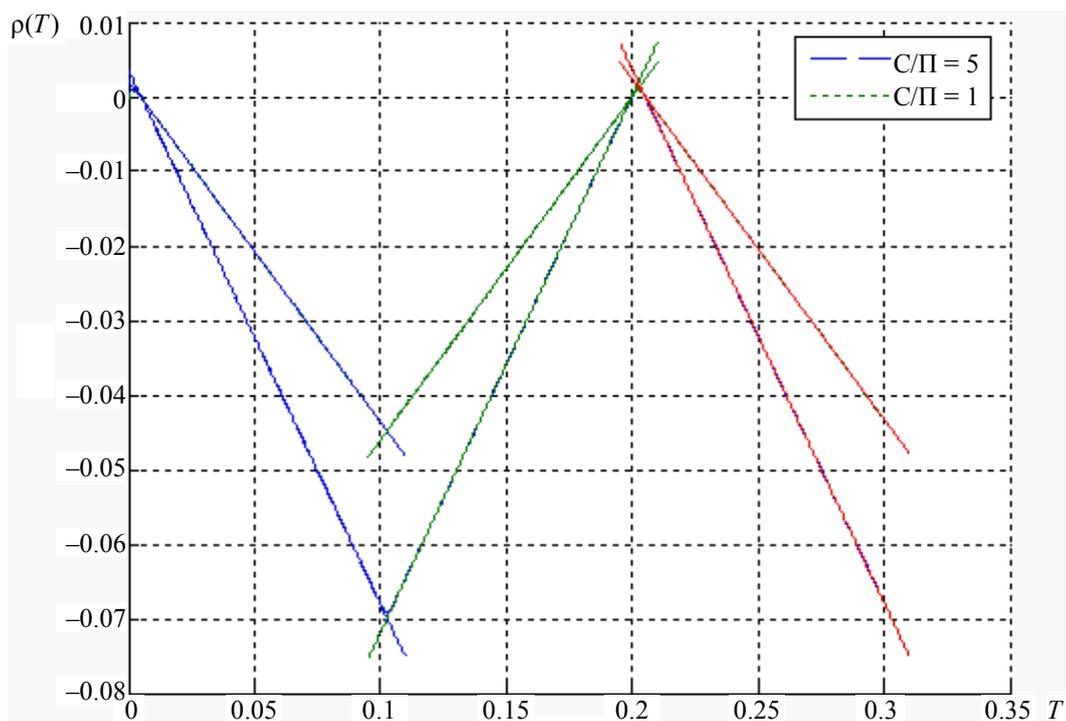


Рис. 2

Характеристики метода. Были проведены статистические измерения в количестве 75 и рассчитаны средние \hat{X} и среднеквадратические отклонения (СКО) σ моментов отсчета тактов:

$$\hat{X} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K X_i,$$

$$\sigma = \left(\frac{1}{K-1} \sum_{i=1}^K (X_i - \hat{X})^2 \right)^{1/2}.$$

Результаты расчетов сведены в таблицу.

Отношение С/П	Значения минимума одной из выборок, мс	Среднее минимума (объем выборки $n = 75$), мс	СКО минимума (объем выборки $n = 75$), мс	Значения максимума одной из выборок, мс	Среднее максимума (объем выборки $n = 75$), мс	СКО максимума (объем выборки $n = 75$), мс
1	2	3	4	5	6	7
100	102,647	102,647	0	202,575	202,575	0
10	102,523	102,516	0,017	202,574	202,545	0,018
5	102,499	102,513	0,061	202,545	202,540	0,058
3	102,500	102,517	0,044	202,532	202,539	0,041
1	102,443	102,491	0,124	202,721	202,558	0,143
0,1	101,824	102,357	1,306	204,021	202,592	1,552
0,01	101,263	101,289	14,903	205,343	202,910	19,780

Результаты расчетов иллюстрируются также графиками на рис. 3–6.

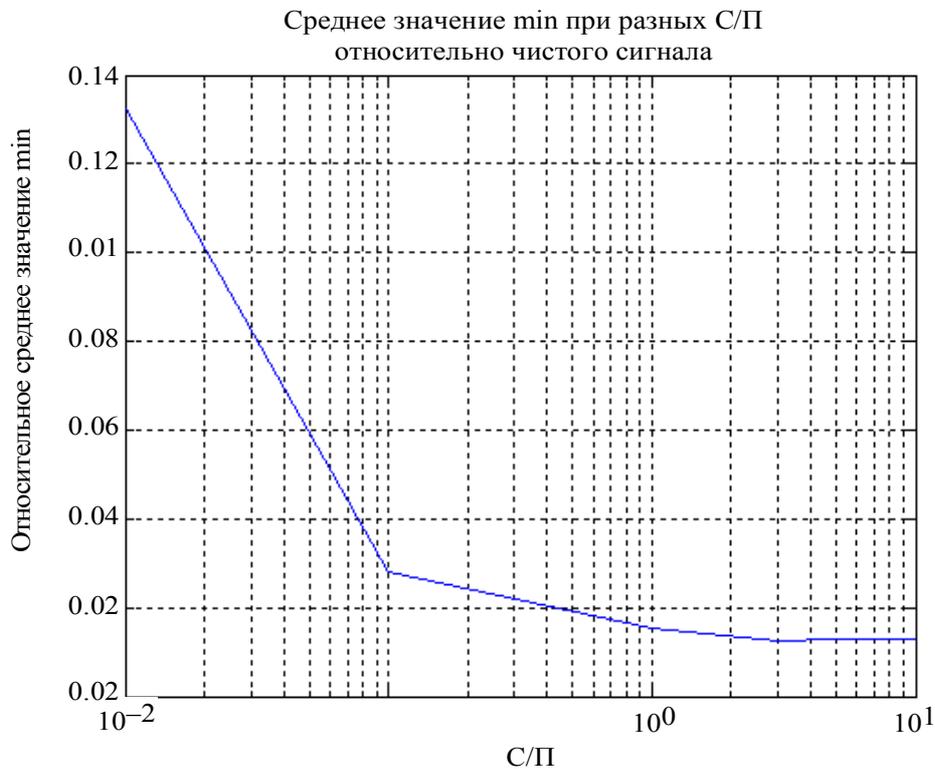


Рис. 3

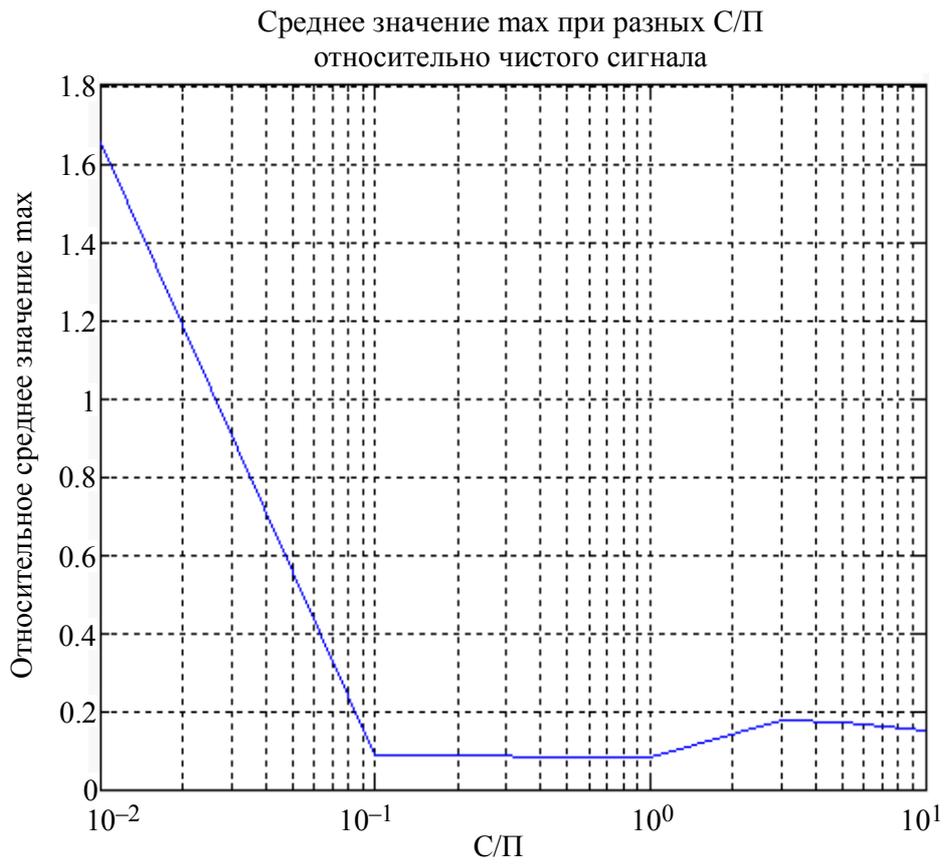


Рис. 4

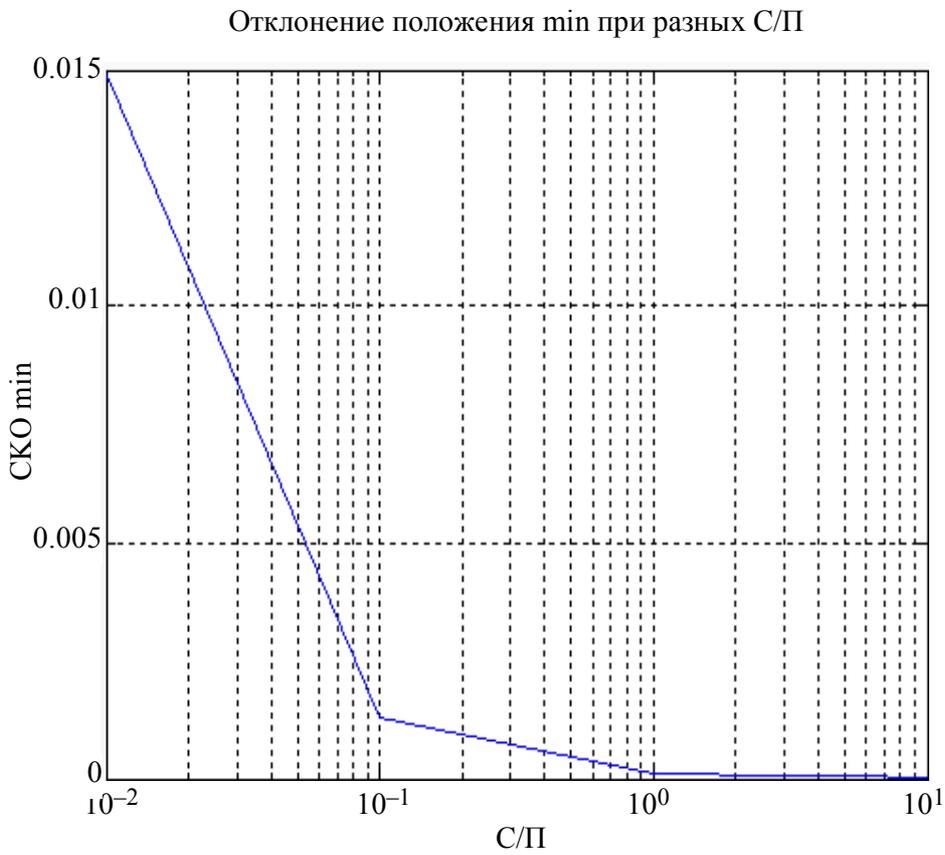


Рис. 5

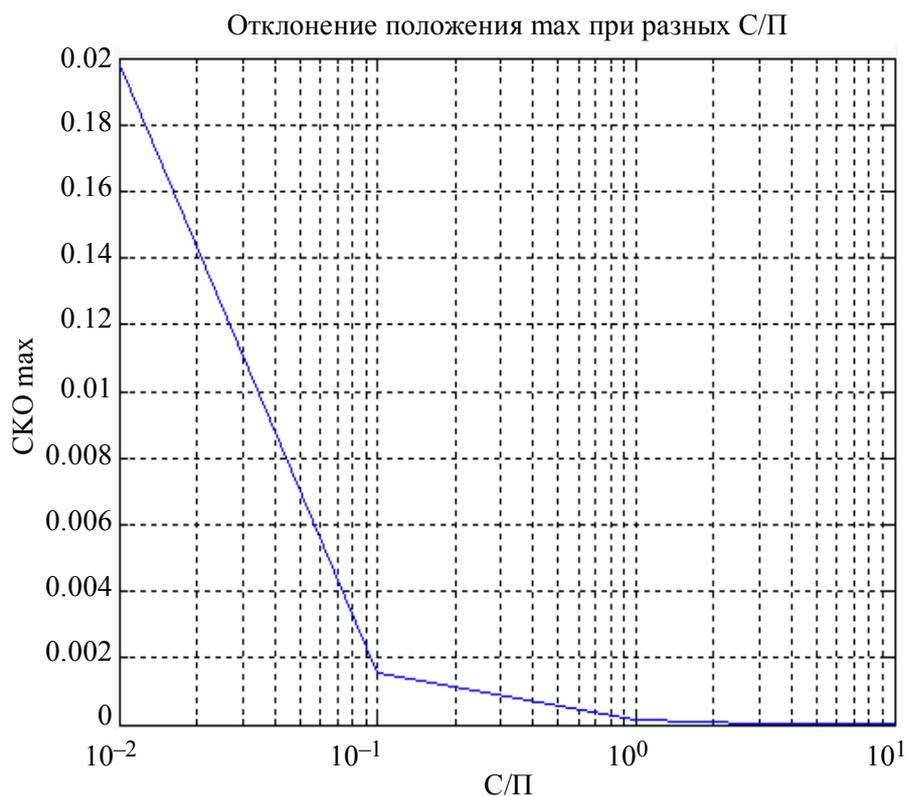


Рис. 6

Полученные характеристики свидетельствуют о том, что можно оценить тактовую синхронизацию с погрешностью менее 5 % от длительности символа в диапазоне отношений сигнал/помеха от чистого сигнала до значения 0.01.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

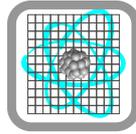
1. Прокис Дж. Цифровая связь. М.: Сов. радио, 2000.
2. Лугченко А. Е. Когерентный прием радионавигационных сигналов. М.: Сов. радио, 1973.

O. N. Vasiukova, A. V. Katushkin, V. V. Copilov, A. V. Lisenkov, A. K. Shashkin

THE METHOD OF CLOCK SYNCHRONIZATION PHASE-SHIFT KEYED A SIGNAL

In clause is considered a method of realization of clock synchronization for phase-shift keyed a signal. Clock synchronization is carried out on the basis of a signal of the message, without use special chain clock synchronization. The received characteristics testify what it is possible to estimate clock synchronization with a margin error less than 5 % from duration of a symbol in a range of attitudes a signal a handicap (a signal – amplitude, a handicap – root-mean-square value Gaussian noise) from a pure signal up to size 0.01.

Clock synchronization, phase-shift keyed a signal, methods of clock synchronization, an error of clock synchronization, an estimation of an error of synchronization



УДК 621.315.592

Х. Х. Хезази, С. А. Тарасов

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА В НИТРИДАХ ГАЛЛИЯ, ИНДИЯ И АЛЮМИНИЯ С ГЕКСАГОНАЛЬНОЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ

Рассмотрена методика расчета и проведено моделирование дисперсии показателей преломления полупроводниковых нитридов: GaN, InN и AlN с кристаллической структурой вюрцита. Проведено сравнение теоретических и экспериментальных данных для $n(\hbar\omega)$ с учетом поляризации падающего света.

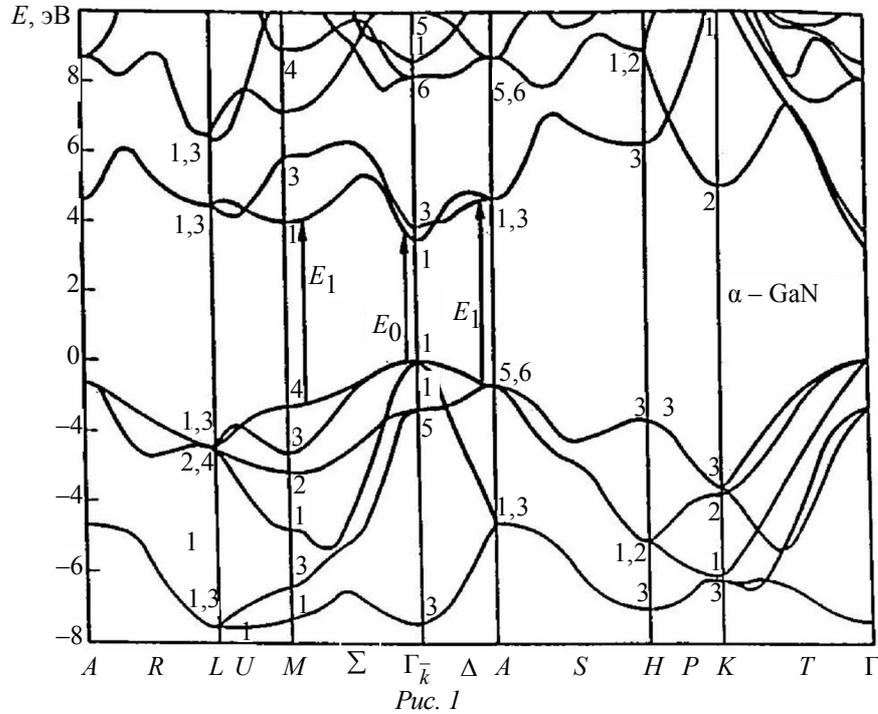
Полупроводник, полупроводниковые нитриды, коэффициент преломления, дисперсия показателя преломления, оптические константы

На протяжении последних лет значительный прогресс был достигнут в производстве оптических устройств на основе нитридов элементов III группы: AlN, GaN и InN. На основе этих материалов созданы эффективные светоизлучающие оптоэлектронные приборы, которые работают в зеленой, голубой и ультрафиолетовой областях спектра [1]. Значение пороговых токов в лазерных структурах во многом обусловлены эффектами оптического ограничения, вызванными изменением показателя преломления на границах активной области. В этой связи значительный интерес представляет моделирование дисперсии показателя преломления света $n(\hbar\omega)$ в A^3N , проводимое с учетом анизотропии гексагональных кристаллов.

Модельные представления и расчетные соотношения. Анализ теоретических и экспериментальных данных показывает, что зонные структуры полупроводников III-нитридов сходны [2]. В качестве примера на рис. 1 приведена структура энергетических зон в k -пространстве для наиболее хорошо изученного соединения – α -нитрида галлия.

В бинарных соединениях InN, GaN, AlN $\Gamma_3^c(\Gamma_1^c)$ -минимум зоны проводимости расположен ниже $M_1^c(M_3^c)$ -минимума и край собственного поглощения определяется прямыми разрешенными оптическими переходами $\Gamma_6^v - \Gamma_1^c$ при энергии $E_0 = E_g^\Gamma$ (0,70; 3,44 и 6,2 эВ для InN, GaN и AlN соответственно [3]). Из-за спин-орбитального взаимодействия две главные валентные зоны (Γ_6 и Γ_1) расщепляются на три подзоны (Γ_9, Γ_7

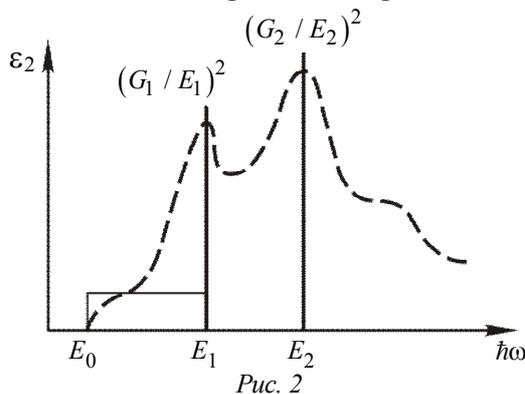
и Γ_7). В отличие от кубической модификации вырождение в валентной зоне гексагональных A^3N снимается полностью, и возникающие энергетические зазоры определяются двумя параметрами – энергией спин-орбитального расщепления E_{so} (Δ_{so}) и энергией кристаллического поля E_{cr} (Δ_{cr}). Для нитрида галлия значения этих величин составляют 0,014 и 0,019 эВ соответственно.



Для расчета дисперсии показателя преломления использовалось соотношение Крамерса–Кронига [4]. Поскольку наиболее сильная дисперсия показателя преломления наблюдается вблизи областей интенсивного поглощения, то показатель преломления n и коэффициент экстинкции χ , определяющий поглощение электромагнитной энергии в среде, не являются полностью независимыми. Связь между ними можно определить из соотношения

$$n(\omega') - 1 = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{\omega}{\omega^2 - (\omega')^2} \chi(\omega) d\omega.$$

Похожее соотношение устанавливает связь между действительной ε_1 и мнимой ε_2 частями диэлектрической проницаемости:



$$\varepsilon_1(\omega) - 1 = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{\omega'}{(\omega')^2 - \omega^2} \varepsilon_2(\omega') d\omega'.$$

Таким образом, из известного спектра поглощения может быть рассчитана дисперсия показателя преломления материала. При расчетах спектр $\varepsilon_2(\omega)$, характерный для нитридных полупроводниковых материалов (рис. 2),

аппроксимировался двумя эквивалентными осцилляторами с собственными энергиями, отвечающими положениям наиболее важных максимумов ε_2 при E_1 и E_2 . Вклад в дисперсию $n(\hbar\omega)$ краевых оптических переходов вблизи $\hbar\omega = E_g^\Gamma$ учитывался в виде равномерного распределения осцилляторов с $\varepsilon_2 = A = \text{const}$ от $\hbar\omega = E_g^\Gamma$ до $\hbar\omega = E_1$. В этом случае дисперсия показателя преломления $n(\hbar\omega)$ определяется как [5], [6]

$$n^2(\hbar\omega) = 1 + \frac{A}{\pi} \ln \frac{E_1^2 - (\hbar\omega)^2}{E_0^2 - (\hbar\omega)^2} + \frac{G_1}{E_1^2 - (\hbar\omega)^2} + \frac{G_2}{E_2^2 - (\hbar\omega)^2}. \quad (1)$$

Уравнение (1) действительно только до $\hbar\omega = E_0$. Для определения дисперсии показателя преломления выше E_0 был использован точный численный метод расчета. В этом случае спектр поглощения $\chi(\omega)$ представляется набором m точек χ_j , разделенных равным частотным интервалом $f = \omega_j + 1 - \omega_j$, где $j = 1, 2, \dots, m - 1$. Вне диапазона от ω_1 до ω_m поглощение считалось равным нулю. Такое приближение позволило использовать для расчета дисперсии метод Маклаурина [7]:

$$n(\omega') = n_{\text{offset}} + \frac{2}{\pi} f \sum_j \left[\frac{\chi_j}{\omega_j - \omega_i} + \frac{\chi_j}{\omega_j + \omega_i} \right]. \quad (2)$$

Как и коэффициент A в (1), величину n_{offset} в (2) можно считать постоянной в диапазоне энергии $E_0 \leq \hbar\omega \leq E_1$ и использовать как единственный подгоночный параметр.

Результаты расчетов и сравнение с экспериментом. Были проведены расчеты дисперсии показателя преломления для гексагональных полупроводниковых соединений AlN, GaN и InN. Для этого использовались данные о зависимостях коэффициента поглощения указанных материалов, приведенные в [8]–[10]. Результаты расчетов представлены на рис. 3–5 и в таблице.

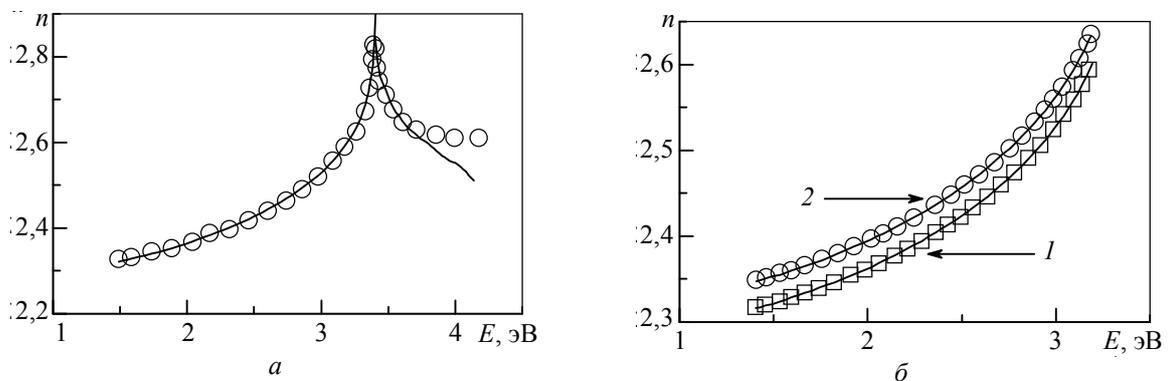


Рис. 3

Результаты расчета дисперсии показателя преломления в GaN без учета и с учетом анизотропии представлены на рис. 3, *a* и *б* соответственно. Сплошной линией показаны данные моделирования, а точками – экспериментальные данные [8]. Резкое изменение характера зависимости на рис. 3, *a* соответствует ширине запрещенной зоны нитрида галлия 3,42 эВ.

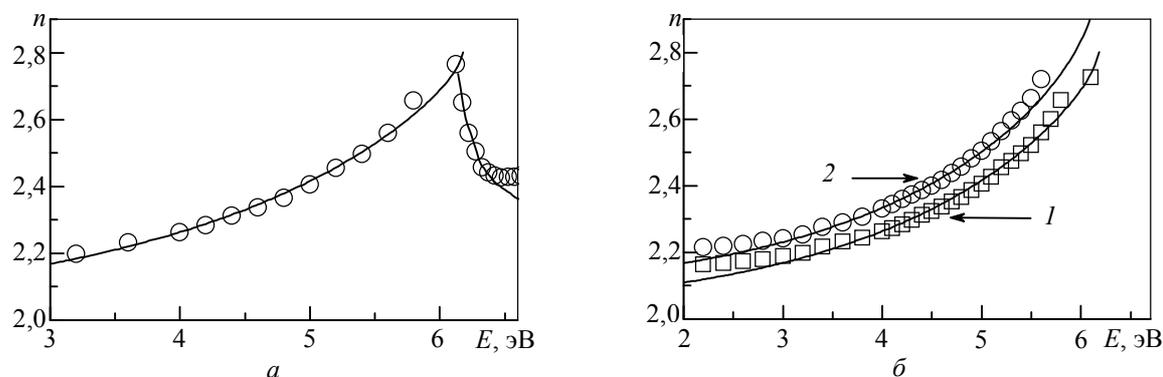


Рис. 4

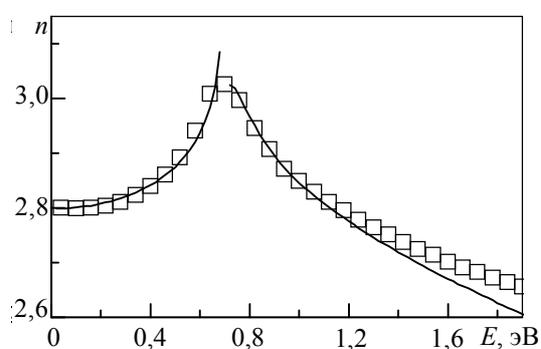


Рис. 5

Видно, что результаты расчетов находятся в хорошем согласии с экспериментальными значениями как для энергий, меньших ширины запрещенной зоны, так и для величин, незначительно их превышающих. Важно, что анизотропия гексагональной решетки приводит к отличию зависимостей коэффициента преломления при изменении поляризации электромагнитной волны. Это проиллюстрировано на рис. 3, *б*, где 1 соответствует поляризации волны параллельно оси c , а 2 – перпендикулярно c . Аналогичные результаты получены для нитрида алюминия (рис. 4). На рисунке приведены дисперсия показателя преломления в AlN без учета и с учетом анизотропии (рис. 4, *a* и *б* соответственно).

Результаты расчета дисперсионных параметров гексагональных полупроводников A^3N

Материал	E_0	E_1	E_2	A	G_1 , эВ	G_2 , эВ	n_{offset}
GaN $E \perp c$	3,42	6,94	7,9	1,511	13,457	203,333	2,36
$E \parallel c$				1,565	10,536	214,307	–
InN $E \perp c$	0,7	5,38	6,05	1,715	14,450	149,550	2,16
AlN $E \perp c$	6,2	7,6	8,84	0,427	2,486	251,173	2,05
$E \parallel c$				1,2	4,45	258	–

Весьма противоречивы данные об энергетических зазорах в InN (рис. 5). До сих пор ведутся споры даже о точном значении ширины запрещенной зоны нитрида индия. Последнее время большинство авторов склоняется к значению порядка 0,7 эВ [9], для которого и были проведены расчеты. Скудность представленных в литературе экспериментальных данных не позволили учесть влияние анизотропии в InN, поэтому на рис. 5 представлена только дисперсия показателя преломления в InN для $E \perp c$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nakamura S. Introduction to Nitride Semiconductor Blue Lasers and Light Emitting Diodes. London: Taylor & Francis, 2000.
2. Universal bandgap bowing in group-III nitride alloy / J. Wu, W. Walukiewicz, K. M. Yu et al. // Sol. St. Commun. 2003. Vol. 127, № 6. P. 411–414.
3. Vurgaftman I., Meyer J. R. Band parameters for nitrogen-containing semiconductors // J. Appl. Phys. 2003. Vol. 94, № 6. P. 3675–3696.
4. Ворн М., Вольф Э. Основы оптики. М., 1973.
5. Пихтин А. Н., Яськов А. Д. Рефракция света в полупроводниках (Обзор) // Физика и техника полупроводников. 1988. Т. 22, вып. 6. С. 969–991.
6. Пихтин А. Н., Яськов А. Д. Коэффициент преломления света и собственное двойное лучепреломление в полупроводниках со структурой вюрцита // Физика и техника полупроводников. 1981. Т. 15, вып. 1. С. 15–21.
7. Onta K., Ishidat H. Comparison Among Several Numerical Integration Methods for Kramers-Kronig Transformation // Appl. Spect. 1988. Vol. 42, № 6. P. 952–957.
8. Determination of Group III Nitride Film Properties by Reflectance and Spectroscopic Ellipsometry Studie / R. Goldhahn, S. Shokhovets, J. Scheiner et al. // Phys. Stat. Sol. A. 2000. Vol. 177. P. 107–115.
9. Piprek J. Nitride Semiconductor Devices Principles and Simulation. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2007.
10. Adachi S. Handbook on Physical Properties of Semiconductors. Vol. 2: III–V Compound Semiconductors. Kluwer Academic Publishers, 2004.

H. H. Hegazy, S. A. Tarasov

CALCULATION OF REFRACTIVE INDEX FOR HEXAGONAL GALLIUM NITRIDE, INDIUM NITRIDE AND ALUMINUM NITRIDE

Dispersive refractive index of nitride semiconductors GaN, InN and AlN calculation method and modeling results are presented. Comparison of theoretical and experimental data for $n(\hbar\omega)$ with taking into account incident light polarization type was made.

Semiconductor, nitride semiconductors, refractive index, dispersion of refractive index, optical constants

УДК 621.9.048.7:533.9

М. А. Усикова, В. В. Лучинин

МЕТОДЫ ПРЕПАРИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ ДЛЯ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Представлено последовательное системное изложение современного состояния в области препарирования интегральных схем с учетом развития традиционных и возникновения новых методов препарирования и контроля топологии с переходом к наноразмерной элементной базе. Проведен анализ различных методов селективного удаления монокристаллического кремния – несущей конструкции интегральной микросхемы с тыльной поверхности кристалла.

Интегральная микросхема, топология, препарирование, травление, кристалл

Современные интегральные микросхемы (ИМС) характеризуются существенным усложнением конструкторско-технологических решений: увеличением числа слоев металлической и поликремниевой разводки с 2–3 до 7–10 (рис. 1), уменьшением топологической нормы с единиц микрон до десятков нанометров (рис. 2), широким использованием конструкций с полной диэлектрической изоляцией («кремний-на-изоляторе»)

(рис. 3) и конструкций «посадки» в корпус методом перевернутого кристалла (flip-chip-конструкция) (рис. 4).

Процесс препарирования микросхемы заключается в удалении части корпуса ИМС, а также утонении самого кристалла методами жидкостного химического и реактивного ионно-плазменного травления с целью получения послойных панорамных изображений ее топологии методами оптической, электронной или атомно-силовой микроскопии.

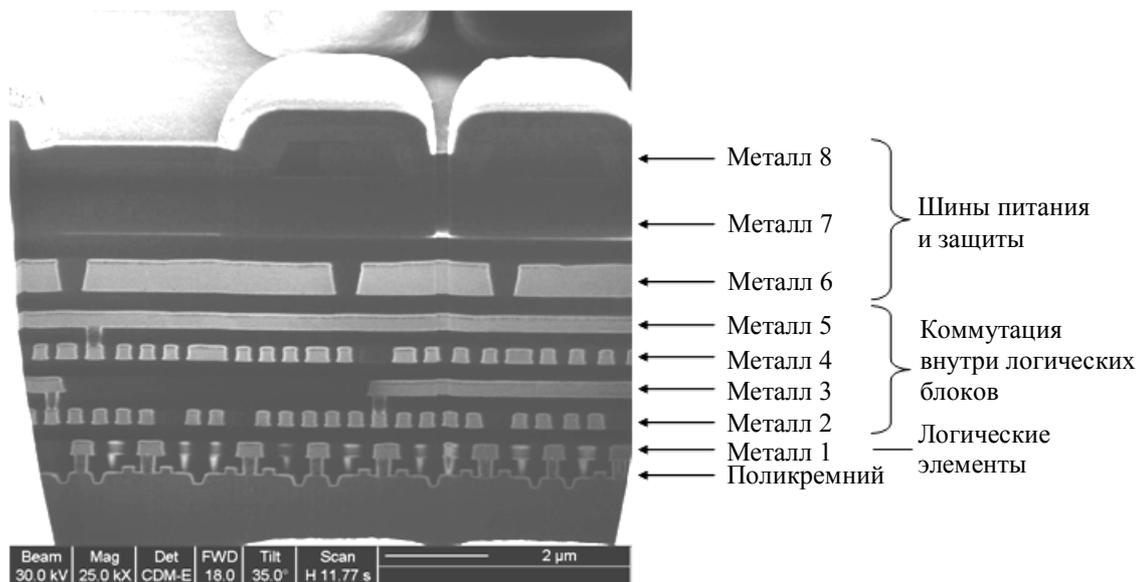


Рис. 1

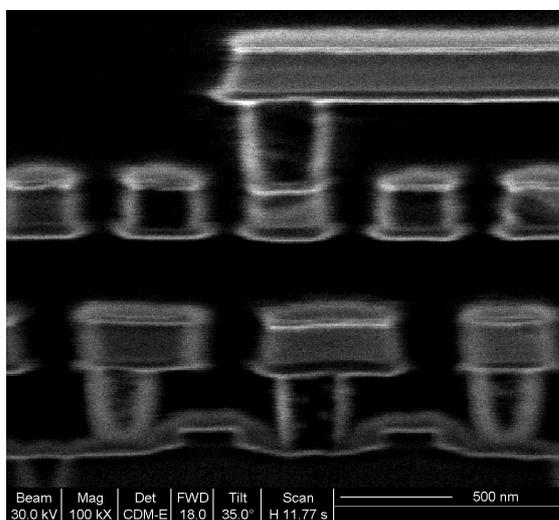


Рис. 2

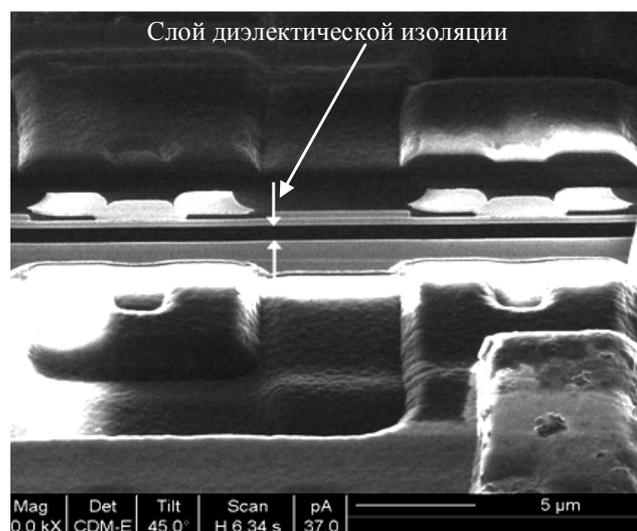
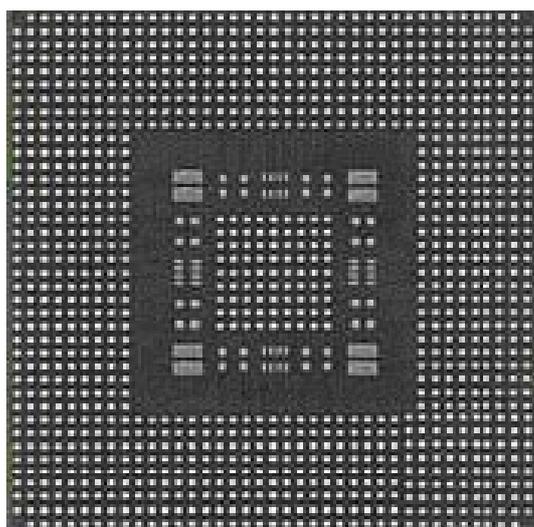


Рис. 3

В табл. 1 представлены основные процессы препарирования и декорирования интегральных схем.

Операции обработки микросхем определяются типом и конструкцией их корпуса. В частности, вскрытие интегральных микросхем, закорпусированных в пластмассу, разделяется на два этапа: механическая шлифовка пластмассового корпуса с лицевой стороны кристалла и жидкостное химическое травление (удаление) пластмассы с необходимого для анализа участка поверхности кристалла.



Вид корпуса со стороны контактных площадок



Вид корпуса со стороны маркировки

Рис. 4

Толщина пластмассы над кристаллом колеблется от 0,5 до 3 мм. Задачей механической шлифовки является уменьшение толщины слоя пластмассы до 0,1...0,3 мм, что облегчает последующее химическое дотравливание для послойного анализа микросхемы.

Таблица 1

№	Процесс	Характер процесса	Метод реализации
Препарирование			
1	Вскрытие корпуса	Тотально	Механический, жидкостный химический
	Травление защитных слоев и пассивации		Ионно-плазменный
	Травление изолирующих слоев	Тотально, избирательно	Жидкостный химический
	Травление металлизации		
	Травление полупроводникового кристалла (обратная сторона)		
Травление полупроводникового кристалла (поперечное сечение)	Локально	Ионно-лучевой	
Декорирование			
2	Электрохимическое осаждение металла	Тотально, избирательно	Жидкостный химический
	Электролитическое окисление. Селективное окрашивание		
	Ионно-стимулированное декорирование с использованием XeF ₂	Локально, избирательно	Ионно-химический
	Декорирование имплантацией Ga	Тотально, избирательно	

Грубая первичная шлифовка осуществляется, как правило, вручную, круговыми перемещениями лицевой стороны корпуса микросхемы по стеклу с использованием абразивного порошка с добавлением небольшого количества воды (размер зерна 100...200 мкм). Дальнейшее химическое травление пластмассы можно проводить в горячей серной или азотной кислоте.

Многослойная металлическая разводка ИМС (2–8 слоев), как правило, выполняется из пленок алюминия (0,5...1 мкм) и сплавов на его основе. В ряде случаев используются слои металлов Cu, Mo, Ti, W, Pd или их силицидов и нитридов. Для пассивирования поверхности кристаллов ИМС и электрической изоляции слоев металлической разводки используются диэлектрические пленки. Наиболее широко для этих целей используется диоксид кремния, фосфорно-силикатное стекло и нитрид кремния. В последнее время стали применяться высокотемпературные полимерные покрытия на основе полиимидных смол. Толщина защитно-изолирующих покрытий обычно составляет 0,7...2 мкм.

При проведении последовательного послойного удаления защитных и проводящих слоев используют методы жидкостного химического травления и реактивного ионно-плазменного травления в среде галогеносодержащих газов. Жидкостное травление в большинстве случаев является оптимальным способом удаления слоев металлизации. Однако при удалении пленок пассивации и межслойной изоляции в кристаллах СБИС с субмикронными размерами оно может приводить к повреждению нижележащей металлической разводки (отслоению тонких металлических шин) за счет бокового подтравла, обусловленного изотропным характером жидкостного травления пленки диэлектрика. Одним из путей повышения избирательности травления защитно-изолирующих покрытий, используемых в современной микроэлектронике, является применение ионно-плазменных методов обработки [1].

Направленность (анизотропия) и селективность травления являются важнейшими параметрами реактивного ионно-плазменного травления.

При анализе образцов часто возникает необходимость получения данных не только о поверхности, но и внутренней структуре исследуемого объекта, в этом случае применима методика создания поперечных сечений. Анализ поперечного сечения интегральных схем позволяет различать слои металлизации, границы между материалами, полученными на разных технологических этапах, локальные неоднородности и посторонние включения. Это обеспечивает получение достоверной информации о внутренней физической структуре и топологии ИМС, её технологическом совершенстве и топологических нормах.

Достоинством современной ионно-лучевой технологии является возможность реализации селективных процессов сверхлокального избирательного травления или осаждения материалов по заданному геометрическому закону с возможностью наблюдения зоны обработки с высоким пространственным разрешением. Разрешающая способность технологических операций может находиться на уровне 25 нм, а разрешение в микроскопическом режиме составляет до 7 нм.

На рис. 5, *а* представлен участок микросхемы после послойного удаления структурообразующих слоев пассивации, металлизации и межслойной изоляции методами жидкостного химического и реактивного ионно-плазменного травления до поликремниевой разводки.

Далее ионно-лучевым травлением выполняется косой шлиф под углом 30° к поверхности (угол шлифа может быть и меньше). Затем образец наклоняется для наблюдения шлифа растровым сканированием ионным пучком, обычно в режиме вторичных электронов. Получаемое поперечное сечение может иметь размеры от единиц до десятков микрон (рис. 5, *б*).

В этом случае процесс препарирования интегральной схемы включает в себя: позиционирование на поверхности кристалла, получение поперечного сечения методом локального ионно-лучевого травления, съемку интересующего фрагмента с оптимальным увеличением (рис. 6).

Для определения электропроводности диффузионных микрообластей и для измерения глубины расположения перехода используются различные способы химического окрашивания (декорирования) или осаждения металлов, действующие на область одного типа проводимости и не оказывающие воздействия на область другого типа проводимости. Такие реакции существуют, так как электрохимические потенциалы кремния *p*- и *n*-типов (а также образцов с различной концентрацией одной и той же примеси) различны; благодаря этому в кремнии *p*- и *n*-типов химические реакции протекают с различными скоростями.

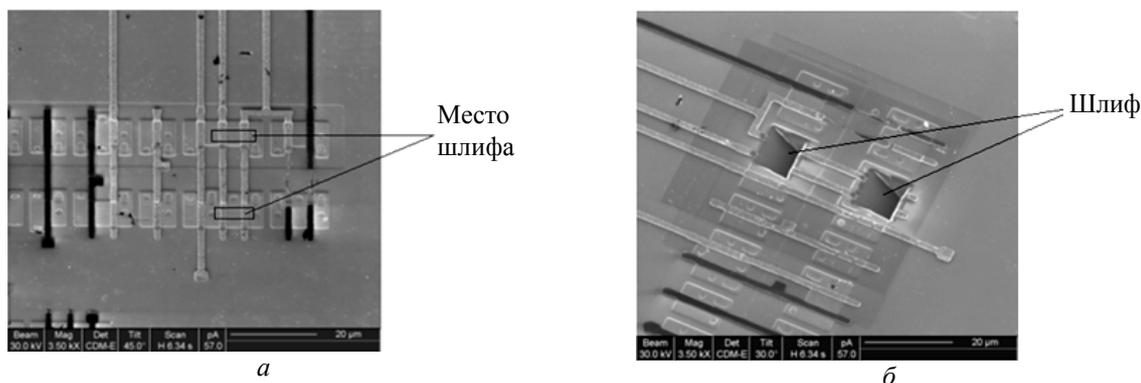


Рис. 5



Рис. 6

В настоящее время известно несколько разновидностей методов жидкостного химического окрашивания диффузионных областей кремния: декорирование электрохимическим осаждением металла, электролитическим окислением, а также селективным окрашиванием.

В связи с увеличением числа слоев металлической и поликремниевой разводки существенно возрастает сложность традиционного анализа их топологии и схемотехнических решений. В значительной степени это связано с тем, что крайне затруднен доступ к наиболее информативным, нижним слоям поликремниевой и металлической разводки, образующим непосредственно транзисторные логические элементы. В этой ситуации удобнее проводить анализ микросхемы через обратную (тыльную) сторону кремниевой подложки, чем пытаться углубиться с лицевой стороны кристалла через слои многоуровневой металлизации и разделяющие их слои диэлектрика.

В этом случае вскрытие интегральных микросхем, закорпусированных в пластмассу, заключается в шлифовке пластмассового корпуса с обратной стороны до медного экрана, к которому приклеен кристалл. После удаления экрана и очистки поверхности тыльной стороны монокристаллического кремния от клея кристалл ИМС готов к утонению.

Микросхемы, смонтированные методом перевернутого кристалла (flip-chip-конструкция), непосредственно готовы к утонению, поскольку тыльная сторона кристалла открыта, а лицевая припаяна и загерметизирована к многослойной печатной плате, что крайне важно при последующем жидкостном травлении кристалла.

Незакорпусированные кристаллы ИМС требуют предварительной защиты лицевой поверхности, так как при дальнейшем жидкостном травлении несущего монокристаллического кремния лицевая сторона не должна вступать в реакцию с химическими реактивами. Для подготовки к травлению кристалл ИМС необходимо предварительно приклеить эпоксидным клеем лицевой стороной к кварцевой подложке, не вступающей во взаимодействие с жидкостным травителем для кремния.

За счет прогресса технологии осаждения в последние годы толщина подзатворного диэлектрика в полевых КМОП-транзисторах снизилась на порядок со 100...50 до 10...5 нм. В связи с этим жидкостное травление уже не обеспечивает возможность бездефектного травления кремниевой подложки толщиной 200...400 мкм за счет неоднородности травления и бокового подтравивания. Требуется предварительное однородное утонение кремния до толщин 40...20 мкм, чтобы исключить возможность локального вытравливания поликремневых затворов.

Такое утонение может быть осуществлено с помощью механической шлифовки. Однако малые размеры кристалла (несколько десятков квадратных миллиметров) обуславливают опасность перекоса и неравномерности удаления кремния по площади. В связи с этим одним из наиболее предпочтительных вариантов является реактивное ионно-плазменное травление (РИПТ) обратной стороны монокристаллической кремниевой подложки во фторсодержащей плазме [2].

Жидкостное химическое травление широко используется в технологических процессах полупроводникового производства. Травление применяют для удаления нарушенного слоя полупроводникового материала, остающегося на поверхности пластин после механической обработки (резки, шлифовки, полировки), доведение толщины исходной пластины до заданного размера, очистки поверхности полупроводниковых материалов от загрязнений и оксидов, выявления *p-n*-переходов и дислокации, а также проведения электрофизических и структурных исследований свойств полупроводниковых материалов [3], [4].

Существует множество селективных (по отношению к подзатворному диэлектрику) и анизотропных (в зависимости от кристаллографической ориентации подложки) жидкостных травителей монокристаллического кремния [5], [6]. В подавляющем большинстве случаев при создании ИМС используются кремниевые подложки с кристаллографической ориентацией (100), а в качестве подзатворного диэлектрика – диоксид кремния.

В табл. 2 приведены травители, представляющие наибольший интерес для удаления кремния с тыльной стороны кристалла ИМС.

Таблица 2

№	Травитель	Θ , °С	v_{100} , мкм/ч	v_{111} , мкм/ч	v_{SiO_2} , нм/ч
1	30 % КОН водный раствор	80	60	1,2	252
2	20 % ТМАН водный раствор	90	43	1,4	8
3	Система этилендиамин – пирокатехин – вода	118	50	1	15

Водный раствор едкого кали наиболее прост в употреблении (нетоксичен, время хранения не ограничено), но, к сожалению, не обеспечивает достаточную селективность травления по отношению к диоксиду кремния.

Низкая скорость растворения SiO_2 является преимуществом использования системы «этилендиамин ($NH_2(CH_2)_2NH_2$) – пирокатехин ($C_6H_4(OH)_2$) – вода».

Травитель обладает достаточной стабильностью и может быть использован в течение нескольких недель. Однако он является очень токсичным реагентом, затрудняющим его использование в обычных условиях.

Наиболее предпочтительным является 25 %-й водный раствор тетраметиламмония гидроксида ($(CH_3)_4NOH$), нагретый до 85...90 °С. Травитель обладает хорошей анизотропностью, имеет высокую скорость травления кремния кристаллографической ориентации (100), а также обеспечивает хорошую селективность по отношению к SiO_2 . Эти свойства являются определяющими при выборе химического реактива для травления кристаллов микросхем с обратной (тыльной) стороны.

На рис. 7 представлены оптические фотографии фрагмента кристалла, выполненного по технологии «кремний-на-изоляторе» (КНИ), после удаления структурообразующих слоев до поликремния и после удаления кремниевой подложки с обратной стороны кристалла. Травление кремниевой подложки проводилось в 20 %-м водном растворе тетраметиламмония гидроксида, нагретого до 80 °С. Время травления зависит от толщины слоя кремния, оставшегося после шлифовки.

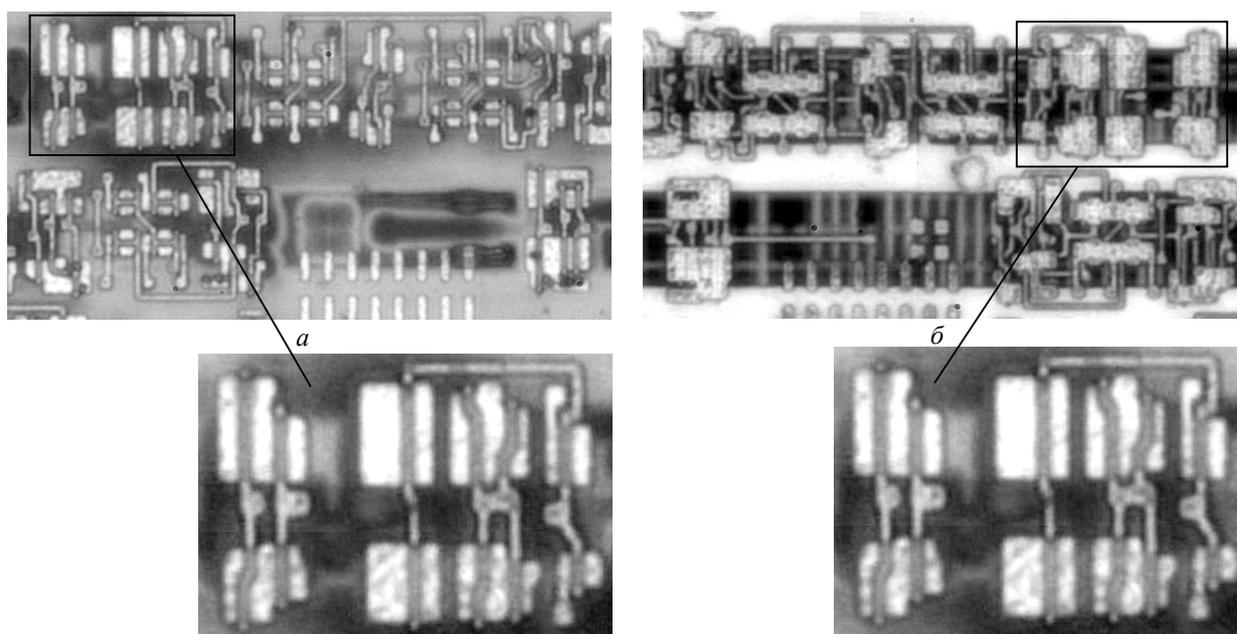


Рис. 7

Особенностью технологии КНИ является то, что транзисторы формируются в тонком слое приборного кремния толщиной 0,3 мкм, отделенном от несущей подложки пленкой диоксида кремния толщиной порядка 0,15 мкм. Как правило, несущая подложка – это кремний типа КДБ с ориентацией (100) и толщиной 400...500 мкм.

Как видно из рис. 7, фотографии кристалла идентичны друг другу с той лишь разницей, что травление происходило с разных сторон кристалла. При травлении с обратной стороны микросхемы процесс травления замедляется на разделительном барьере, образованном пленкой диэлектрика – диоксидом кремния, между несущей кремниевой подложкой и приборным кремнием. На фотографии (рис. 7, б) отчетливо видны области приборного кремния, образующие КМОП-транзисторы, и поликремневые шины. На рис. 7, а верхним слоем являются те же поликремневые шины.

Представленный комплекс разработанных методик жидкостного и сухого препарирования интегральных микросхем может быть использован для топологического анализа широкой номенклатуры кремниевых интегральных схем, в том числе интегральных схем с субмикронными топологическими нормами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черняев В. Н. Технология производства интегральных микросхем и микропроцессоров. М.: Радио и связь, 1987.
2. Плазменная технология в производстве СБИС / Пер. с англ. с сокращ.; Под ред. Н. Айнспирука, Д. Брауна. М.: Мир, 1897.
3. Варадан В., Виной К., Джозе К. ВЧ МЭМС и их применение. М.: Техносфера, 2004.
4. Курносов А. И. Материалы для полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. М.: Высш. шк., 1980.
5. Готра З. Ю. Технология микроэлектронных устройств: Справ. М.: Радио и связь, 1991.
6. Franssila S. Introduction to microfabrication. John Wiley and Sons, 2004.

M. A. Usikova, V. V. Luchinin

METHODS OF IC CHIP PREPARATION FOR TOPOLOGICAL ANALYSIS

The article presents a successive summary of the IC's preparations modern state subject to the development of traditional methods, appearing of new preparation methods and methods of topology's control at the nanometric scale elemental sources. Different methods of selective single crystal silicon etch of the IC's backside substrate were analyzed.

IC chip, topology, preparation, etching, chip



УДК 004.822

С. А. Кузьмин, Н. Дьедонне

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИИ ПРИ КОНЦЕПТУАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ БАЗЫ ДАННЫХ

Рассматривается концептуальный этап проектирования таких интеллектуально-емких изделий, как базы данных. Приводятся основные стандарты концептуального проектирования. Обсуждается место и значение онтологий при концептуальном проектировании баз данных и баз знаний. Сравниваются два наиболее популярных на сегодняшний момент стандарта концептуального проектирования баз данных: IDEF5 и ER-диаграммы.

Онтология, концептуальное проектирование, база данных, стандарт IDEF5, ER-диаграмма

Жизненный цикл интеллектуально-емкого продукта состоит из четырех основных стадий (рис. 1): концептуального проектирования, технического проектирования, производства и эксплуатации.

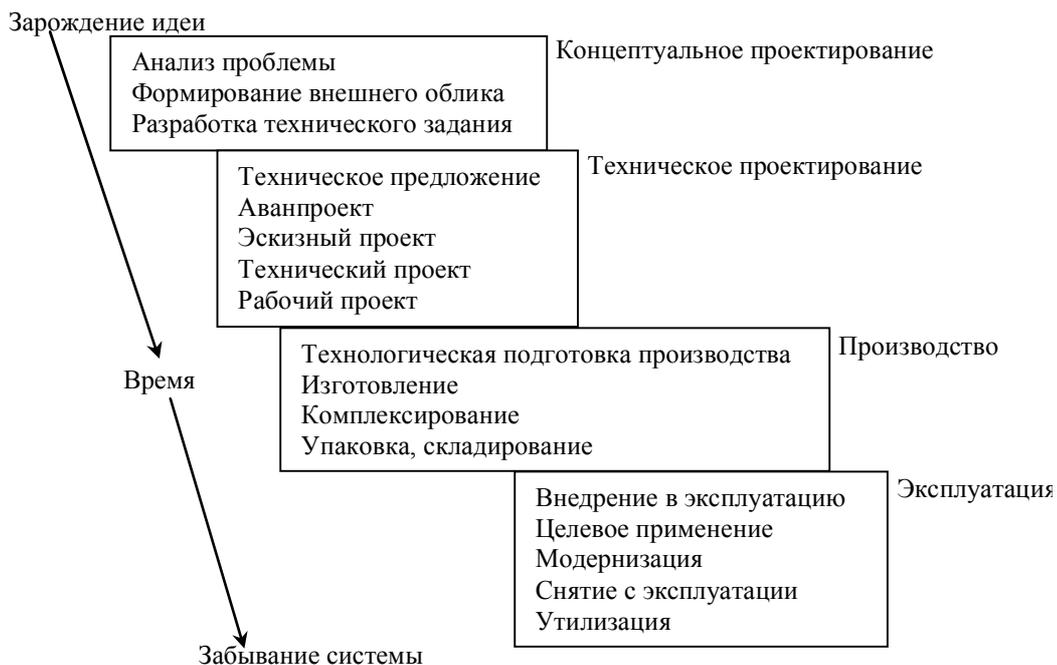


Рис. 1

Каждая из этих стадий, в свою очередь, состоит из отдельных этапов. Этапы технического проектирования и содержание выполняемых на них работ строго определены ГОСТом, чего нельзя сказать про другие стадии.

Концептуальное проектирование как самостоятельная стадия жизненного цикла продукта возникло вследствие роста сложности систем и выросло из технического задания стадии технического проектирования. Для сравнительно простых систем эта стадия не нужна. Наряду с термином «концептуальное проектирование» употребляются термины «исследовательское проектирование», «предпроектные исследования», «предварительное проектирование», «предпроектная подготовка» и др.

На стадии концептуального проектирования определяется необходимость и принципиальная возможность (осуществимость) создания конкретной системы; вырабатываются цели и критерии оценки ее качества; согласовывается с Исполнителем задание на техническое проектирование системы и оцениваются ресурсы, необходимые для дальнейших работ. Фактически на этом этапе складывается будущий образ изделия, формируется его структура (компоненты и связи между ними), входные/выходные данные (в случае программного изделия) и процессы, происходящие при работе с этим изделием.

Существующие технологии практически не поддерживают функции, составляющие суть концептуального этапа проектирования, хотя именно эта стадия жизненного цикла проекта наиболее критична с точки зрения оперативности реакции на запросы рынка и обеспечения качества проекта.

В условиях огромных объемов информации, исключительно высоких темпов ее обновления и дефицита временного ресурса проектировщика именно формирование концептуальных структур проекта в быстроменяющихся областях знаний, отбор материала и его аналитическая обработка с учетом требований приложения составляют важнейшую проблему высококачественного проектирования интеллектуально-емких изделий.

Знания для проектирования – это только средство, строительный материал. С их помощью (на основе описаний прототипов, функций, конструкций, соотношений, форм, норм и т. д.) проектировщик создает «предописания» для изготовления объекта в материале (проект как информационная модель создаваемого объекта).¹

При этом проявляются две основные функции проекта: «коммуникативная» (связывающая заказчика, проектировщика и потребителя) и «объектно-онтологическая», обеспечивающая внутри процесса проектирования разработку и создание проектируемого изделия.

Для описания концептуальной модели будущего изделия привлекаются различные стандарты. IDEFx является одним из популярных семейств таких стандартов. Так, например, IDEF0 – это стандарт функционального моделирования, IDEF1 – стандарт информационного моделирования, IDEF1x – стандарт моделирования реляционных систем, IDEF2 – стандарт имитационного моделирования, IDEF3 – стандарт документирования технологических процессов, а IDEF5 – стандарт онтологического моделирования.^{**}

¹ Бутенко Д. В., Бутенко Л. Н. Теория развития систем. Задачи концептуального проектирования и их взаимосвязь с закономерностями развития систем // Metodolog.ru. <http://www.metodolog.ru/00930/00930.html>.

^{**} Верников Г. Обзор стандарта IDEF5 // IDEFInfo.Ru. <http://idefinfo.ru/content/view/19/52/>.

Понятно, что в различных ситуациях могут применяться различные стандарты этого семейства. В данной статье остановимся на проектировании такого вида интеллектуально-емкими изделий, как базы данных.

Онтология – формальная спецификация разделяемой концептуальной модели.*

Здесь под *концептуальной* моделью подразумевается абстрактная модель предметной области, описывающая систему понятий предметной области; под *разделяемой* подразумевается согласованное понимание концептуальной модели определенным сообществом (группой людей); *спецификация* подразумевает описание системы понятий в явном виде; *формальная* подразумевает, что концептуальная модель является машиночитаемой.

Онтология состоит из классов сущностей предметной области, свойств этих классов, связей между ними и утверждений, построенных из этих классов, их свойств и связей между ними.

В результате детального научного исследования понятия *онтология* и особенно областей применения онтологий систематизация знаний в области онтологий, предложенная в [1], была расширена (рис. 2).



Рис. 2

Говоря о концептуальном проектировании баз данных, в первую очередь вспоминаем о такой стандартной модели описания реляционных БД, как ER-диаграммы [2]**. Не вдаваясь в подробности синтаксиса ER-диаграмм, остановимся только на принципиальной

* Кудрявцев Д. Технологии применения онтологий // Бизнес Инжиниринг Групп. Секция «Онтологический инжиниринг и управление знаниями». http://bigc.ru/theory/km/onto_technologies.php.

** Кузнецов С. Д. Введение в реляционные базы данных. Лекция 9: Проектирование реляционных баз данных с использованием семантических моделей: ER-диаграммы // Интернет-университет информационных технологий. <http://www.intuit.ru/department/database/rdbintro/9/>.

ограниченности реляционной модели при ее использовании в проектировании данных. Она проявляется в следующих аспектах:

- модель не обеспечивает достаточных средств для представления смысла данных. Семантика реальной предметной области должна независимым от модели способом представляться в голове проектировщика. В частности, это относится к отмечавшейся ранее проблеме представления ограничений целостности, выходящих за пределы ограничений первичного и внешнего ключей;

- во многих прикладных областях трудно моделировать предметную область на основе плоских таблиц. В ряде случаев на самой начальной стадии проектирования дизайнеру приходится нелегко, поскольку от него требуется описать предметную область в виде одной (возможно, даже ненормализованной) таблицы;

- хотя весь процесс проектирования происходит на основе учета зависимостей, реляционная модель не предоставляет каких-либо формализованных средств для представления этих зависимостей;

- несмотря на то, что процесс проектирования начинается с выделения некоторых существенных для приложения объектов предметной области («сущностей») и выявления связей между этими сущностями, реляционная модель данных не предлагает какого-либо механизма для разделения сущностей и связей.

Потребность проектировщиков баз данных в более удобных и мощных средствах моделирования предметной области вызвала к жизни направление семантических моделей данных. Хотя любая развитая семантическая модель данных, как и реляционная модель, содержит структурную, манипуляционную и целостную части, главным назначением семантических моделей является обеспечение возможности выражения семантики данных.

Чаще всего на практике семантическое моделирование используется на первой стадии проектирования базы данных. При этом в терминах семантической модели производится концептуальная схема базы данных, которая затем вручную преобразуется к реляционной (или какой-либо другой) схеме. Этот процесс выполняется под управлением методик, в которых достаточно четко оговорены все этапы такого преобразования. Основным достоинством данного подхода является отсутствие потребности в дополнительных программных средствах, поддерживающих семантическое моделирование. Требуется только знание основ выбранной семантической модели и правил преобразования концептуальной схемы в реляционную.

Следует заметить, что многие начинающие проектировщики баз данных (БД) недооценивают важность семантического моделирования вручную. Зачастую это воспринимается как дополнительная и излишняя работа. Эта точка зрения абсолютно неверна. Во-первых, построение мощной и наглядной концептуальной схемы БД позволяет более полно оценить специфику моделируемой предметной области и избежать возможных ошибок на стадии проектирования схемы реляционной БД. Во-вторых, на этапе семантического моделирования производится важная документация (хотя бы в виде вручную нарисованных диаграмм и комментариев к ним), которая может оказаться очень полезной не только при проектировании схемы реляционной БД, но и при эксплуатации, сопровождении и развитии уже заполненной БД.

Неоднократно приходилось и приходится наблюдать ситуации, в которых отсутствие такого рода документации существенно затрудняет внесение даже небольших изменений в схему существующей реляционной БД. Конечно, это относится к случаям, когда проектируемая БД содержит не слишком малое число таблиц. Скорее всего, без семантического

моделирования можно обойтись, если число таблиц не превышает 10, но оно совершенно необходимо, если БД содержит более сотни таблиц.

Одним из стандартов проектирования семантических моделей данных как раз является стандарт онтологического моделирования IDEF5*. Процесс построения онтологии согласно методологии IDEF5 состоит из пяти основных действий:

1) изучения и систематизирования начальных условий. Это действие устанавливает основные цели и контексты проекта разработки онтологии, а также распределяет роли между членами проекта;

2) сбора и накопления данных. На этом этапе происходит сбор и накопление необходимых начальных данных для построения онтологии;

3) анализа данных. Эта стадия заключается в анализе и группировке собранных данных и предназначена для облегчения построения терминологии;

4) начального развития онтологии. На этом этапе на основе отобранных данных формируется предварительная онтология;

5) уточнения и утверждения онтологии. Это заключительная стадия процесса.

Для поддержания процесса построения онтологий в IDEF5 существуют специальные онтологические языки: схематический язык (Schematic Language – SL) и язык доработок и уточнений (Elaboration Language – EL). SL является наглядным графическим языком, специально предназначенным для изложения компетентными специалистами в рассматриваемой области системы основных данных в форме онтологической информации. Этот несложный язык позволяет естественным образом представлять основную информацию в начальном развитии онтологии и дополнять существующие онтологии новыми данными. EL представляет собой структурированный текстовый язык, который позволяет детально характеризовать элементы онтологии.

Не вдаваясь в подробности синтаксиса SL-диаграмм, приведем лишь небольшой сравнительный пример описания БД с использованием синтаксиса диаграмм ER и IDEF5 (рис. 3, а и б соответственно).

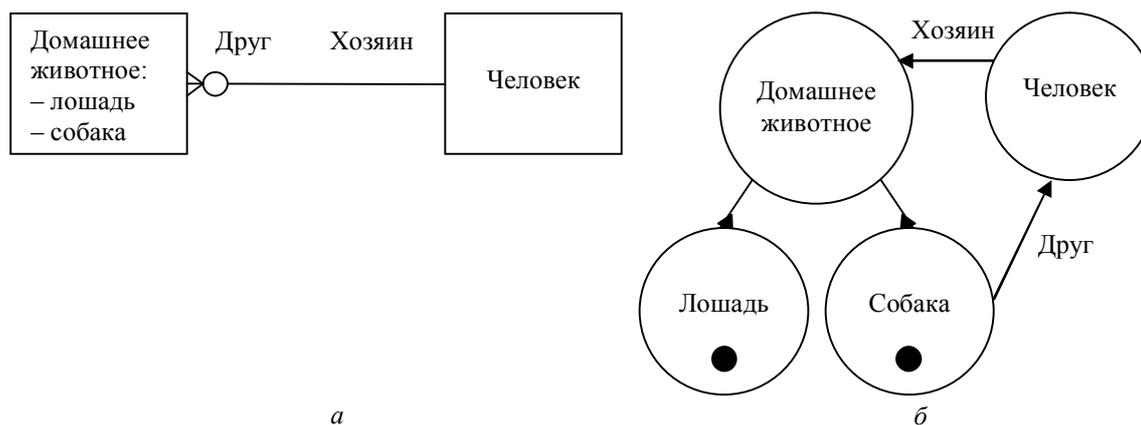


Рис. 3

Существуют специальные CASE-средства проектирования БД. CASE-средство ERwin предназначено для создания ER-диаграмм, CASE-средство VPwin – для создания IDEF5-диаграмм.

Онтологии можно применять на концептуальном этапе проектирования баз данных при создании семантической модели данных и в условиях ограниченности реляционной модели данных.

* Верников Г. Обзор стандарта IDEF5 // IDEFinfo.Ru. <http://idefinfo.ru/content/view/19/52/>.

Одним из стандартов онтологического моделирования является IDEF5. Его можно применять для проектирования диаграмм данных как альтернативу ER-диаграммам. CASE-средством для создания IDEF5-диаграмм является BPwin.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова Т. А. Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных информационных систем // Новости искусственного интеллекта. 2003. № 2. С. 24–30.
2. Малыхина М. П. Базы данных: Основы, проектирование, использование: Учеб. пособие. 2-е изд. СПб.: BHV, 2006.

S. A. Kuzmin, N. Diedonne

ONTOLOGY USING IN DATABASE CONCEPTUAL DESIGN

The conceptual design phase of intellect-large products such as databases is considered. The basic standards of conceptual design are listed. The place and importance of ontologies in the conceptual design of databases and knowledge bases are discussed. Two most popular, at this moment, databases conceptual design standards – IDEF5 and ER diagrams – are compared.

Ontology, conceptual design, database, IDEF5 standard, ER-diagram

УДК 621.3.049.77.001.2

С. Э. Миронов, Н. М. Сафьянников

ТОПОЛОГИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ БЛОКОВ ЗАКАЗНЫХ СБИС С ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ПРОШИВКОЙ МАТРИЦ

Исследуются и оптимизируются структурно-топологические планы программируемых логических матриц и регулярных МОП-схем и схематопологическая организация их блоков. Приводятся результаты проектирования топологии этих устройств, параметризованных по нагрузочной способности и проектным нормам.

Программируемые логические матрицы, параметризованные блоки, технологически инвариантное проектирование топологии

Оптимизация прошивки матриц управляющих блоков заказных СБИС. Толчком к началу описываемой работы послужил проект сотрудников Объединенного института проблем информатики (ОИПИ) НАН Беларуси. Ими были разработаны алгоритмы

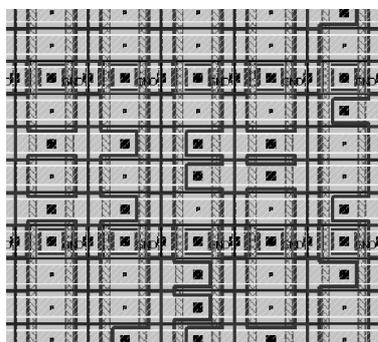


Рис. 1

оптимизации матричных структур методами свертки для оптимизации прошивки матриц управляющих блоков заказных СБИС, таких, как программируемые логические матрицы (ПЛМ) и регулярные МОП-схемы (РМОП-схемы), в которых основная часть аппаратных затрат приходится соответственно на матрицы «И» и «ИЛИ» и матрицы транзисторов.

Фрагмент топологии неоптимизированной матрицы ПЛМ на рис. 1 демонстрирует, насколько неэффективно используется площадь кристалла при неплотной прошивке матрицы. Разрабатываемые в ОИПИ НАН Беларуси методы свертки матричных структур могли бы существенно снизить аппаратные затраты на управляющие блоки заказных СБИС за счет топологического

совмещения (рис. 2, а) отдельных перекомпонованных «неполных» строк и столбцов матриц исходного традиционного варианта прошивки (рис. 2, б). Однако этому препятствует разница в размерах основных ячеек устройств управления – крупногабаритных входных и выходных буферов и матричных ячеек, состоящих всего лишь из одного транзистора.

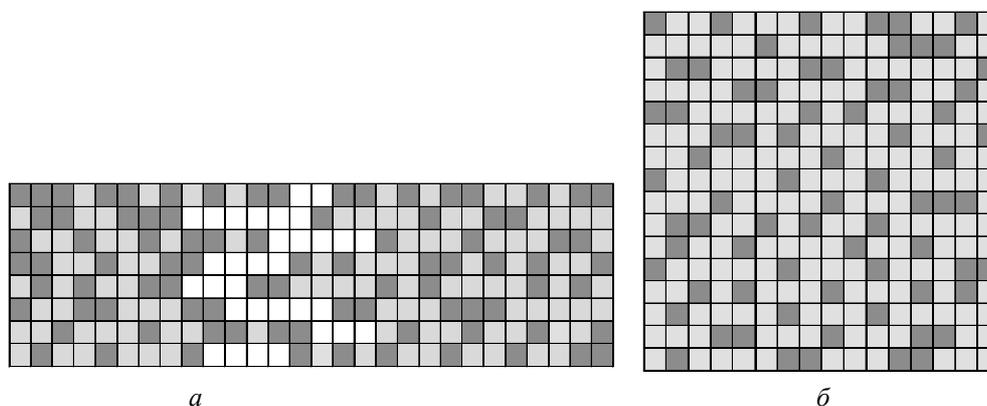


Рис. 2

Структурно-топологические планы управляющих блоков заказных СБИС и схематологическая организация их основных ячеек. Традиционный вариант организации матричных схем можно проиллюстрировать на примере структурно-топологического плана ПЛИМ (рис. 3). Основными частями таких устройств являются состоящие из строк транзисторов матрицы с входными или выходными буферными каскадами.

Входные буфера матрицы «И»	Матрица «И»	Входные буфера матрицы «И»
Выходные буфера матрицы «ИЛИ»	Матрица «ИЛИ»	Выходные буфера матрицы «ИЛИ»

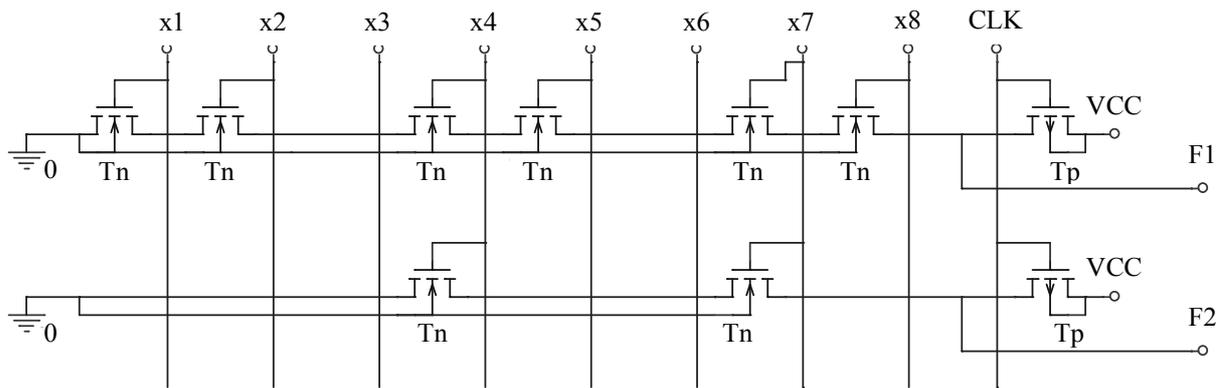
Рис. 3

Из изображенных на рис. 4 фрагмента регулярной МОП-схемы (рис. 4, а) и соответствующего ему эскиза топологии (рис. 4, б) хорошо видно, насколько однозначен переход к топологии от схемы (а по существу от прошивки) матрицы.

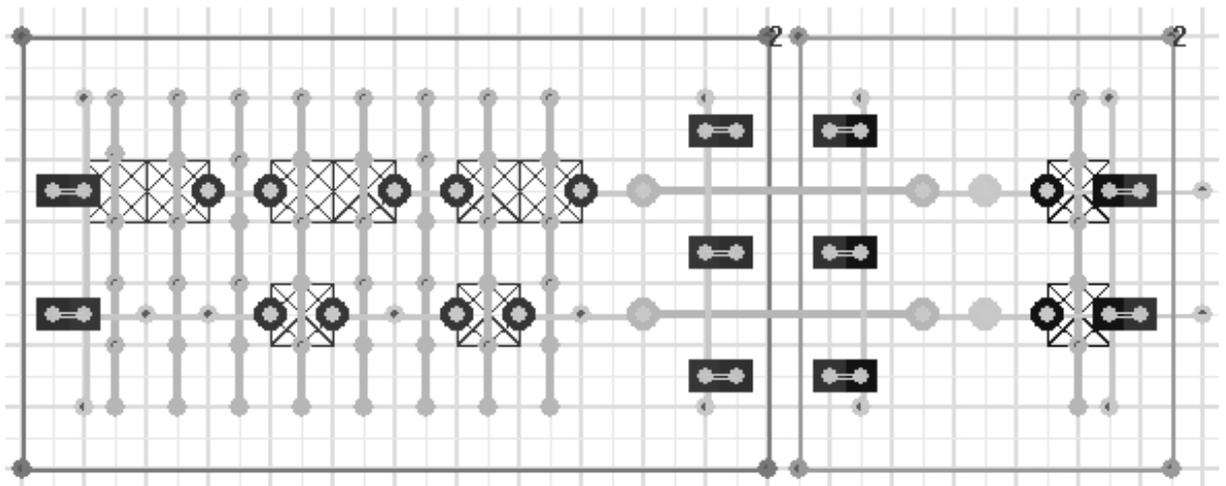
Главные трудности при топологическом проектировании матричных схем, состоящие в стыковке ячеек разного размера, в традиционном варианте структурно-топологической организации решались расположением буферных ячеек в шахматном порядке по краям матриц, как это показано на рис. 5 (рис. 5, а – структура ПЛИМ; рис. 5, б – топология).

Однако при совмещении строк матрицы буферные каскады необходимо размещать с обеих сторон каждой из объединенных строк. Это потребовало поиска новых топологических решений, включающих структурно-топологическое объединение буферов нескольких строк в одну сборку для придания им большей плотности упаковки. Сложность задачи усугублялась требованием минимизации использования второго слоя металлической разводки. Поскольку целью проекта было создание специализированного кремниевого компилятора, в процессе разработки схем и топологий основных блоков

решалась задача обеспечения их эффективной комплексной параметризации, включающей в себя возможность настройки на задаваемые проектировщиком проектные нормы, разрядность (число переменных и реализуемых функций), нагрузочную способность. В связи с этим ячейки проектировались таким образом, чтобы входные и выходные буфера матриц можно было без затруднений и неоправданных затрат площади кристалла настраивать на заданную нагрузку, меняя ширины каналов транзисторов в выходных каскадах буферных схем.

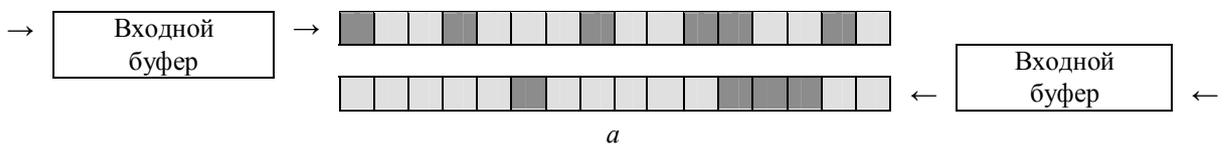


a

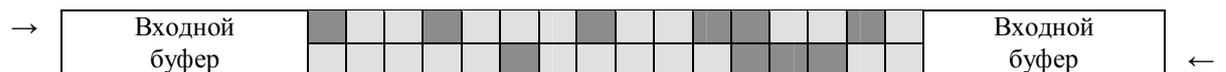


б

Рис. 4



a



б

Рис. 5

В результате за основу (вследствие компактности и возможности обеспечения широкого диапазона мощности выходного сигнала) были приняты схемы входных и выходных буферов, приведенные на рис. 6, *a* и *б* соответственно. По ним были разработаны топологические решения (рис. 7, *a* – топологический эскиз входных буферов ПЛМ;

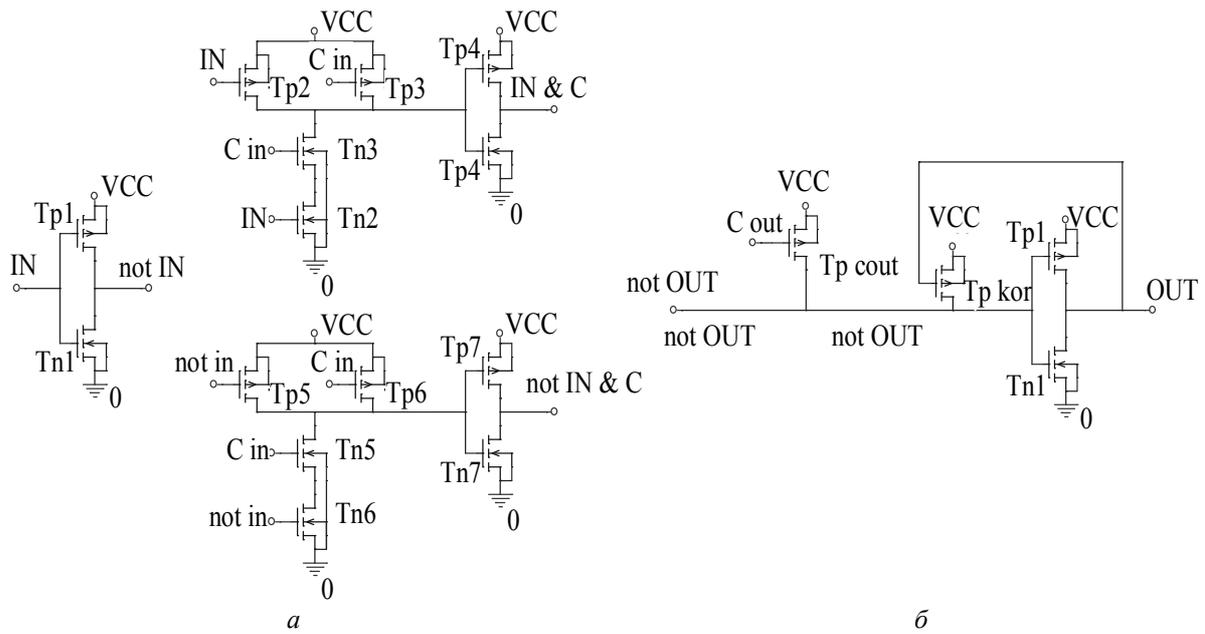
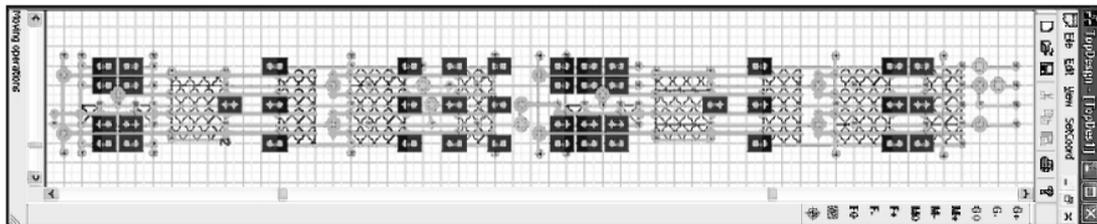
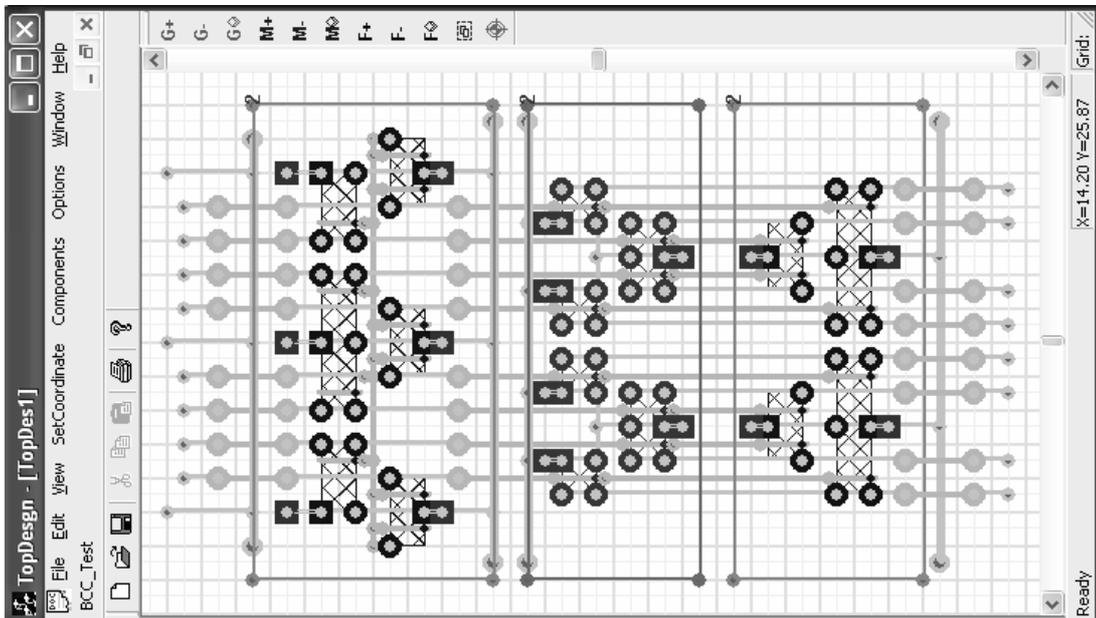


Рис. 6



а



б

Рис. 7

рис. 7, б – выходных буферов), сохраняющие прежними структурно-топологические планы устройств управления (см. рис. 3) и при этом обеспечивающие возможность объединения их строк (рис. 8, а – традиционный вариант подключения буферов к матрицам: к половине несовмещенных строк матрицы – слева, к половине – справа; рис. 8, б – разработанный вариант: с двух сторон к каждой из совмещенных строк матрицы).

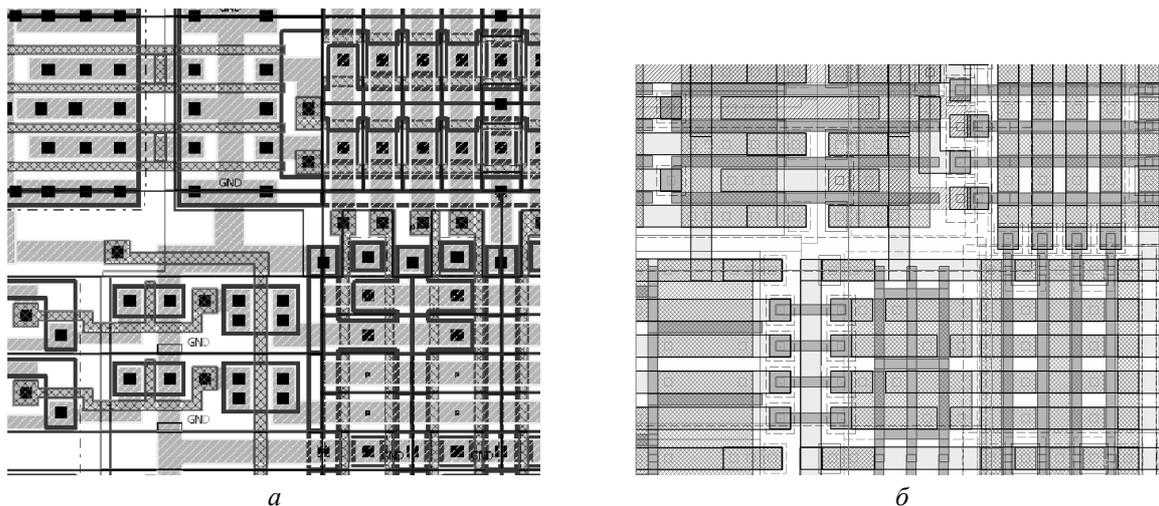


Рис. 8

Для разработки топологии использовалась созданная в ЛЭТИ система технологически инвариантного проектирования TopVG [см. лит.], признанная одной из победительниц конкурса в области автоматизации проектирования БИС, проводившегося Московским физико-техническим институтом и компанией Intel в 2003 г.

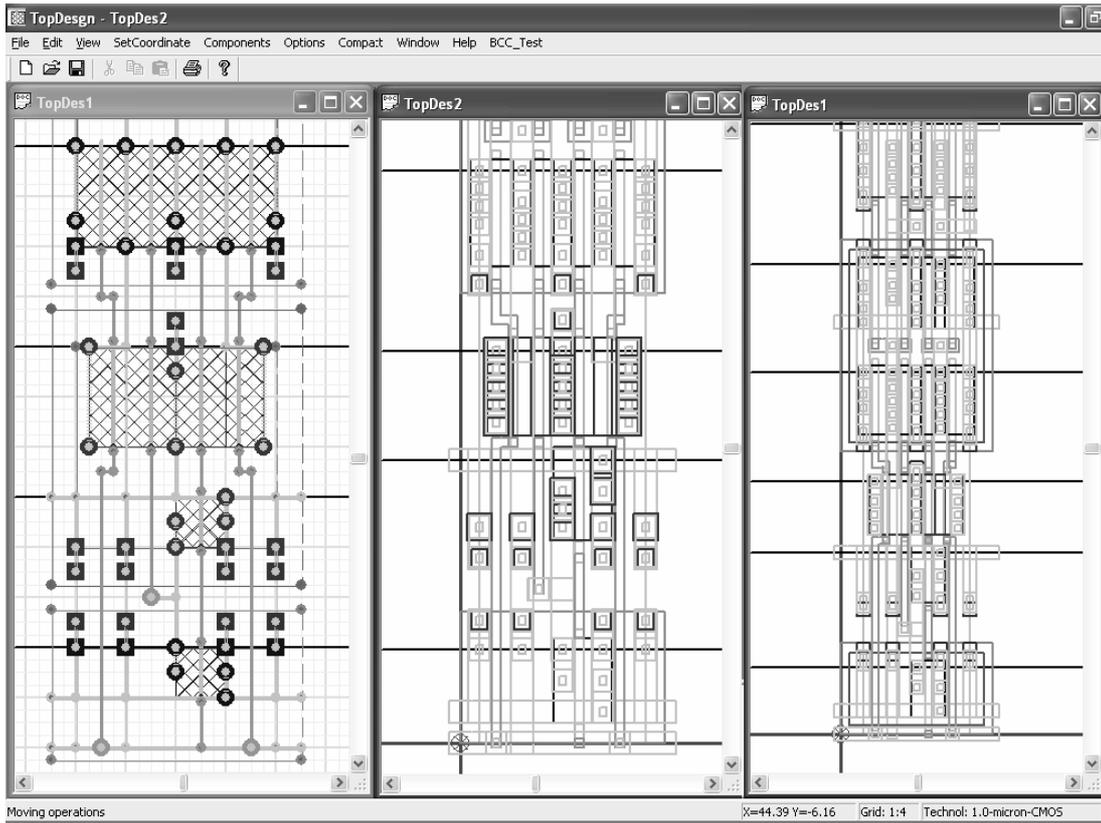
Следует отметить, что в процессе разработки топологии управляющих блоков заказных СБИС возникли предложения по совершенствованию системы TopVG. Для повышения эффективности сжатия были предложены новые средства описания топологии, обеспечивающие максимально возможную плотность упаковки матричных структур.

Разработка технологически инвариантных программ генерации топологии. В процессе написания программ генерации топологии, соответствующих разработанным ранее эскизам топологий основных ячеек ПЛИМ и РМОП-схем, была решена задача их параметризации, включающей в себя возможность настройки на задаваемые проектировщиком проектные нормы и нагрузочную способность.

Настройка топологий на задаваемые проектировщиком проектные нормы обеспечивается технологически инвариантными средствами проектирования топологии на основе алгоритмов сжатия [см. лит.]. В качестве примера на рис. 9 приведены фрагмент технологически инвариантного топологического эскиза входного буфера ПЛИМ (рис. 9, а) и соответствующие ему фрагменты топологических чертежей в проектных нормах 1,2 мкм (рис. 9, б) и 1,0 мкм (рис. 9, в).

Параметризация нагрузочной способности основных ячеек достигается благодаря использованию при программировании топологии переменных, с помощью которых описываются элементы топологии с изменяющимися размерами или части ячеек, смещающиеся друг относительно друга при изменении размеров элементов. В качестве примера на рис. 10 приведены фрагменты технологически инвариантных топологических эскизов выходного буфера ПЛИМ с разными значениями ширин каналов транзисторов (рис. 10, а) и фрагменты соответствующих эскизам топологических чертежей в проектных нормах 1,0 мкм (рис. 10, б).

Эффективные решения, обеспечивающие возможность построения управляющих блоков заказных СБИС с высокой степенью упаковки, были найдены благодаря комплексному подходу к проектированию, в рамках которого плотноупакованное проектирование топологии макро-блоков БИС обеспечивалось комбинацией оригинальных комбинаторных, структурных, схмотехнических и топологических решений. В качестве примера на рис. 11 приведена собранная из ячеек топология ПЛИМ в проектных нормах 1,0 мкм.

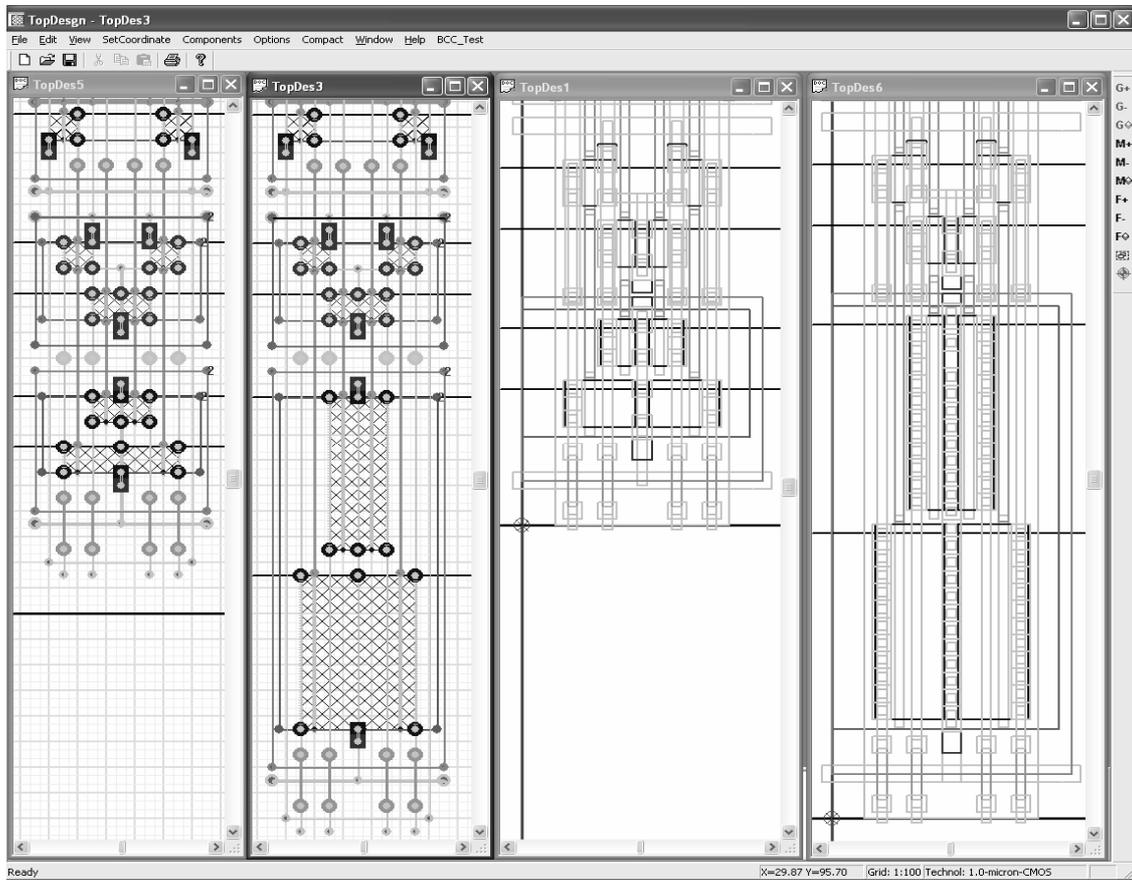


a

b

b

Рис. 9



a

b

Рис. 10

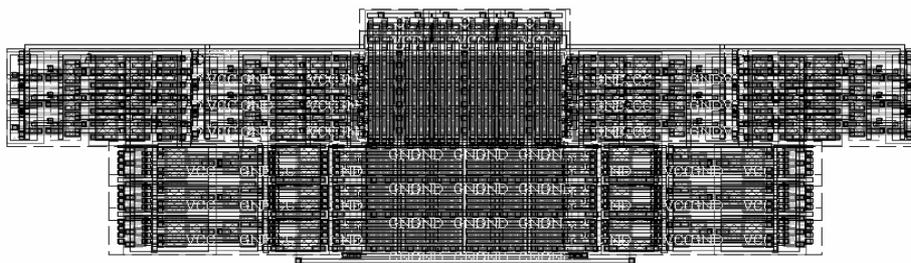


Рис. 11

Приведенные в статье материалы получены при выполнении научного проекта по гранту № 06-07-81001 Бел_а «Топологическое проектирование устройств управления СБИС», осуществляемого при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках Международного конкурса российско-белорусских проектов 2006 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Зуев И. С., Миронов С. Э., Сафьянников Н. М. Технологически инвариантная система проектирования топологии стандартных фрагментов МОП БИС // Мат. 4-й Междунар. научн.-техн. конф. «Электроника и информатика – 2002», Зеленоград, Россия, 19–21 ноября 2002 г. М.: МИЭТ, 2002. Ч. 1. С. 336–337.

S. E. Mironov, N. M. Safyannikov

LAYOUT OF CUSTOM VLSI CONTROL BLOCK WITH OPTIMIZED ARRAY

Structural-layout maps of programmable logic arrays and regular MOS-circuits and circuit-layout organized his blocks are researched and optimized. Result of design of this device, parameterized by output capacity and technology process are adduced.

Programming logic array, parameterized block, process tolerant topology design

УДК 37.014.1

Н. Е. Новакова

КОНЦЕПЦИИ АДАПТИВНЫХ АРХИТЕКТУР САПР

Рассмотрены проблемы реконфигурации САПР и проанализированы способы их решения. Представлены концепции адаптивных архитектур САПР.

САПР, принятие решения, архитектура САПР, процесс проектирования, стратегии проектирования

Необходимость создания гибких перестраиваемых архитектур САПР обусловлена проблемной специализацией средств проектирования и темпами развития элементной базы, быстрой сменой конструктивных и технологических требований к проектируемым изделиям, динамизмом развития смежных с САПР производственно-технологической, экономической и социальной сфер, изменением технологических процессов проектирования, развитием технических средств и сложностью разработки прикладного программного обеспечения.

Задача разработки САПР с перестраиваемой архитектурой решается в нескольких направлениях. Это обусловлено разнообразием целей и уровней изменений архитектуры системы. Выбор программных модулей из заданного набора в процессе эксплуатации системы соответствует параметрическому изменению архитектуры. Возможные варианты структурных связей между компонентами системы в этом случае не изменяются. Изменение связей между компонентами соответствует более глубокой структурной реконфигурации САПР. Разнообразие уровней изменений привело к появлению

нескольких концепций создания перестраиваемых архитектур САПР. Для сопоставления архитектур САПР и соответствующих системных свойств была предложена модель процесса автоматизированного проектирования [1].

Первая концепция модульной перестраиваемой архитектуры САПР связана с необходимостью априорной адаптации программного обеспечения к особенностям объекта проектирования (ОП) (рис. 1).

В рамках данной концепции цель адаптации заключается в достижении такого состояния системы, которое обуславливает оптимальное проектирование конкретного объекта при начальной неопределенности и меняющихся условиях работы за счет применения программного обеспечения.

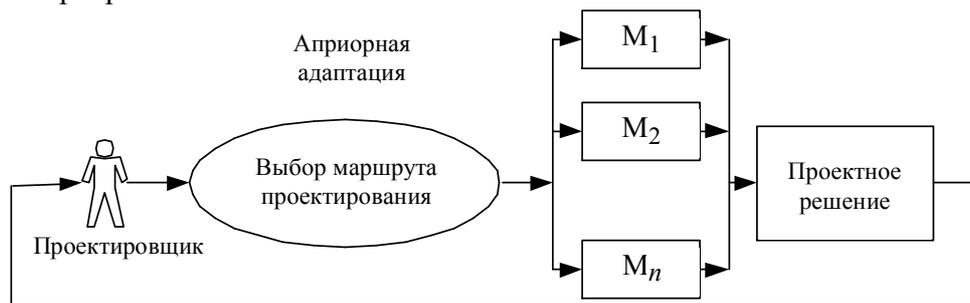


Рис. 1

Задача адаптации сводится к выявлению общих свойств ОП, разделению их на классы (кластеры), разработке средств анализа и распознавания объектов. Обязательным условием реализации данной концепции является наличие модулей программного обеспечения, реализующих альтернативные процедуры синтезирующего и анализирующего типов и варьирование множества критериев оценки качества проекта, что позволяет комбинировать проектирующие модули. Для выбора альтернативных программных модулей используется автоматическое «управляющее устройство» в виде программных средств подсистемы управления («принятие решения»). На основе методов кластерного анализа или имитационного моделирования выявляется и компилируется последовательность проектирующих модулей. Используя статистическую априорную оценку пользователь выбирает маршрут проектирования, на основе которого выполняется собственно проектирование объекта по запланированному маршруту в автоматическом режиме. Адаптационными единицами планируемого процесса проектирования (ПП) могут быть пакеты прикладных программ, отдельные программы и их фрагменты. В системах, реализующих данное направление, под структурной адаптацией понимается выбор на каждом иерархическом уровне одного из альтернативных программных модулей, а под параметрической – выбор критериальных функций и ограничений, накладываемых в алгоритме, и их динамическая смена в ходе проектирования. Применение статической априорной адаптации характерно для автоматической стратегии проектирования.

Вторая концепция, так же как и первая, вызвана необходимостью адаптации средств автоматизации проектирования к особенностям описаний проектируемых объектов. Однако она отражает более гибкую перестраиваемую архитектуру, соответствующую автоинтерактивной стратегии проектирования. Особенности интерактивно-алгоритмического метода заключаются в возможности смены типовой процедуры проектирования на любом этапе ПП, что позволяет организовывать гибкие технологические маршруты проектирования. Условиями обеспечения гибкости данного метода является применение функционально-полного набора альтернативных проектных процедур [1], специализация алгоритмов, использование

различных критериев оценки качества промежуточных проектных решений. Характерной чертой автоинтерактивного метода является возможность свободного вмешательства проектировщика в ПП и принятие решения об изменении маршрута проектирования, основанного на апостериорной адаптации (рис. 2), осуществляемой благодаря оценке качества проекта на основе результатов его визуализации.

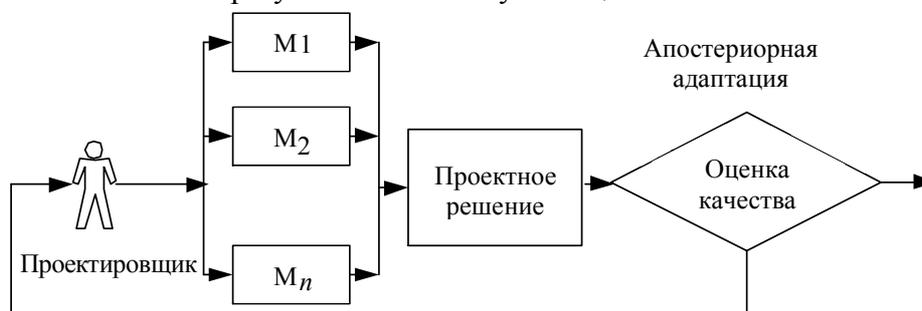


Рис. 2

Основные трудности, возникающие при эксплуатации автоинтерактивных САПР, заключаются в постоянном контроле за изменяющейся информацией об объекте проектирования, что увеличивает нагрузку на пользователя. Необходимость часто принимать решения о выборе маршрута проектирования и выполнять интерактивные синтезирующие процедуры требует высокой профессиональной подготовки пользователя.

Решение этой проблемы заключается в интеллектуализации проектирования [2]. Возможность полной автоматизации процедур оценки свойств проекта, прогнозирование маршрута проектирования и использование естественно-языкового диалога пользователя с САПР позволяют совместить достижения априорной и апостериорной адаптации.

Рассмотренные концепции связаны лишь с реконfigurацией архитектуры САПР на уровне программно-информационных компонентов. Однако в течение всего жизненного цикла любой сложной информационной системы существуют проблемы аппаратной и системной реконfigurации.

Для более эффективного использования средств автоматизированного проектирования ведется постоянное наращивание и модификация промышленных САПР и их периодическая реконfigurация. Трудоемкость и длительность этих процессов, а также непостоянство компонентов САПР, определяемое непостоянством среды проектирования, среды пользователей и среды проектных задач, делают актуальной задачу создания программно-технического комплекса САПР, настраивающегося на конкретные условия эксплуатации. Мобильность конфигурации САПР достигается за счет параметрических и структурных изменений в архитектуре системы либо за счет перераспределения ресурсов между проектными задачами таким образом, чтобы обеспечить минимальные значения времени, стоимости и трудоемкости проектирования заданного класса изделий при заданной программе выпуска проектов.

Параметрическая реконfigurация архитектуры САПР может быть достигнута различными способами: изменением количества используемых системой ресурсов определенного типа, заменой одних технических средств другими, например с более высоким быстродействием, но того же функционального назначения, перераспределением задач между пользователями, переквалификацией и обучением специалистов, заменой проектирующего алгоритма на альтернативный.

Структурная реконfigurация представляет собой гораздо более сложный процесс, связанный с преобразованием связей между компонентами, принципиальной заменой состава компонентов, появлением в ПП новых операционных единиц. Еще более радикальным изменениям подвергается система при изменении технологии

проектирования. Структурная реконфигурация системы во многом упрощается, если решены проблемы стандартизации программного обеспечения и способов представления данных в разных подсистемах САПР, а также унифицированы аппаратные компоненты.

Третья концепция основывается на необходимости периодической реорганизации архитектуры САПР в условиях морального старения каких-либо ее компонентов. Проблема реорганизации системы может возникнуть и при внедрении существующих средств автоматизации проектирования в конкретные производственные условия. Обязательным условием реализации данной концепции является строгая стандартизация всех программных и аппаратных компонентов. Комплексование подсистем в этом случае должно осуществляться с помощью стандартных информационных и программных интерфейсов. Возможность комбинирования стандартно сопрягаемых программно-аппаратных компонентов позволяет создавать разнообразные варианты архитектуры САПР. Реализация этой концепции дает возможность выбрать архитектуру, наиболее подходящую по технико-экономическим параметрам к условиям эксплуатации системы (рис. 3).

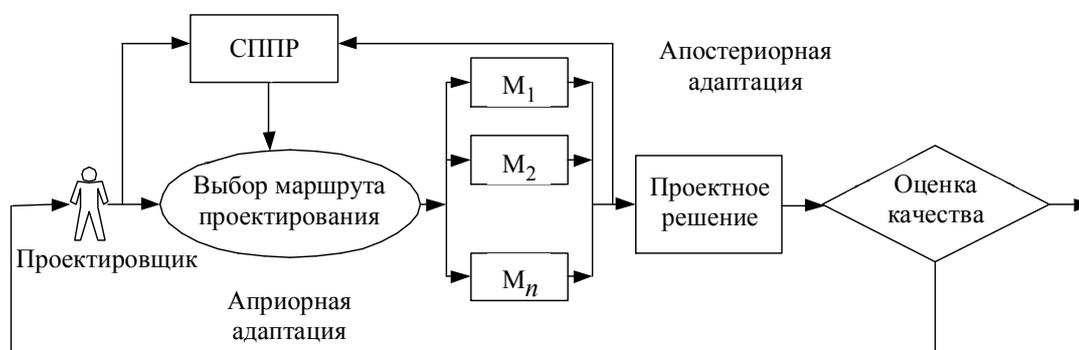


Рис. 3

Для реализации этой концепции помимо заложенных в системе возможностей ее реконфигурации необходимы инструментальные средства моделирования процессов в САПР и принятия решения о реконфигурации ее архитектуры. Такие средства должны позволять сравнивать технико-экономические параметры архитектуры САПР в различных проектных средах. Одним из вариантов инструментальных средств реорганизации архитектуры является имитационное моделирование процессов автоматизированного проектирования. Использование имитационного моделирования позволяет в течение небольшого интервала времени просмотреть множество вариантов архитектуры системы.

По результатам моделирования можно выбрать вариант архитектуры, наиболее приемлемый с точки зрения критериев оценки качества САПР. Имитационное моделирование может использоваться в системе для прогнозирования рациональных маршрутов проектирования, для оценки эффективности существующей системы, для выбора архитектуры вновь создаваемой системы. Первый случай сводится к первой концепции адаптации (априорной адаптации) и реализуется в качестве конкретных встроенных средств прогнозирования. В остальных случаях имитационное моделирование ПП может служить основой системы поддержки принятия решений (СППР), позволяющей специалистам обоснованно принимать решения о реконфигурации САПР. В этом случае СППР может использоваться как инструментарий системотехника-разработчика САПР и поддерживает направление частичной автоматизации процесса формирования архитектуры САПР. Полная автоматизация построения архитектуры САПР в настоящее время невозможна ввиду нерешенности задачи структурного синтеза сложных систем.

Перспективным направлением создания изделий становятся CALS-технологии, архитектура проектируемых систем которых должна обеспечить гибкий технологический

процесс проектирования. Необходимость оперативной «настройки» программных и аппаратных средств САПР на характер окружающей среды явилась причиной появления *четвертой концепции*. Эта концепция заключается в совмещении традиционных проектирующих подсистем со средствами сбора и накопления статистических технико-экономических параметров объекта и процесса проектирования. При реализации данной концепции информация об ОП и ПП из проектирующей подсистемы поступает на вход подсистемы моделирования (рис. 4). Модель реального процесса проектирования строится на основе данных протокола проектирования, информации из БД моделей компонентов и библиотеки моделей ТПП. По результатам моделирования специалист системы может сделать вывод о необходимости изменений в архитектуре САПР.

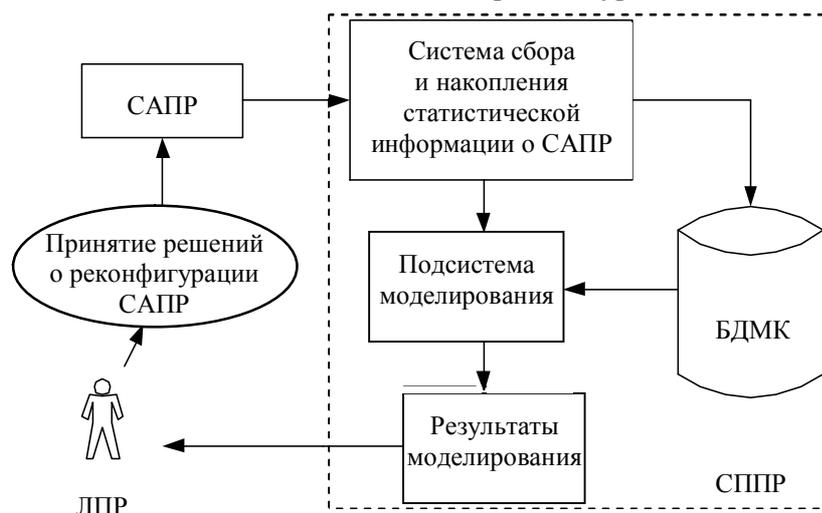


Рис. 4

Анализ ПП и архитектуры САПР позволяет сделать вывод о тенденции повышения роли адаптируемости САПР в современных системах проектирования. Рассмотренные концепции модульных перестраиваемых архитектур САПР не исключают друг друга, так как используются для разных целей и применяют разные средства. Особенность предложенной классификационной схемы различных уровней адаптации заключается в том, что каждая последующая концепция включает в себя предыдущую как подмножество. Особое значение приобретает интеллектуализация САПР и организация гибких технологических ПП на базе перестраиваемых архитектур САПР. Реализация третьей и четвертой концепций требует специальных средств имитации ПП, основанных на формализованной модели представления знаний об объекте и процессе проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новакова Н. Е. Разработка эскизного проекта многопользовательской конструкторской САПР: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2004.
2. Анисимов В. И., Стрельников Ю. Н. Экспертные САПР радиоэлектронной аппаратуры // Радиоэлектроника. 1987. Т. 30, № 6. С. 13–23.
N. E. Novakova

The problems of reconfiguration of CAD system architecture are analysed. The solutions are offered. The concepts of adaptive architecture of Computer-Aided Design system are represented. Computer-aided design in a distributed informational environment is offered.

Computer-aided design system, make decision, CAD system architecture, design process, design strategy



УДК 62-83:62-526

Д. Н. Туркин

МЕТОД УСТРАНЕНИЯ ПРОТИВОФАЗНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Рассматриваются вопросы, касающиеся совместной работы двух двигателей на одном валу в электромеханической системе (радиотелескоп) с устройством выборки зазора.

Крупный радиотелескоп, упругие колебания, следящий электропривод, устройство выборки зазора

Одним из условий получения высокой точности работы следящих электроприводов является возможно более полное исключение влияния зазоров в кинематических цепях на их работу. В тех случаях, когда электропривод радиотелескопа выполнен как двух- или многодвигательный, для устранения влияния зазора применяются электромеханические устройства выборки зазора, реализующие возможность создания тормозного момента одним из двигателей, в то время как второй создаёт двигательный момент [1].

Однако наличие упругих передач между двигателями и платформенной частью конструкции антенной установки, которую они вращают, приводит к возникновению противофазных колебаний двигателей в переходных процессах. Это ведёт к чрезмерному износу редукторных передач и механических частей самих двигателей. Поэтому для устранения подобных противофазных колебаний предлагается ввести на входы токовых контуров сигнал разности скоростей двигателей с некоторым коэффициентом. Величина данного коэффициента определяет степень демпфирования противофазных колебаний. Рассмотрим процедуру его выбора.

В качестве объекта управления возьмем четырехмассовую модель крупного радиотелескопа [1], на структурной схеме (рис. 1), $k_{д.т}$ – коэффициент датчика тока; $p_{п}$ – число пар полюсов двигателя; k_2 – коэффициент, связывающий индуктивность намагничивающего контура с полной индуктивностью ротора; Ψ_2 – потокосцепление ротора; J_1 – момент инерции каждого двигателя (первая масса); J_2, J_3, J_4 – моменты инерции платформы (вторая масса), зеркальной части (третья масса) и противовеса (четвёртая масса) соответственно; c_{21} ,

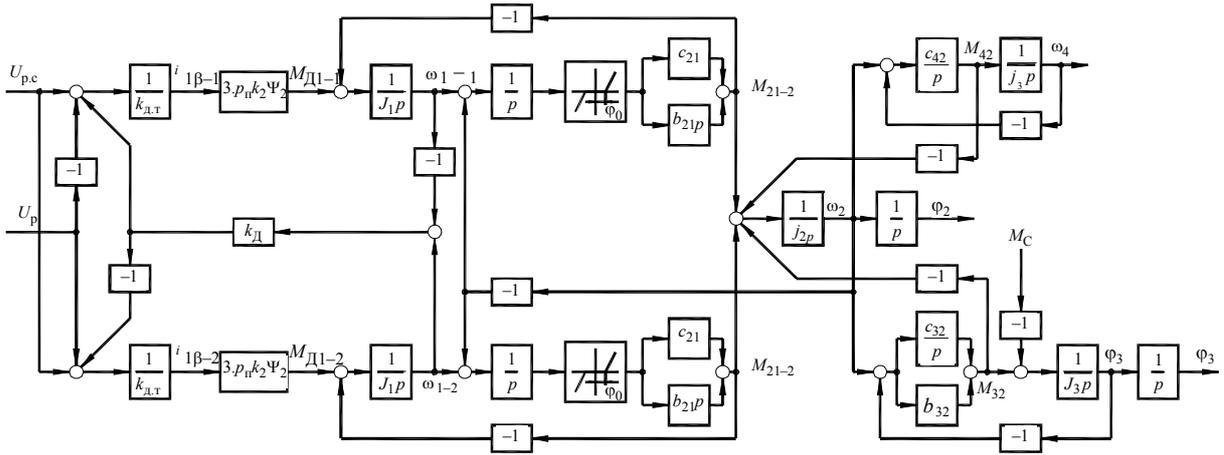


Рис. 1

c_{32} , c_{42} – коэффициенты жесткости между второй и первой, третьей и второй, четвертой и второй массами соответственно; b_{21} , b_{32} – коэффициенты демпфирования между второй и первой, третьей и второй массами соответственно; $i_{1\beta-1}$, $i_{1\beta-2}$, $M_{Д1-1}$, $M_{Д1-2}$, ω_{1-1} , ω_{1-2} – токи, моменты и скорости первого и второго двигателей соответственно; M_{21-1} , M_{21-2} , M_{32} , M_{42} – упругие моменты между соответствующими массами; ω_2 , ω_3 , ω_4 – угловые скорости второй, третьей и четвертой масс; φ_2, φ_3 – угловые положения платформенной и зеркальной частей конструкции радиотелескопа; $U_{p.c}$ – сигнал задания с регулятора скорости; U_p – сигнал задания распора; φ_0 – величина зазора; $k_д$ – искомый коэффициент.

На структурной схеме для расчёта коэффициента $k_д$ (рис. 2) обозначены $i_{1\beta} = i_{1\beta-1}$; $M_{Д1} = M_{Д1-1}$; $\omega_1 = 0.5(\omega_{1-1} + \omega_{1-2})$; $M_{21} = M_{21-1}$.

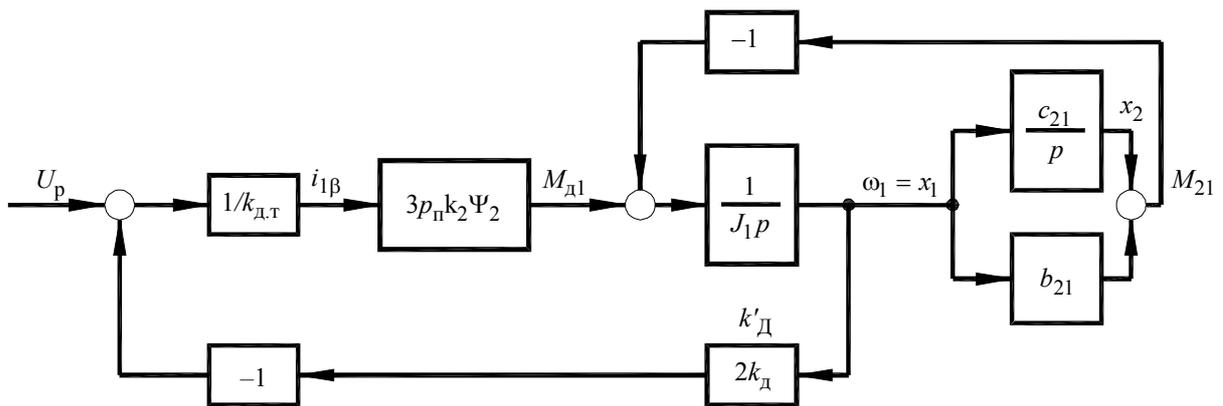


Рис. 2

Параметры схемы приняты такими же, как и в канале «двигатель – упругая передача – платформа» полной структурной схеме объекта управления. Отрицательная обратная связь по скорости второй массы ω_2 , а также сигнал задания на токовые контуры с выхода регулятора скорости в установившемся режиме будут равны нулю, поэтому на расчётной схеме они не показаны. В отсутствие сигнала с выхода регулятора скорости при подаче на

входы токовых контуров сигнала распора двигателя начинают вращаться, выбирая зазор и создавая необходимый момент распора. Причём в любой момент времени скорости двигателей имеют одинаковую по модулю и разную по знаку величину. Поэтому на входы токовых контуров по обратной связи с соответствующим знаком приходит значение, модуль которого $k_D |\omega_{1-2} - \omega_{1-1}| = 2k_D |\omega_{1-2}| = 2k_D |\omega_{1-1}|$. Расчётная схема построена на базе одного канала «двигатель – упругая передача – платформа», поэтому в ней коэффициент k_D заменён на $k'_D = 2k_D$.

Будем стремиться выбрать коэффициент k_D таким образом, чтобы характеристическое уравнение системы, (рис. 2) соответствовало стандартной форме бинома Ньютона 2-го порядка [2]:

$$H(p) = p^2 + 2\omega_0 p + \omega_0^2. \quad (1)$$

Описание системы в уравнениях состояния:

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= \frac{3p_{\Pi}k_2\Psi_2}{J_1k_{д.т}} U_P - \left(\frac{6p_{\Pi}k_2\Psi_2k_D}{J_1k_{д.т}} + \frac{b_{21}}{J_1} \right) x_1 - \frac{1}{J_1} x_2; \\ \dot{x}_2 &= c_{21}x_1 \end{aligned}$$

Характеристическое уравнение системы:

$$H(p) = \det \begin{bmatrix} p + \frac{6p_{\Pi}k_2\Psi_2k_D}{J_1k_{д.т}} + \frac{b_{21}}{J_1} & \frac{1}{J_1} \\ -c_{21} & p \end{bmatrix} = p^2 + \left(\frac{6p_{\Pi}k_2\Psi_2k_D}{J_1k_{д.т}} + \frac{b_{21}}{J_1} \right) p + \frac{c_{21}}{J_1}. \quad (2)$$

Приравниваем правые части выражений (1) и (2):

$$p^2 + \left(\frac{6p_{\Pi}k_2\Psi_2k_D}{J_1k_{д.т}} + \frac{b_{21}}{J_1} \right) p + \frac{c_{21}}{J_1} = p^2 + 2\omega_0 p + \omega_0^2.$$

Отсюда $\omega_0 = \sqrt{\frac{c_{21}}{J_1}}$, а $k_D = \frac{J_1k_{д.т}}{6p_{\Pi}k_2\Psi_2} \left(2\omega_0 - \frac{b_{21}}{J_1} \right) = \frac{J_1k_{д.т}}{6p_{\Pi}k_2\Psi_2} \left(2\sqrt{\frac{c_{21}}{J_1}} - \frac{b_{21}}{J_1} \right)$.

Тогда, при $J_1 = 0.7034$ кг·м², $c_{21} = 44.5$ Н·м/рад, $b_{21} = 0.034$ Н·м·с/рад, $k_{д.т} = 0.04$ В/А, $p_{\Pi} = 2$, $k_2 = 0.969$, $\Psi_2 = 0.663$ Вб:

$$k_D = \frac{0.7034 \cdot 0.04}{6 \cdot 2 \cdot 0.969 \cdot 0.663} \left(2\sqrt{\frac{44.5}{0.7034}} - \frac{0.034}{0.7034} \right) = 0.0579.$$

Осциллограммы переходных процессов (ПП) упругих моментов M_{21-1} и M_{21-2} в линеаризованной и нелинейной системах в отсутствие внешних воздействий и сигнала задания угла при $k_D = 0.0579$ приведены на рис. 3 и 4 соответственно.

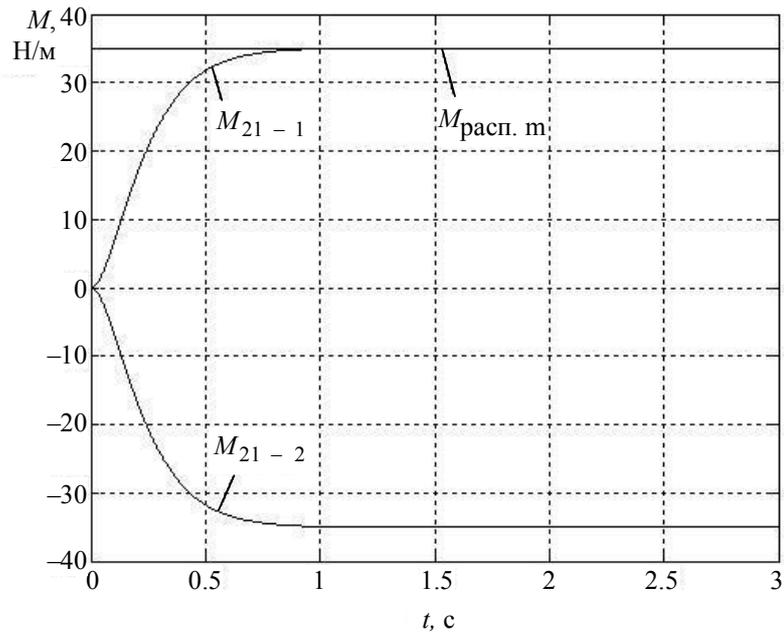


Рис. 3

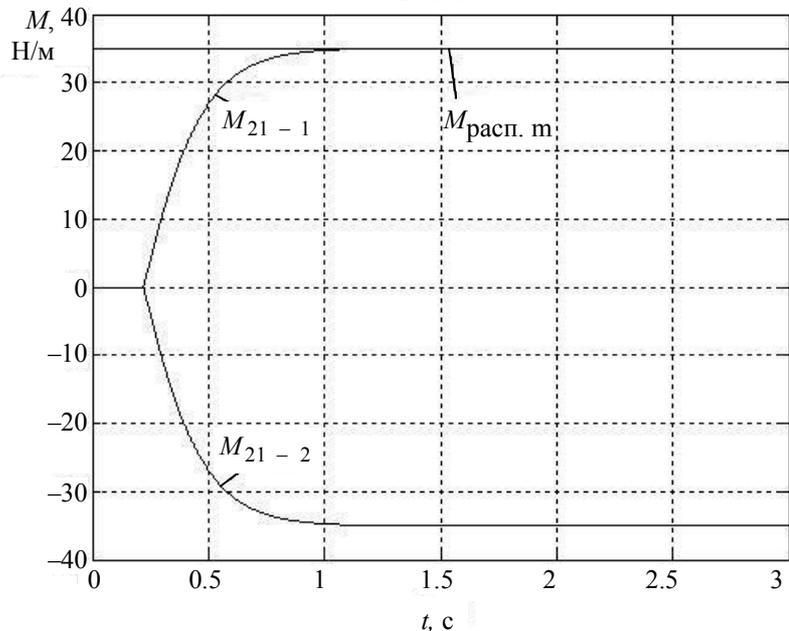


Рис. 4

Момент распора для каждого двигателя принят равным 35 Н/м и обозначен на рис. 3 и 4 как $M_{\text{расп. м}}$. Как видно из осциллограммы на рис. 3, в линеаризованной системе вид ПП упругих моментов M_{21-1} и M_{21-2} соответствует желаемой стандартной форме, время ПП составляет порядка 1 с. В нелинейной системе те же ПП имеют несколько другой вид: имеется участок, на котором происходит выборка зазора, и упругие моменты в этот промежуток времени равны нулю. Однако даже в нелинейной системе ПП не имеют перерегулирования и устанавливаются за 1 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борцов Ю. А., Соколовский Г. Г. Автоматизированный электропривод с упругими связями. СПб.: Энергоатомиздат. 1992.
2. Башарин А. В., Постников Ю. В. Примеры расчёта автоматизированного привода электропривода на ЭВМ. Ленинград: Энергоатомиздат. 1990.

D. N. Turkin

ELIMINATION METHOD OF DRIVE ANTIPIHASE OSCILLATIONS IN AN ELECTROMECHANICAL SYSTEM

The questions concerning teamwork of two drives on one shaft in an electromechanical system (radio telescope) with the clearance elimination device are considered.

Large radio telescope, elastic oscillations, servo drive system, clearance elimination device

УДК 621.313.322

И. А. Приходько

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ИНДУКТИВНОГО ВНЕШНЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Рассмотрена оригинальная методика определения индуктивного внешнего сопротивления эквивалентного синхронного генератора, замещающего электростанцию в схеме «станция–линия–шины».

Энергосистема, синхронный генератор, индуктивное внешнее сопротивление, система регулирования возбуждения

Задача выбора оптимальных законов и параметров автоматического регулятора возбуждения (АРВ) синхронного генератора (СГ), работающего в энергосистеме, как правило решается на основе эквивалентной схемы «станция–линия–шины» [1]–[3]. Подобное эквивалентирование допустимо, поскольку согласно экспериментальным исследованиям [1] при оценке устойчивости электростанций, примыкающих к энергосистеме, выборе и наладке систем регулирования возбуждения в большинстве случаев определяющим является общее одночастотное движение исследуемых агрегатов относительно мощных энергообъединений. В результате этого вывода в [1] предложена схема замещения энергообъединения шинами неизменного по фазе напряжения, расположенного в центре электрических качаний. Схема электрических соединений заменяется линией с сопротивлением $x_{вн}$, где $x_{вн}$ – индуктивное внешнее сопротивление. Использование эквивалентной схемы обуславливает необходимость определения $x_{вн}$.

Метод определения $x_{вн}$ на основе измерения напряжения, суммарных активной и реактивной мощностей электростанции изложен в [1]. Недостатком метода является необходимость реализации двух установившихся режимов станции для идентификации. В приборе фирмы АВВ « $x_{вн}$ -идентификатор» при оценке предполагаемого значения $x_{вн}$ наряду с напряжением и мощностями используется информация о внешнем угле нагрузки (угле между векторами напряжения станции и сети) [3]. На основе определенного значения $x_{вн}$, а также измеренных активной мощности и частоты напряжения формируются параметры адаптивного стабилизатора. Недостатки метода фирмы АВВ разобраны в [1]: невозможность точного определения внешнего угла нагрузки; необходимость значительного возмущения во внешней сети для идентификации; сложность оценки погрешности вычислений.

Предлагается способ вычисления $x_{вн}$, в котором кроме напряжения, суммарных активной и реактивной мощностей электростанции требуется знание активной составляющей тока статора генератора. Оценивание $x_{вн}$ системы «станция–линия–шины» по измерениям электрических величин дает возможность уточнить параметры модели синхронного генератора и на основе этого перенастроить параметры системных стабилизаторов АРВ синхронных

генераторов с целью поддержания эффективного демпфирования электромеханических колебаний (рис. 1). Применяются общепринятые обозначения [1], [4], дополнительно указаны: СВ – система возбуждения; ЭС – энергосистема; U_3 – напряжение задания.

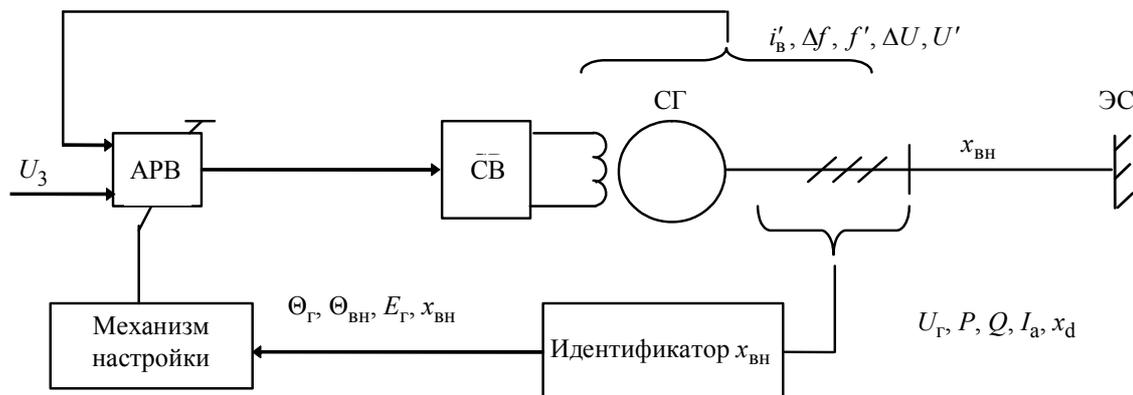


Рис. 1

В качестве механизма настройки параметров системного стабилизатора под обновленное значение x_{BH} может быть использовано соответствующим образом построенная таблица соответствия «параметры АРВ – x_{BH} ».

Кроме того, представленный алгоритм оценивания x_{BH} дает дополнительную информацию об угле нагрузки генератора и о внешнем угле нагрузки, что также может использоваться в целях управления и настройки параметров стабилизатора возбуждения.

1. Приняты следующие допущения: используется упрощенная математическая модель внешнего движения эквивалентного генератора станции в соответствии со схемой, приведенной на рис. 2 [1]; активные сопротивления генератора и линии полагаются равными нулю; синхронный генератор – неявнополюсный.

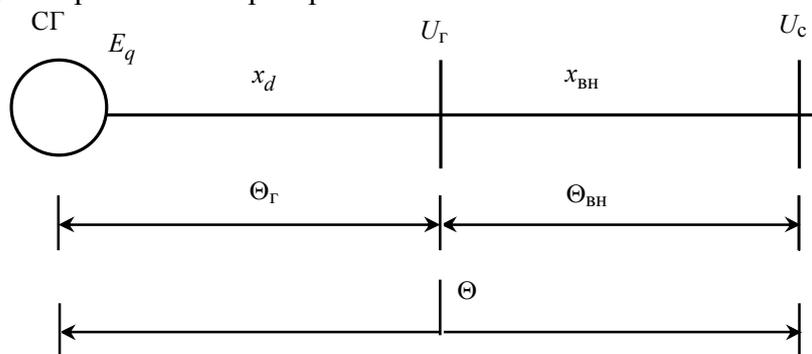


Рис. 2

2. Известными считаются: напряжение генератора U_{Γ} ; активная P и реактивная Q мощности эквивалентного генератора, замещающего электростанцию; активная составляющая тока статора I_a (или напряжение сети $U_{\mathcal{D}}$).

Внешнему индуктивному сопротивлению x_{BH} , согласно рис. 2, соответствует внешний угол нагрузки Θ_{BH} , для которого составлены тригонометрические уравнения $a \cos \Theta_{BH} + b \sin \Theta_{BH} = c$; $a \sin \Theta_{BH} + b \cos \Theta_{BH} = c$, где a, b, c – параметры уравнений, подлежащие определению. В основе расчетов лежат известные ([1], [4]) уравнения схемы «станция–линия–шины».

1. Угол нагрузки генератора: $\Theta_{\Gamma} = \arctg \frac{Px_d}{U_{\Gamma}^2 + Qx_d}$, где x_d – индуктивное

сопротивление генератора по продольной оси.

$$2. \text{ ЭДС генератора: } E_q = \sqrt{\left(U_{\Gamma} + \frac{Qx_d}{U_{\Gamma}}\right)^2 + \left(\frac{Px_d}{U_{\Gamma}}\right)^2}.$$

Внешний угол нагрузки $\Theta_{\text{ВН}}$ можно определить двумя способами.

Способ 1. Рассматриваются три выражения для определения активной мощности:

$$P = \frac{E_q U_c}{x_d \Sigma} \sin \Theta; \quad P = U_c I_a; \quad P = \frac{U_{\Gamma} U_c}{x_{\text{ВН}}} \sin \Theta_{\text{ВН}}, \quad \text{где } \Theta \text{ – полный угол нагрузки;}$$

$\Theta = \Theta_{\Gamma} + \Theta_{\text{ВН}}$. Левые части первого и третьего уравнений заменяются правой частью второго.

После сокращения полученных уравнений на U_c получим:

$$\begin{aligned} E_q \sin \Theta &= I_a x_d \Sigma, \\ U_{\Gamma} \sin \Theta_{\text{ВН}} &= I_a x_{\text{ВН}}. \end{aligned} \quad (1)$$

Вычитание из первого уравнения второго дает:

$$E_q \sin(\Theta_{\Gamma} + \Theta_{\text{ВН}}) - U_{\Gamma} \sin \Theta_{\text{ВН}} = I_a x_d$$

или

$$E_q \sin \Theta_{\Gamma} \cos \Theta_{\text{ВН}} + (E_q \cos \Theta_{\Gamma} - U_{\Gamma}) \sin \Theta_{\text{ВН}} = I_a x_d. \quad (2)$$

Обозначим: $E_q \sin \Theta_{\Gamma} = a$, $(E_q \cos \Theta_{\Gamma} - U_{\Gamma}) = b$, $I_a x_d = c$, тогда уравнение (2) примет вид:

$$a \cos \Theta_{\text{ВН}} + b \sin \Theta_{\text{ВН}} = c. \quad (3)$$

В результате решения (3) определяется внешний угол нагрузки $\Theta_{\text{ВН}}$.

Способ 2. Используются формулы для определения активной и реактивной мощности генератора: $P = \frac{U_{\Gamma} U_c}{x_{\text{ВН}}} \sin \Theta_{\text{ВН}}$; $Q = (U_{\Gamma}^2 - U_{\Gamma} U_c \cos \Theta_{\text{ВН}}) / x_{\text{ВН}}$.

После сокращения первого уравнения на U_c и второго на U_{Γ} получим выражения для активной и реактивной составляющих тока статора:

$$I_a = U_{\Gamma} \sin \Theta_{\text{ВН}} / x_{\text{ВН}}; \quad I_r = (U_{\Gamma} - U_c \cos \Theta_{\text{ВН}}) / x_{\text{ВН}}, \quad \text{где } I_r = Q / U_{\Gamma}.$$

Из полученных выражений для I_a и I_r следует уравнение

$$Q \sin \Theta_{\text{ВН}} / I_a + U_c \cos \Theta_{\text{ВН}} = U_{\Gamma}. \quad (4)$$

Обозначим $Q / I_a = a$, $U_c = b$, $U_{\Gamma} = c$, тогда уравнение (4) примет вид

$$a \sin \Theta_{\text{ВН}} + b \cos \Theta_{\text{ВН}} = c. \quad (5)$$

В результате решения (5) определяется внешний угол нагрузки $\Theta_{\text{ВН}}$.

Полный угол нагрузки $\Theta = \Theta_{\Gamma} + \Theta_{\text{ВН}}$.

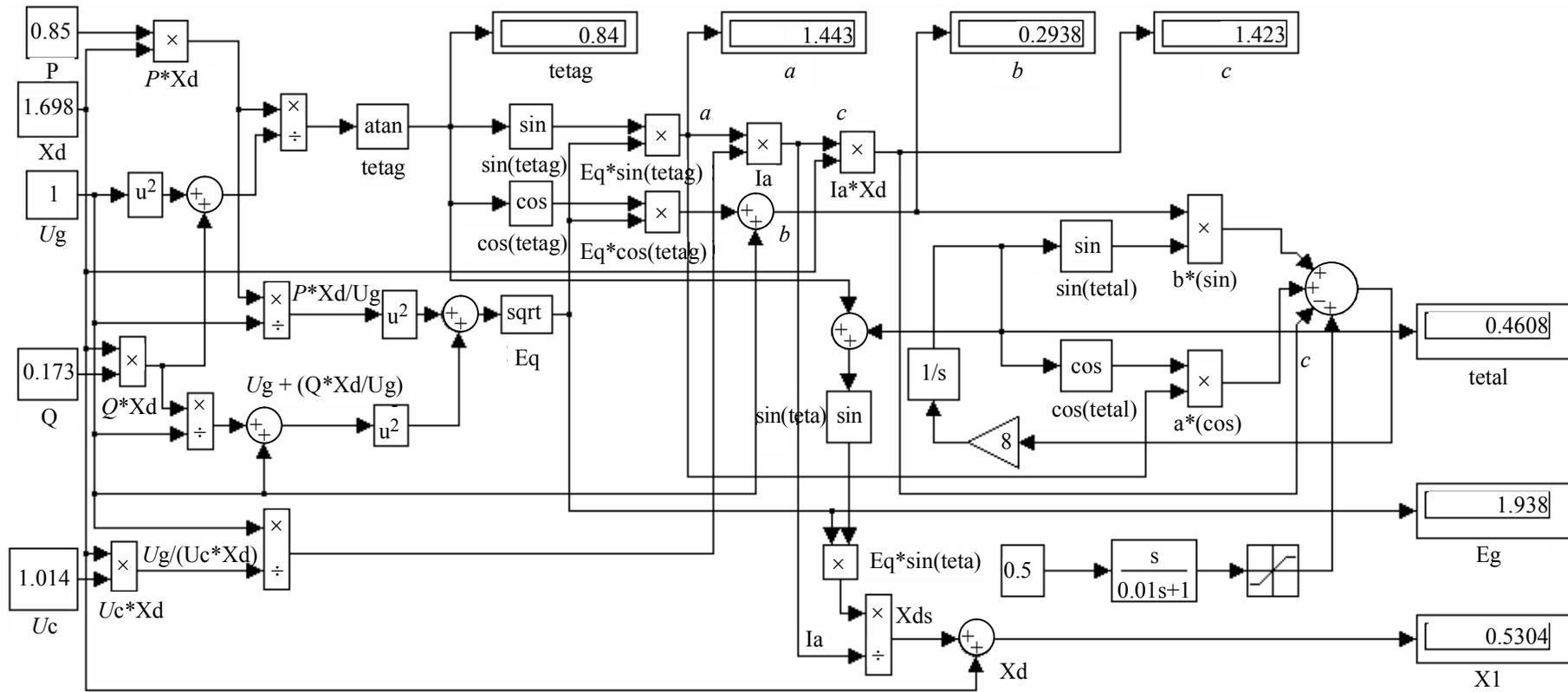
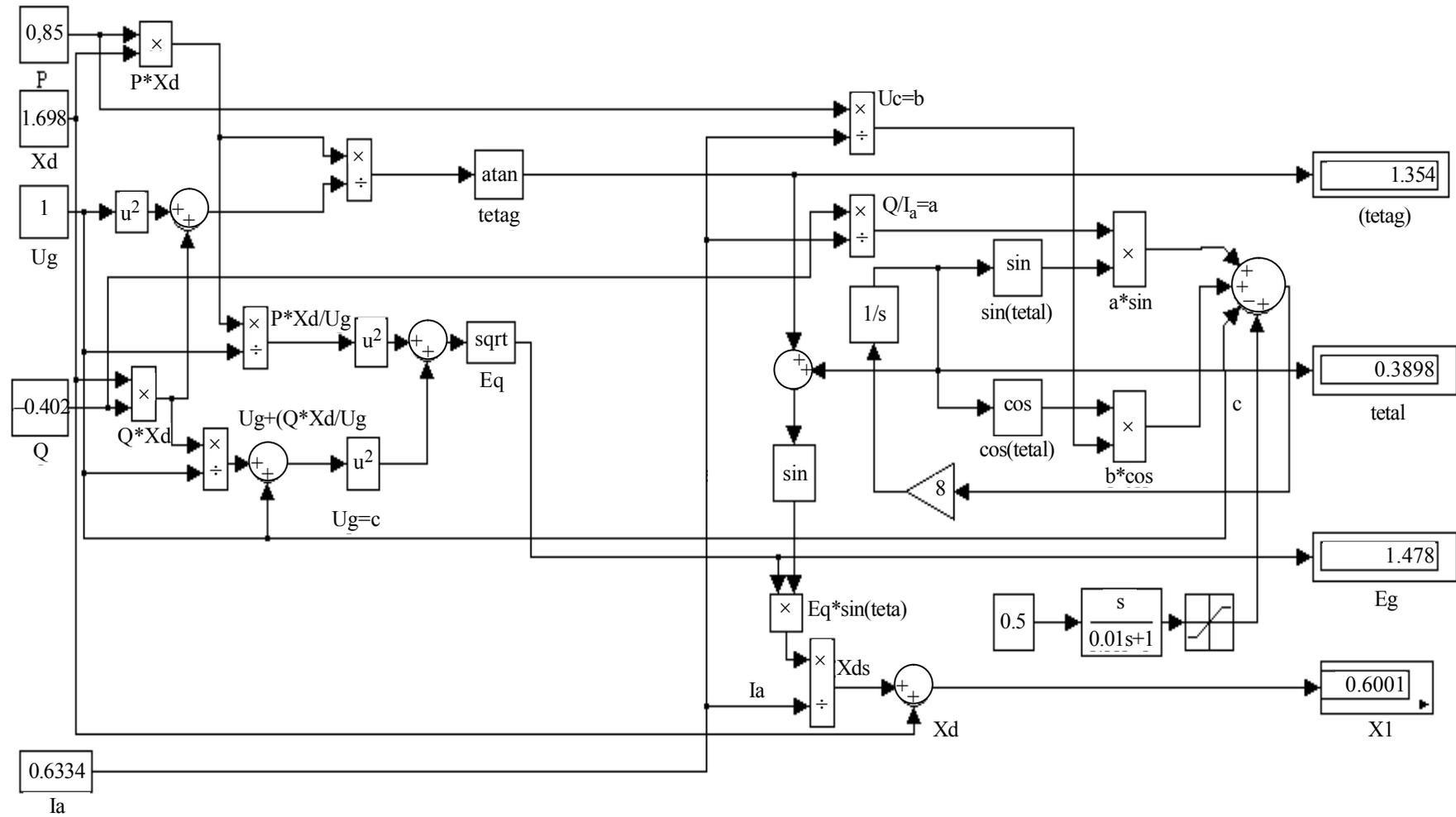


Рис. 3



Puc. 4

Из первого уравнения в (1) следует выражение для вычисления суммарного индуктивного сопротивления $x_{d\Sigma} = \frac{E_q \sin \Theta}{I_a}$.

Индуктивное внешнее сопротивление $x_{вн} = x_{d\Sigma} - x_d$.

Предложенный способ реализован с помощью Toolbox Simulink/Matlab 6.5. Для решения уравнений (3), (5) введены подсистема с положительной обратной связью и дополнительная цепь для формирования однократного достаточно узкого импульса. Уравнения (3), (5) имеют два решения. Положительная связь служит для выделения требуемого решения. На рис. 3, 4 представлены схемы определения $x_{вн}$ в Toolbox Simulink/Matlab 6.5. Вычисления приведены для следующих параметров.

Способ 1 (рис. 3). Заданы: активная и реактивная мощность генератора $P = 0.85$ о.е., $Q = 0.173$ о.е.; напряжение генератора $U_{\Gamma} = 1$ о.е. (на схеме обозначено U_g); напряжение сети $U_c = 1.014$ о.е.; индуктивное сопротивление генератора по продольной оси $x_d = 1.698$ о.е.

Получены: угол нагрузки генератора $\Theta_{\Gamma} = 0.84$ рад (на схеме обозначено $tetag$); ЭДС генератора $E_q = 1.938$ о.е. (на схеме – E_g); коэффициенты $a = 1.4434$, $b = 0.2938$, $c = 1.423$; внешний угол нагрузки $\Theta_{вн} = 0.4608$ рад (на схеме – $tetal$); полный угол нагрузки $\Theta = 1,3$ рад (на схеме – $teta$); суммарное индуктивное сопротивление $x_{d\Sigma} = 2,2284$ о.е. (на схеме – Xds); индуктивное внешнее сопротивление $x_{вн} = 0.53$ о.е. (на схеме в программах – Xl).

Способ 2 (рис. 4). Заданы: активная и реактивная мощность генератора $P = 0.85$ о.е., $Q = -0.402$ о.е.; $U_{\Gamma} = 1$ о.е.; активная составляющая тока $I_a = 0.6334$ о.е.; $x_d = 1.698$ о.е.

Получены: угол нагрузки генератора $\Theta_{\Gamma} = 1.354$ рад; ЭДС генератора $E_q = 1,478$ о.е.; коэффициенты $a = -0.6347$; $b = 1.342$; $c = 1$; внешний угол нагрузки $\Theta_{вн} = 0.3898$ рад; полный угол нагрузки $\Theta = 1.7438$ рад; суммарное индуктивное сопротивление $x_{d\Sigma} = 2.298$ о.е.; индуктивное внешнее сопротивление $x_{вн} = 0.6$ о.е.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юрганов А. А., Кожевников В. А. Регулирование возбуждения синхронных генераторов. СПб.: Наука, 1996.
2. Андерсон П., Фуад А. Управление энергосистемами и устойчивость. М.: Энергия, 1980.
3. Roth A. Identifikation der leitungsreaktanz zur realisierung der adaptiven schlupfstabilisierung // Brown Boveri Mitt. 1983. Bd 70. № 9/10. P. 360–364.
4. Веников В. А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М.; Л.: Энергия, 1964.

I. A. Prikhodko

ON EXTERNAL REACTANCE ACCOUNT OF SYNCHRONOUS GENERATOR

The original techniques for determining the external reactance of equivalent synchronous generator with schema "station–line–bus" is suggested.

Power system, synchronous generator, external reactance, excitation system



УДК 534.08

С. В. Попков, Е. А. Яцина

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЛИК СТЕНДА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ВИБРОШУМОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБОРУДОВАНИЯ СУДОВ И СРЕДСТВ ОСВОЕНИЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

На основании анализа действующих методик выполнения измерений сформирован технический облик стенда для измерений виброшумовых параметров оборудования судов и средств освоения Мирового океана. Показано, что погрешности измерений с использованием сформированного стенда не превышают значений погрешностей измерений существующими трактами.

Методика выполнения измерений, частотный диапазон, динамический диапазон, погрешность измерений

В соответствии с ГОСТ 31170–2004 «Вибрация и шум машин. Перечень вибрационных, шумовых и силовых характеристик, подлежащих заявлению и контролю при испытаниях машин, механизмов, оборудования и энергетических установок гражданских судов и средств освоения Мирового океана на стендах заводов-поставщиков» для описания машин, механизмов, оборудования, систем трубопроводов как источников колебаний используются следующие виброшумовые параметры:

- Уровни среднеквадратичных по точкам вибрационных ускорений на опорных и упорных связях машины в трех взаимно перпендикулярных направлениях в 1/3-октавных полосах частот.
- Уровни среднеквадратичных по точкам вибрационных ускорений на основных n -х-неопорных связях машины в трех взаимно перпендикулярных направлениях в 1/3-октавных полосах частот.
- Суммарные квадратичные силы главных и основных вспомогательных машин массой более 500 кг, действующие на фундамент через опорные и упорные виброизоляторы машины в трех взаимно перпендикулярных направлениях в 1/3-октавных полосах частот.
- Уровни среднеквадратичных по измерительной поверхности звуковых давлений в 1/3-октавных полосах частот.
 - Уровни звуковой мощности в 1/3-октавных полосах частот.
 - Уровень среднеквадратичного по измерительной поверхности звука.
 - Корректированный уровень звуковой мощности машины.
 - Уровни звуковых давлений, среднеквадратичных по измерительной поверхности в районах всасывания и нагнетания вентиляторов в 1/3-октавных полосах частот.

- Уровни звуковых мощностей вентиляторов в районах всасывания и нагнетания в 1/3-октавных полосах частот.

- Уровни звуковых составляющих гидродинамического шума на приемном и выходном трубопроводах насосов и арматуры в 1/3-октавных полосах частот.

Указанные виброшумовые параметры определяются по результатам измерений следующих физических величин:

- динамических сил (ДС),
- колебательного ускорения (вибрация),
- звукового давления в воздушной среде (воздушный шум),
- звукового давления в жидкости (гидродинамический шум),
- колебательной мощности в рабочей среде (жидкости) систем трубопроводов,
- колебательной и вибрационной мощности, излучаемой в присоединенные к оборудованию конструкции.

Для измерения данных физических величин в судостроении используются разработанные во ФГУП «ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова» и аттестованные следующие методики выполнения измерений:

- Методика измерения вибрации.
- Методика выполнения измерений характеристик воздушного шума в помещении (отсеке).
- Методика контроля гидродинамического шума судового оборудования.
- Методика измерения гидродинамического шума гидравлических систем.
- Методика измерения динамических сил.
- Методика выполнения измерений динамических сил, действующих через виброизолирующие крепления.
- Методика выполнения измерений вибрационной мощности, излучаемой машинами в присоединенные опорные конструкции и фундамент.
- Методика выполнения измерений колебательной мощности, излучаемой механизмами в присоединенные опорные конструкции.
- Методика выполнения измерений колебательной мощности в рабочей среде трубопроводов.
- Методика выполнения измерений комплексных механических сопротивлений амортизаторов, а также ГОСТ 12.2.028–84 «Вентиляторы общего назначения. Методы определения шумовых характеристик».

В каждой из методик выполнения измерений представлены: порядок выполнения измерений, структурная схема измерительного тракта, перечень и параметры рекомендуемых средств измерений, расчет погрешности измерений.

Проведение измерений виброшумовых характеристик судового оборудования по действующим методикам подразумевает, что для каждой методики необходимо иметь свой метрологически аттестованный измерительный тракт, включающий различную номенклатуру первичных преобразователей, предварительных усилителей, анализирующей и регистрирующей аппаратуры.

Содержание различных измерительных трактов требует определенных финансовых и материальных затрат, поэтому целесообразно выполнить анализ требований всей

номенклатуры существующей методической базы измерений и на основании результатов анализа сформировать технический облик стенда для измерений виброшумовых параметров оборудования судов и средств освоения Мирового океана.

С этой целью необходимо провести сравнительный анализ базовых характеристик, представленных в действующих методиках. При этом в качестве базовых характеристик использованы величины частотного и динамического диапазонов измерений. В качестве контрольного параметра возможности применения формируемого стенда к измерениям требуемых физических величин использованы результаты расчетов погрешностей измерений для каждой из методик измерений физических величин.

Результаты сопоставления частотных диапазонов проведения измерений по действующим методикам представлены на рис. 1. Цифры в нижней части монограммы соответствуют: 1 – измерению вибрации; 2 – воздушного шума; 3 – гидродинамического шума систем трубопроводов; 4 – гидродинамического шума оборудования; 5 – динамических сил (прямой метод); 6 – динамических сил (косвенный метод); 7 – колебательной мощности, излучаемой в рабочей среде систем трубопроводов; 8 – колебательной мощности, излучаемой в присоединенные конструкции; 9 – вибрационной мощности; 10 – механических сопротивлений амортизаторов.

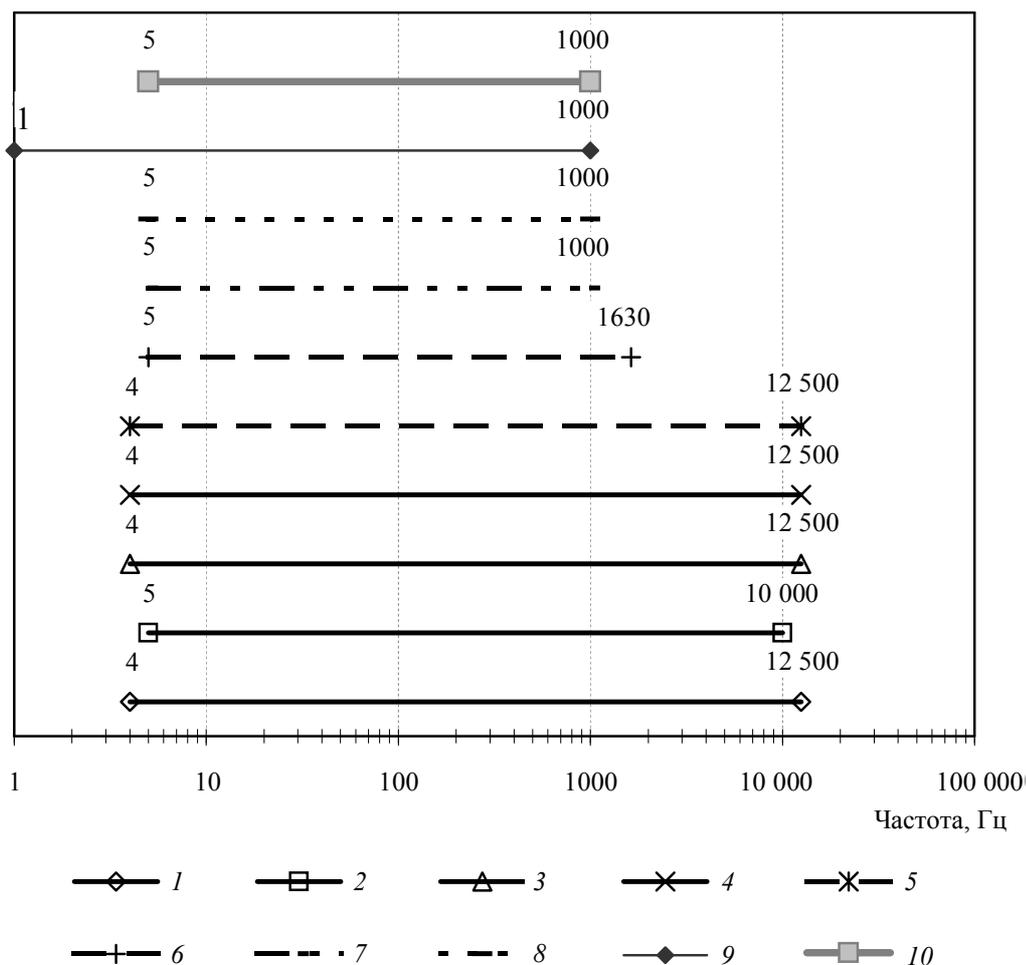


Рис. 1

Динамический диапазон измеряемых напряжений в методиках измерения вибрации, воздушного шума, гидродинамического шума и динамических сил (прямой метод) рассчитан

методом прямых вычислений с помощью значений чувствительности, используемых в методиках первичных преобразователей.

Для измерительных преобразователей различных типов используются следующие выражения для определения чувствительности:

- микрофоны

$S_p = U_{\text{пр}}/p$ (в милливольт-секунда на паскаль), где p – амплитуда звукового давления, воздействующая на мембрану микрофона;

- вибропреобразователи

$$S_A^u = U_{\text{пр}}/\ddot{q} \text{ (милливольт-секунда в квадрате на метр) по напряжению}$$

или

$S_A^q = Q_{\text{пр}}/\ddot{q}$ (пикакулон-секунда в квадрате на метр) по заряду, где \ddot{q} – амплитуда колебательного ускорения, воздействующая на вибропреобразователь;

- датчики силы

$$S_F^u = U_{\text{пр}}/F \text{ (в милливольт-секунда на ньютон) по напряжению}$$

или

$S_F^q = Q_{\text{пр}}/F$ (в пикакулонах на ньютон) по заряду, где F – амплитуда динамической силы, воздействующей на датчик силы.

Динамический диапазон измеряемых напряжений в остальных методиках, требующих дополнительной обработки результатов прямых измерений, рассчитан косвенным методом согласно представленной в них процедуре выполнения измерений. Для методик измерений динамических сил (косвенный метод), колебательной мощности, излучаемой в присоединенные конструкции, и вибрационной мощности расчет выполнен с использованием методики измерения колебательного ускорения (вибрации); для методики измерения колебательной мощности, распространяющейся по рабочей среде трубопроводов, – через методики измерения гидродинамического шума и колебательного ускорения; для методики измерения комплексных механических сопротивлений амортизаторов – через методики измерения динамических сил и вибрации.

Результаты расчета динамических диапазонов (по измеряемому напряжению) для существующих методик выполнения измерений приведены на рис. 2 (цифры 1–10 в нижней части рисунка соответствуют измерению тех же параметров, что и на рис. 1).

С учетом анализа методик выполнения измерений, путем определения верхних и нижних границ частотного и динамического диапазонов сформулированы требования к разрабатываемому стенду (табл. 1).

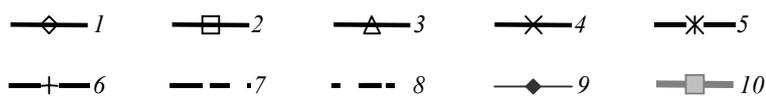
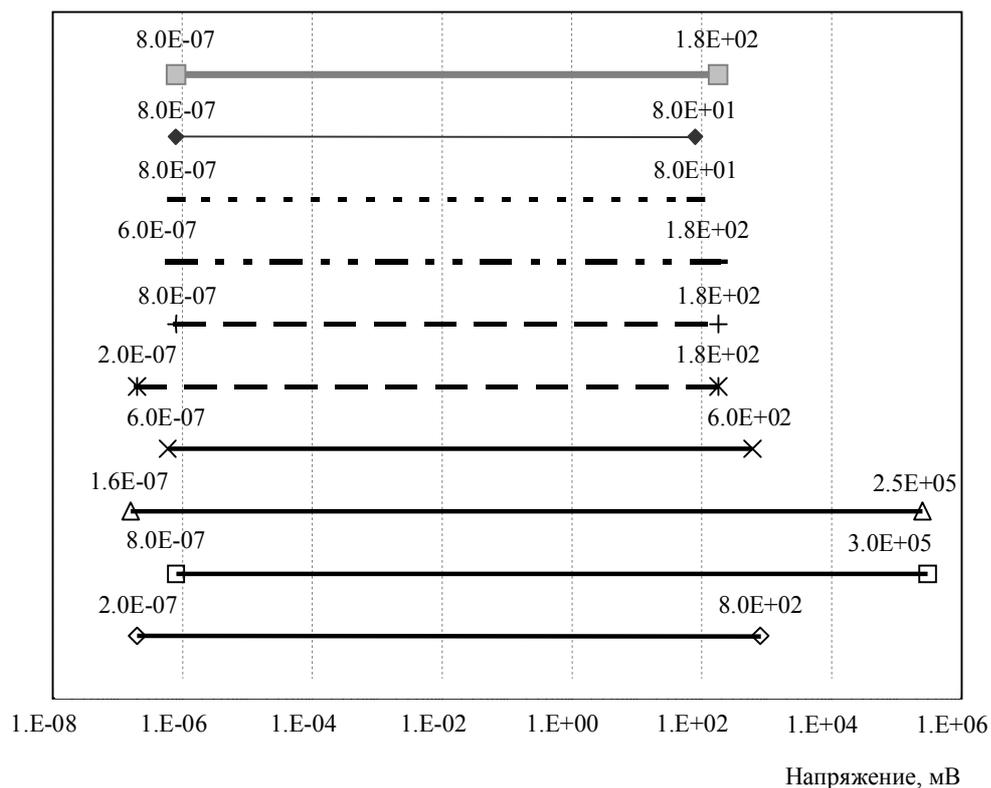


Рис. 2

Таблица 1

Параметр	Нижняя граница	Верхняя граница
Частотный диапазон, Гц	1	12 500
Динамический диапазон, мВ	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$3 \cdot 10^5$

С учетом приведенной в табл. 1 информации сформировано аппаратное обеспечение – набор приборов, входящих в состав стенда и удовлетворяющих заданным в действующих методиках требованиям.

Структура сформированного стенда представлена на рис. 3.



Рис. 3

Следует иметь в виду, что перечень используемых первичных преобразователей (микрофоны, гидрофоны, вибропреобразователи, датчики силы), количество необходимых сумматоров сигналов с первичных преобразователей, тип предварительного усилителя (заряда или напряжения) регламентируются методикой измерения.

В подтверждение возможности применения проектируемого стенда проведен расчет погрешностей для каждой методики измерений. Результаты расчета сведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование МВИ	Погрешность измерений исходная, %	Погрешность измерений с помощью сформированного стенда, %
Методика измерения вибрации	25	15
Методика измерений характеристик воздушного шума в помещении (отсеке)	25	17
Методика контроля гидродинамического шума судового оборудования	31	30
Методика измерения гидродинамического шума гидравлических систем	27	25
Методика измерения динамических сил	25	23
Методика измерений динамических сил, действующих через виброизолирующие крепления	27	27
Методика измерений вибрационной мощности, излучаемой машиной в присоединенные опорные конструкции и в фундамент	32	32
Методика измерений колебательной мощности, излучаемой механизмами в присоединенные опорные конструкции	25	25
Методика измерений колебательной мощности в рабочей среде трубопроводов	38	32
Методика измерений комплексных механических сопротивлений амортизаторов	24	20

Результаты, представленные в табл. 2, показывают, что при выполнении измерений по действующим методикам с помощью сформированного стенда значения рассчитанных погрешностей не превышают значений погрешности для каждой из существующих методик.

Следовательно, разработанный стенд позволяет выполнять измерения в требуемых частотном и динамическом диапазонах и не ухудшает метрологических характеристик существующих методик измерений.

S. V. Popkov, E. A. Yacina

THE TECHNICAL ASPECT OF STAND FOR VIBRO-NOISE CHARACTERISTICS' MEASUREMENT ON SHIPS AND OCEAN DEVELOPMENT FACILITIES

The technical aspect of stand for vibro-noise characteristics' measurement on ships and ocean development facilities is formed based on analysis of existing measurement methods' content. It is shown that the measurement uncertainty for developed stand is less then the one for existing channels.

Measurement method, frequency bandwidth, dynamic range, measurement uncertainty

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН ВО ВРАЩАЮЩИХСЯ ТВЕРДЫХ СРЕДАХ

Приводятся основные теоретические соотношения и проводится анализ распространения акустических поперечных волн в изотропной среде в условиях вращения звукопровода вокруг оси, совпадающей с направлением распространения волн. Показано, что основным параметром, характеризующим вращательное движение, является изменение угла поворота направления поляризации принятой волны. Показана независимость угла поворота плоскости поляризации от частоты ультразвуковых колебаний.

Объемные акустические волны, поляризация волн, гироскопия

В связи с возросшим в последние годы интересом к исследованию возможностей построения чувствительных элементов микромеханических гироскопов на базе акустических колебаний большое внимание уделяется анализу особенностей распространения колебаний в условиях вращения материала среды распространения [1]–[4].

В инерциальных системах отсчета основным уравнением, описывающим распространение колебаний в произвольной (в том числе и анизотропной) твердой среде, является уравнение движения

$$\rho \frac{\partial^2 \xi_i}{\partial t^2} = C_{iklm} \frac{\partial \sigma_{ik}}{\partial x_k}, \quad (1)$$

на основании которого получают уравнение Грина–Кристоффеля. Однако, как хорошо известно, при равномерном вращении тела с угловой скоростью Ω_i каждая движущаяся (колеблющаяся) точка внутри него, движение которой относительно тела описывается

вектором смещения $\vec{\xi}$, помимо линейного ускорения $\vec{a}_{\text{лин}} = \frac{\partial^2 \vec{\xi}}{\partial t^2}$ подвержена также

центростремительному ускорению $\vec{a}_{\text{ц.с}} = \vec{\Omega} \times (\vec{\Omega} \times \vec{\xi})$ и ускорению Кориолиса $\vec{a}_{\text{Кор}} = 2\vec{\Omega} \times \frac{\partial \vec{\xi}}{\partial t}$.

В тензорной форме $\vec{a}_{\text{ц.с}}$ и $\vec{a}_{\text{Кор}}$ записываются следующим образом:

$$a_{\text{ц.с}} = \Omega_i \Omega_k \xi_k - \Omega_k \Omega_k \xi_i,$$

$$a_{i\text{Кор}} = 2(\epsilon_{ink} \Omega_n) \frac{\partial \xi_k}{\partial t},$$

где ϵ_{ink} – символ Леви-Чивита, который обращается в ноль в случае равенства хотя бы двух индексов, принимает значение +1 для комбинаций индексов (1, 2, 3), (2, 3, 1) и (3, 1, 2) или –1 для трех оставшихся комбинаций – (1, 3, 2), (2, 1, 3) и (3, 2, 1). В результате, для рассматриваемого случая уравнение движения (1) запишется следующим образом:

$$\rho \left(\frac{\partial^2 \xi_i}{\partial t^2} + 2(\epsilon_{ink} \Omega_n) \frac{\partial \xi_k}{\partial t} + (\Omega_i \Omega_k \xi_k - \Omega_k \Omega_k \xi_i) \right) = \frac{\partial \sigma_{ik}}{\partial x_k}. \quad (2)$$

Выявим особенности упругих акустических волн на примере объемной волны в изотропном теле. Этот случай представляет и практический интерес с точки зрения экспериментальной оценки изменений характеристик волновых процессов в твердых телах в инерциальной системе отсчета.

Воспользуемся уравнением движения (2). Таблица модулей упругости изотропного тела имеет вид (приведены верхние части симметричной матрицы):

$$\begin{array}{c} \left(\begin{array}{cccccc} C_{11} & C_{12} & C_{12} & 0 & 0 & 0 \\ & C_{11} & C_{12} & 0 & 0 & 0 \\ & & C_{11} & 0 & 0 & 0 \\ & & & C_{44} & 0 & 0 \\ & & & & C_{44} & 0 \\ & & & & & C_{44} \end{array} \right) \quad \text{или} \quad \left(\begin{array}{cccccc} \lambda + 2\mu & \lambda & \lambda & 0 & 0 & 0 \\ & \lambda + 2\mu & \lambda & 0 & 0 & 0 \\ & & \lambda + 2\mu & 0 & 0 & 0 \\ & & & \mu & 0 & 0 \\ & & & & \mu & 0 \\ & & & & & \mu \end{array} \right) \end{array}$$

Рассмотрим случай распространения поперечной волны вдоль оси X при одновременном вращении вокруг этой оси. Это означает, что $\xi_1 = 0$, $\xi_2 \neq 0$ и $\xi_3 \neq 0$, а $\Omega = \Omega_1$.

Для компонент деформаций отличными от нуля будут только две:

$$u_6 = 2u_{21} = \frac{\partial \xi_2}{\partial x_1} \neq 0; \quad u_5 = 2u_{31} = \frac{\partial \xi_3}{\partial x_1} \neq 0.$$

Подставляя решение в виде плоской гармонической волны $\xi_i = \xi_{i0} \exp j(\omega t - k_m x_m)$ в уравнение движения (2) и учитывая равенство нулю ряда компонент тензора модулей упругости получим 2 уравнения:

$$\begin{aligned} C_{66} k_x^2 \xi_2 - \rho \omega^2 \xi_2 + 2\rho (\epsilon_{212} j\omega \xi_2 + \epsilon_{213} j\omega \xi_3) \Omega_1 + \rho \Omega_1^2 \xi_2 &= 0, \\ C_{55} k_x^2 \xi_3 - \rho \omega^2 \xi_3 + 2\rho (\epsilon_{212} j\omega \xi_2 + \epsilon_{213} j\omega \xi_3) \Omega_1 + \rho \Omega_1^2 \xi_3 &= 0. \end{aligned}$$

Учитывая, что $k_x = \omega/v$ (v – фазовая скорость упругой волны), а p_2 и p_3 – направляющие косинусы вектора смещения волны $\xi_2 = \xi p_2$; $\xi_3 = \xi p_3$, получаем:

$$\begin{aligned} \left(C_{66} - \rho v^2 + 2j\rho \frac{\Omega_1}{\omega} v^2 \epsilon_{212} + \left(\frac{\Omega_1}{\omega} \right)^2 \rho v^2 \right) p_2 + 2j\rho \frac{\Omega_1}{\omega} v^2 \epsilon_{213} p_3 &= 0, \\ \left(C_{55} - \rho v^2 + 2j\rho \frac{\Omega_1}{\omega} v^2 \epsilon_{313} + \left(\frac{\Omega_1}{\omega} \right)^2 \rho v^2 \right) p_2 + 2j\rho \frac{\Omega_1}{\omega} v^2 \epsilon_{312} p_3 &= 0. \end{aligned}$$

Учтем вид тензора Леви-Чевита для данной задачи, а также то, что в изотропном теле $C_{55} = C_{66} = \mu$. В дальнейшей записи примем обозначение $\Omega/\omega = W$. Тогда система уравнений для описания колебательного процесса при распространении объемных сдвиговых волн в изотропном теле в инерциальных системах с учетом вращательного движения звукопровода примет вид:

$$\begin{cases} (\mu - \rho v^2 + \rho W^2 v^2) p_2 - j2\rho W v^2 p_3 = 0, \\ j2\rho W v^2 p_2 + (\mu - \rho v^2 + \rho W^2 v^2) p_3 = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Уравнение (3) позволяет найти скорость распространения и направление вектора поляризации колебаний частиц в волне. Скорость v находится из условия равенства нулю определителя системы:

$$\begin{vmatrix} (\mu - \rho v^2 + \rho W^2 v^2) & -j2\rho W v^2 \\ j2\rho W v^2 & (\mu - \rho v^2 + \rho W^2 v^2) \end{vmatrix} = 0,$$

или

$$\left[(\mu - \rho v^2 + \rho W^2 v^2) - 2\rho W v^2 \right] \left[(\mu - \rho v^2 + \rho W^2 v^2) + 2\rho W v^2 \right] = 0,$$

что дает 2 уравнения для определения скоростей и позволяет найти значения действительных скоростей компонент упругих волн:

$$v_1^2 = \frac{\mu}{\rho(1 - W^2 + 2W)} \quad \text{и} \quad v_2^2 = \frac{\mu}{\rho(1 - W^2 - 2W)}. \quad (4)$$

Таким образом, распространение сдвиговой волны в условиях вращения ($W \neq 0$) звукопровода вокруг оси распространения можно представить суммой двух гармонических волн, распространяющихся в одном направлении с различными фазовыми скоростями v_1 v_2 (постоянные значения в отличие от [3]). При этом направление вектора поляризации, определяющего направление движения частиц, получается из системы (3):

$$\frac{p_2}{p_3} = \frac{-j2\rho W v^2}{\mu - \rho v^2 + \rho W^2 v^2}.$$

Учитывая (4), получим для каждой из волн:

$$\frac{p_2}{p_3} = -j \Big|_{v_1}, \quad \frac{p_2}{p_3} = j \Big|_{v_2}.$$

Таким образом, колебания по двум осям (X и Y) сдвинуты по фазе на 90° , что свидетельствует о круговой поляризации двух возможных волн. Следовательно, в изотропном теле базовыми волнами являются волны с круговой поляризацией и вращение частиц происходит во взаимно противоположных направлениях (что не противоречит известным из литературы [2], [3] выводам).

Общий характер движения частиц в волне определяется сложением двух базовых волн. Амплитудное соотношение и фазовый сдвиг между волнами зависят от граничных условий, в частности от условий возбуждения волны. Так, если волна возбуждается линейно-поляризованным преобразователем с поперечным смещением, то базовые волны нужно сложить так, чтобы в точке расположения преобразователей было суммарное линейно-поляризованное смещение.

При распространении из-за разницы скоростей компонент волны характер движения частиц будет изменяться. Можно показать, что линейный характер движения при этом сохранится, однако направление колебаний будет непрерывно меняться (возникает вращение направления поляризации упругой волны).

Круговое движение удобнее описать в действительной области. Проекция смещения частиц по осям $\xi_2 = \xi_y$ и $\xi_3 = \xi_z$ для точки пространства с координатой $x = 0$ для волны с круговым движением частиц, вращающихся против часовой стрелки (рис. 1, а), можно записать так:

$$\xi_y = \xi_0 \cos(\omega t), \quad \xi_z = \xi_0 \sin(\omega t),$$

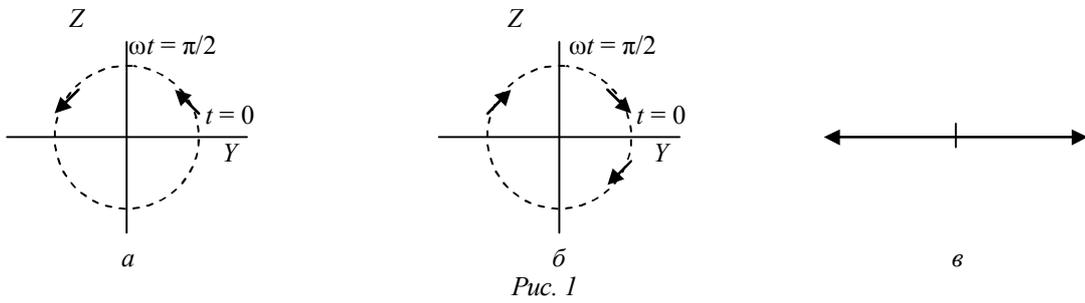
а для волны с вращением в противоположную сторону (рис. 1, б):

$$\xi_y = \xi_0 \cos(\omega t), \quad \xi_z = -\xi_0 \sin(\omega t).$$

Сложение этих двух колебаний даст колебания с составляющими:

$$\xi_y = 2\xi_0 \cos(\omega t), \quad \xi_z = 0,$$

т. е. получаем линейно-поляризованное смещение колеблющихся частиц (рис. 1, в). Это движение соответствует колебаниям преобразователя поперечных волн, т. е. может быть возбуждено.



При разных скоростях упругих волн с различным направлением вращения вектора смещения на некотором расстоянии x получим фазовый сдвиг между этими двумя составляющими, который можно обозначить как α :

$$(\omega t - k_1 x) - (\omega t - k_2 x) = k_2 x - k_1 x = \alpha.$$

Тогда компоненты векторов смещения двух базовых волн:

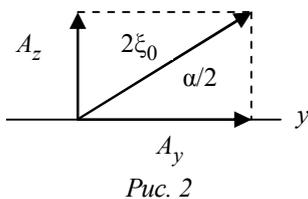
$$\xi_y = \xi_0 \cos(\omega t), \quad \xi_z = \xi_0 \sin(\omega t) \quad \text{и} \quad \xi_y = \xi_0 \cos(\omega t - \alpha), \quad \xi_z = -\xi_0 \sin(\omega t - \alpha).$$

Суммарные компоненты колебаний:

$$\begin{aligned} \xi_{y\Sigma} &= \xi_0(\cos(\omega t) + \cos(\omega t - \alpha)) = 2\xi_0 \cos(\omega t - \alpha/2) \cos(\alpha/2), \\ \xi_{z\Sigma} &= \xi_0(\sin(\omega t) - \sin(\omega t - \alpha)) = 2\xi_0 \cos(\omega t - \alpha/2) \sin(\alpha/2), \end{aligned} \quad (5)$$

т. е. имеем синфазное сложение колебаний по двум осям с амплитудой составляющих, зависящих от фазового сдвига α . Таким образом, сохраняется линейная поляризация волны, однако угол поворота вектора поляризации будет меняться по мере распространения. Амплитуды смещения в волне по осям Y и Z (рис. 2) можно записать так:

$$A_y = 2\xi_0 \cos(\alpha/2), \quad A_z = 2\xi_0 \sin(\alpha/2).$$



Постоянная разность скоростей определяет и постоянную скорость вращения угла поляризации результирующей волны [3]. Причем угол поворота $\alpha = k_2 x - k_1 x = \omega x(1/v_2 - 1/v_1)$ можно вычислить используя (4).

Подставив значения скоростей, получим

$$\begin{aligned}
\alpha &= \omega x \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right) = \omega x \left(\sqrt{\frac{\rho(1-W^2-2W)}{\mu}} - \sqrt{\frac{\rho(1-W^2+2W)}{\mu}} \right) = \\
&= \omega x \sqrt{\frac{\rho}{\mu}} \left(\sqrt{(1-W^2-2W)} - \sqrt{(1-W^2+2W)} \right) \approx \frac{\omega x}{v_{\text{покоя}}} \left(\left(1-W - \frac{1}{2}W^2 \right) - \left(1+W - \frac{1}{2}W^2 \right) \right) = \\
&= -\frac{\omega x}{v_{\text{покоя}}} 2W, \text{ где } v_{\text{покоя}} = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \text{ (т. е. скорость при } W=0). \text{ Получается, что угол поворота}
\end{aligned}$$

направления поляризации волны $\beta = \alpha/2$ не зависит от частоты колебаний:

$$\beta = \alpha / 2 = \frac{\Omega_1 x}{v_{\text{покоя}}}. \quad (8)$$

Чувствительность при этом увеличивается с ростом проходимоого волной расстояния.

Так как упругая волна регистрируется линейно-поляризованным преобразователем сдвиговых волн (таким же, как и излучатель), то принятый сигнал будет определяться проекцией линейно-поляризованной упругой волны на направление поляризации приемного преобразователя. Фаза принятой волны, а следовательно, и время задержки волны при распространении от излучателя к приемнику – будут определяться не фазовыми скоростями двух базовых волн с круговой поляризацией, а комбинацией этих волн. Поэтому, в отличие от работ [3], [4], нужно анализировать фазу комбинационных колебаний.

Как видно из (5), фаза гармонического движения суммарных колебаний

$$\omega t - k_1 x - \alpha/2 = \omega t - k_1 x - \frac{1}{2}(k_2 x - k_1 x) = \omega t - 0.5(k_1 + k_2)x.$$

Т. е. распространение линейно-поляризованной волны описывается усредненным волновым числом:

$$k_{\Sigma} = 0.5(k_1 + k_2) \Rightarrow 1/v_{\Sigma} = 0.5(1/v_1 + 1/v_2) \Rightarrow v_{\Sigma} = 2v_1 v_2 / (v_1 + v_2),$$

где скорости определяются формулами (4). Учитывая малость относительной скорости вращения ($W \ll 1$), можно определить скорость распространения комбинационной волны, имеющей линейную поляризацию и определяющей распространение сигнала по звукопроводу:

$$v_{\Sigma} = v_{\text{покоя}} \frac{1}{1-W^2/2} \approx v_{\text{покоя}} (1+W^2/2).$$

Видно, что изменение скорости весьма незначительно, так как определяется квадратом малой величины, и не зависит от направления вращения. Поэтому оно не является информативным признаком для определения скорости и направления вращения. В то же время изменение угла, поляризации, проанализированное ранее, может служить основой для построения чувствительных элементов твердотельных гироскопов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lao Binng Y. Gyroscopic effect in surface acoustic waves // Ultrasonic Symposium. 1980. P. 687-691.
2. Сарапулов С. А., Кисиленко С. П. Гироскопический эффект в поверхностных акустических волнах // Докл. нац. акад. наук Украины. 1987. С. 62–65.
3. Улитко И. А. Дисперсия плоских гармонических волн в равномерно вращающемся упругом пространстве // Докл. нац. акад. наук Украины. 1995. С. 54–57;
4. Сарапулов С. А., Улитко И. А. Влияние вращения на объемные волны в упругой среде и их использование в твердотельной гироскопии // Гироскопия и навигация. 2001. № 4 (35). С. 64–72.

E. S. Gribkova, A. N. Peregudov, M. M. Shevelko

THE CHARACTERISTICS OF BULK ACOUSTIC WAVES' PROPAGATION IN ROTATING SOLID MEDIA

The main theoretic expressions are given. The analysis of acoustic S-waves propagation in isotropic media is conducted for acoustic duct rotation along the wave propagation axis. It is shown that the main parameter for rotation characterization is the angular deflection change of received wave polarization. The independence of angular deflection on ultrasonic oscillations frequency is shown.

Bulk acoustic waves, wave polarization, gyroscopy



УДК 007: 57+007:573

И. И. Аль-Муджагед

МОДЕЛИРОВАНИЕ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ В НОРМЕ И ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

Разработан алгоритм построения биомеханических моделей и анализа напряженно-деформированного состояния мочевого пузыря в норме и при реконструкции. Проведено исследование зависимости напряженно-деформированного состояния естественного и искусственного мочевого пузыря в момент открытия внутреннего сфинктера от их геометрических параметров.

Мочевой пузырь, детрузор, кишка, напряжения, деформация, содержательная модель, vip-резервуар

Проблема полного или частичного замещения мочевого пузыря актуальна в современной урологии. В структуре смертности населения России от злокачественных опухолей, удельный вес больных со злокачественными заболеваниями мочевых органов составил 6.5 %, причем среди мужского населения злокачественные опухоли мочевой системы занимают четвертое место [1].

На схеме мочевого пузыря (рис. 1) даны следующие обозначения: 1 – дно; 2 – тело; 3 – межмочеточниковая складка; 4 – отверстия мочеточников; 5 – простатическая часть мочеиспускательного канала; 6 – гребень мочеиспускательного канала; 7 – синус предстательной железы; 8 – перепончатая часть мочеиспускательного канала; 9 – мышечная стенка; 10 – слизистая оболочка; 11 – треугольник; 12 – отверстие мочеиспускательного канала; 13 – язычок; 14 – предстательная железа; 15 – семенной бугорок; 16 – отверстия семявыбрасывающих протоков.

Мочевой пузырь – полый внутренний орган, состоящий из трех слоев: подслизистого, мышцы мочевого пузыря (детрузора) и наружного адвентициального. Удержание мочи обеспечивается главным образом строением шейки мочевого пузыря и внутреннего отверстия уретры. Гладкомышечные волокна детрузора при переходе на заднюю уретру вместе с другими образованиями этой зоны формируют замыкательный аппарат мочевого пузыря (сфинктер). Он включает утолщение, образованное гладкомышечными волокнами детрузора

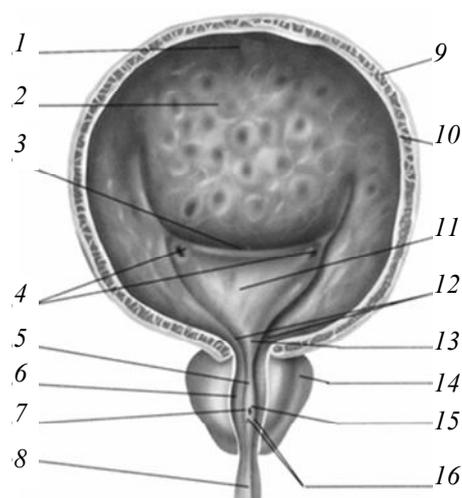


Рис. 1

в области заднего сегмента шейки мочевого пузыря – внутренний сфинктер. При его сокращении утолщенная часть шейки прижимается к передней стенке внутреннего отверстия мочеиспускательного канала, при этом оно замыкается. Функционирование внутреннего сфинктера связано с баро- и терморцепторами, находящимися в детрузоре. Замыкание детрузора происходит вне зависимости от воли или желания человека. Поперечно-полосатый сфинктер расположен ниже внутреннего сфинктера в конце предстательной части уретры. Этот сфинктер жестко соединен с брюшиной. Его функционирование может зависеть от воли и желания человека [2].

При постепенном заполнении мочевого пузыря в объеме 300...600 мл внутрипузырное давление остается низким и составляет $(5...15) \cdot 10^2$ Па.

Открытие просвета происходит при давлении примерно $4 \cdot 10^3$ Па благодаря тоническому сокращению внутреннего сфинктера мочевого пузыря. Через несколько секунд происходит открытие поперечно-полосатого сфинктера. Сокращение детрузора сохраняется в течение всего периода опорожнения мочевого пузыря.

Физиологическая емкость мочевого пузыря – объем мочи в пузыре, при котором возникает позыв к мочеиспусканию. Физиологическая емкость мочевого пузыря у взрослых людей в норме колеблется в диапазоне 250...600 мл.

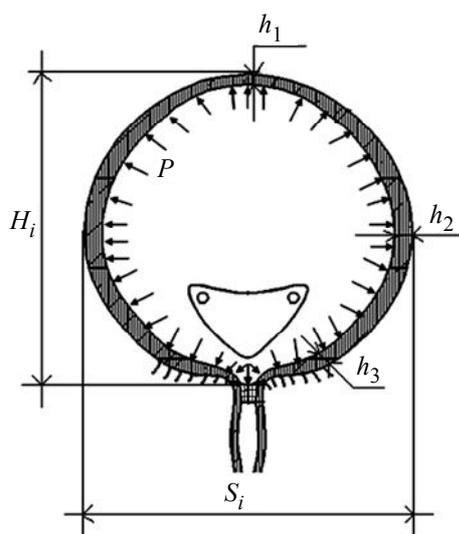


Рис. 2

Содержательную модель мочевого пузыря (рис. 2) для исследования напряженно-деформированного состояния в момент открытия внутреннего сфинктера построим при следующих допущениях: 1) материалы мочевого пузыря и внутреннего сфинктера однородные и изотропные с приведенными модулями нормальной упругости E_M , E_C и коэффициентами Пуассона ν_M , ν_C ; 2) начальные напряжения в стенках мочевого пузыря и внутреннего сфинктера не учитываются; 3) шейка мочевого пузыря жестко закреплена на кольце шириной 10 мм; 4) к внутренней поверхности мочевого пузыря приложено гидростатическое давление p , при котором открывается внутренний сфинктер; 5) толщина стенки i -го наполненного мочевого пузыря плавно изменяется от $h_{1i} =$

$= k_i h_1$ в верхушке до $1.67 h_{1i}$ на границе участков верхней и средней трети мочевого пузыря и $2h_{1i}$ при основании ($h_1 = 3$ мм); 6) k_{H_i} – отношение высоты H_i i -й осесимметричной модели мочевого пузыря куполообразной формы к его наибольшей ширине S_i .

На рис. 3 приведены эпюры напряжений (a, z), перемещений (b, d) и деформаций (e, e) в мочевом пузыре с физиологическими объемами 263 мл (a, b, e при $i = 1$) и 512 мл (z, d, e при $i = 2$) в момент открытия внутреннего сфинктера при следующих геометрических параметрах и механических свойствах: $E_M = 0.6$ МПа, $E_C = 1.2$ МПа, $\nu_M = 0.45$, $\nu_C = 0.4$; $k_1 = k_2 = 1$, $k_{H_1} = 0.95$; $k_{H_2} = 0.88$; $H_1 = 89$ мм, $H_2 = 98$ мм; $S_1 = 94$ мм; $S_2 = 112$.

На рис. 4 приведены зависимости напряжений и перемещений в мочевом пузыре с физиологическими объемами 263 мл (a, b) и 512 мл (e, z) в момент открытия внутреннего сфинктера от параметра k_i , характеризующего изменение толщины стенки мочевого пузыря.

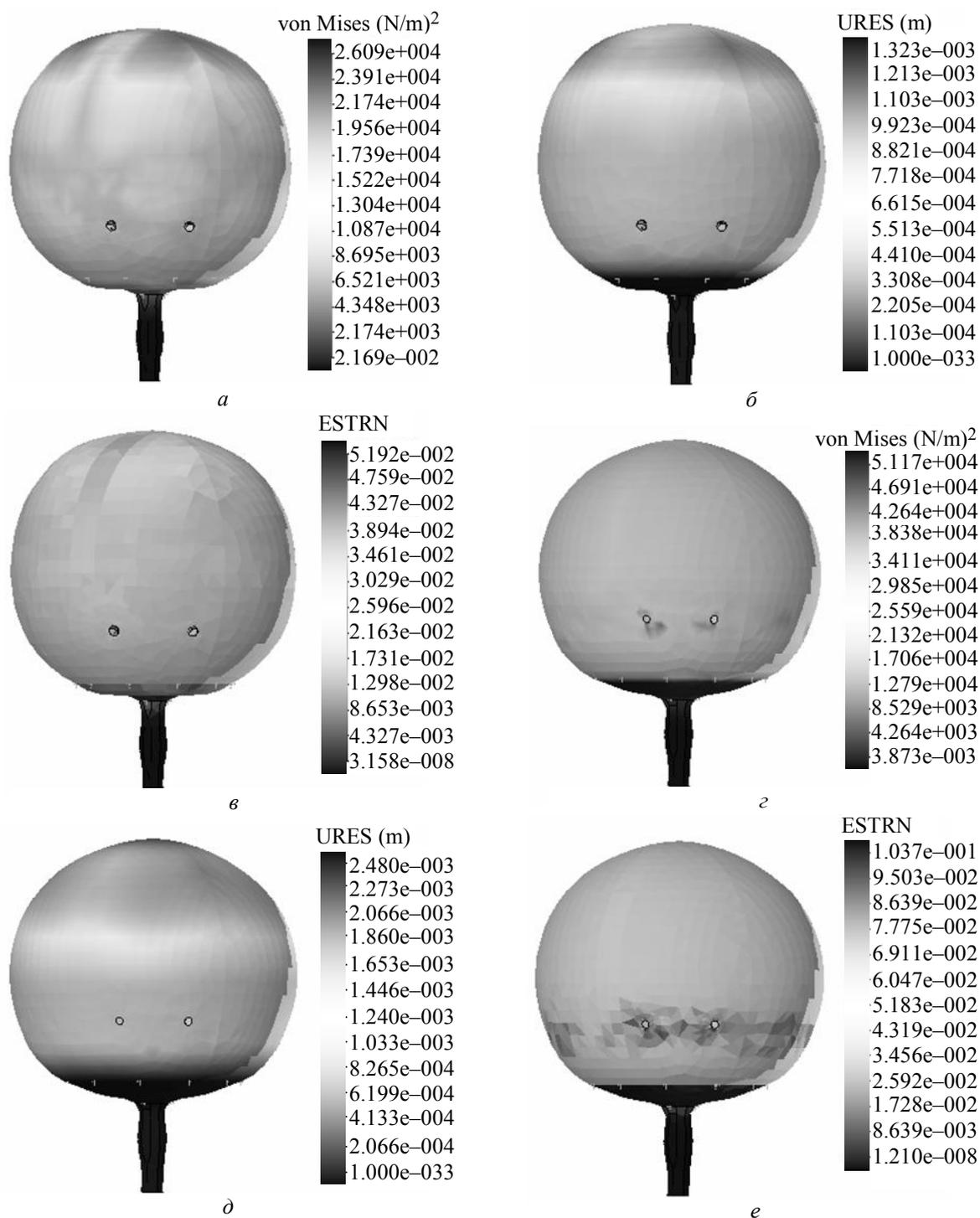


Рис. 3

Существует множество патологических состояний, приводящих к сморщиванию мочевого пузыря, утрате им сократительной способности. При лечении возникает необходимость в полном или частичном удалении мочевого пузыря и последующем его замещении или в увеличении его емкости.

Основными принципами резекции мочевого пузыря являются: 1) удаление адекватного количества пораженной стенки; 2) замещение ее здоровым, васкуляризированным кишечным трансплантатом; 3) увеличение анатомической емкости мочевого пузыря; 4) устранение симптомов заболевания.

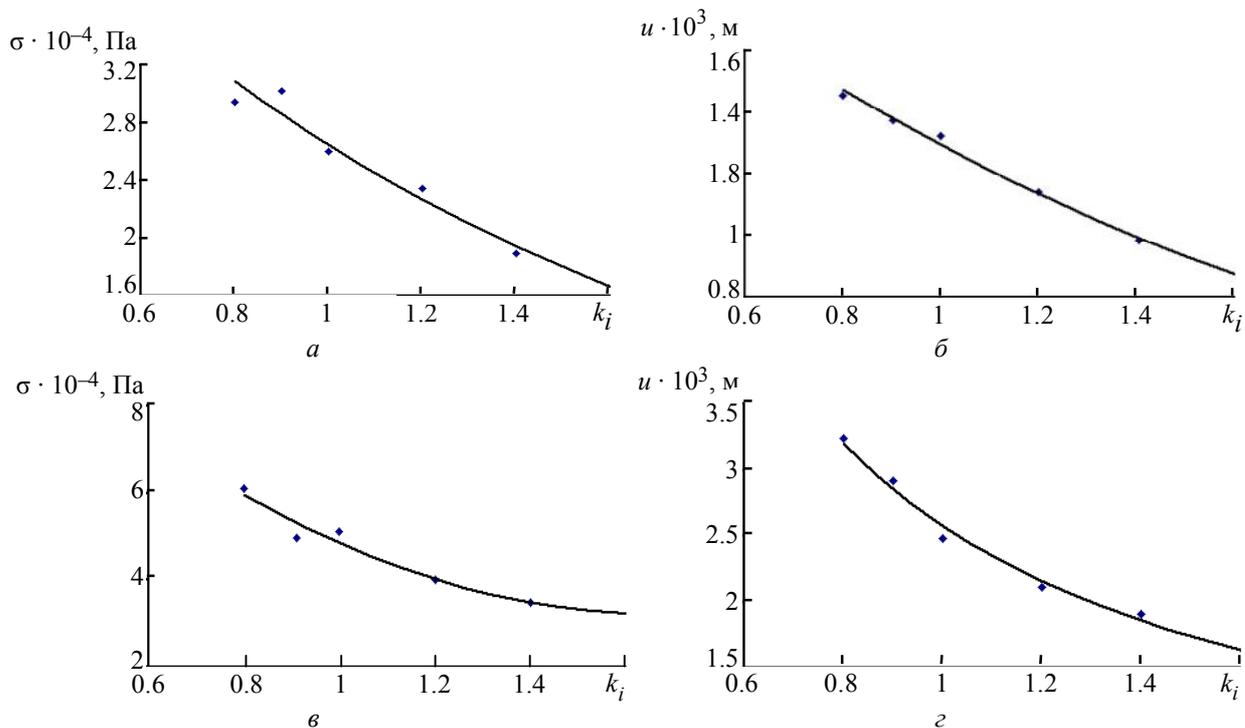


Рис. 4

Преимуществами частичной резекции мочевого пузыря сохранение треугольника Лъето и антирефлюксного механизма устьев мочеточников. При поражении всех отделов мочевого пузыря и наличии пузырно-мочеточниковых рефлюксов проводят полную резекцию пораженного органа [3], [4].

При реконструкции мочевого пузыря используются различные отделы желудочно-кишечного тракта от желудка до толстого кишечника. В выборе сегмента кишечника для создания искусственного мочевого пузыря руководствуются возрастом и соматическим состоянием больных, вариантами кровоснабжения, длиной и мобильностью брыжейки, наличием сопутствующих заболеваний кишечника и интраоперационными обстоятельствами.

Тонкий кишечник включает три отдела: двенадцатиперстную кишку (длиной 20...30 см), тощую кишку (1.5...2.5 м) и подвздошную кишку (2...3 м), в которую тощая кишка переходит без четкой границы. Общая длина тонкого кишечника составляет около 4 м в состоянии тонического напряжения (при жизни) и 6...8 м в атоническом состоянии (после смерти). Диаметр тонкой кишки уменьшается от начального отдела, где он колеблется от 3.5 до 4.8 см, к конечному, где у места впадения в толстую кишку он равен 2.0...2.7 см [5].

Слепую кишку легче мобилизовать: сосудистая сеть в этой зоне более постоянная и легко может быть мобилизована, патология слепой кишки встречается реже.

В отличие от слизистой оболочки мочевого пузыря, которая является относительно непроницаемой, кишечная слизистая оболочка абсорбирует и секретирует различные вещества. Когда кишечная слизистая оболочка контактирует с мочой, в результате физиологического обмена водой и растворами между мочой и кровью могут развиваться метаболические осложнения. Потеря отдельных сегментов желудочно-кишечного тракта может способствовать развитию желудочно-кишечных и других метаболических осложнений [5].

Все существующие методики реконструкции разделяют на два вида: 1) «петлевые» – изолированный сегмент кишки располагают в виде кольца, латинских букв U, L либо помещают вертикально; 2) округлый искусственный мочевой пузырь, сформированный после детубуляризации и реконфигурации кишечного сегмента.

Более оправдано с анатомической и функциональной позиций формирование мочевого пузыря из детубуляризованного сегмента подвздошной кишки. Создание резервуара округлой формы с низким внутрипузырным давлением не только способствует лучшему восстановлению накопительной и эвакуаторной функций, но и препятствует развитию пузырно-мочеточниковых рефлюксов.

Удержание мочи при создании искусственного мочевого пузыря осуществляется за счет наружного сфинктера мочевого пузыря. Поэтому неизменным условием оперативной техники являются пересечение уретры примерно на 1 см выше наружного сфинктера.

Рассмотрена конструкция резервуара искусственного мочевого пузыря и этапы формирования его резервуара (рис. 5), сформированного из сегмента подвздошной кишки по методу VIP (Vesica ileale Padovana) [4]. Отличие этой конструкции от других состоит в реконфигурации сегмента кишки, при которой последняя как бы накручивается сама на себя. К достоинствам метода относятся: форма тонкокишечного резервуара, близкая к сферической; использование короткого сегмента кишки; естественное (ортотопическое) расположение резервуара в малом тазу, а также отсутствие необходимости транспозиции одного из мочеточников для выполнения его имплантации в тонкокишечный резервуар.



Рис. 5

Схема содержательной модели реконструированного мочевого пузыря приведена на рис. 6. В дополнение к допущениям при построении модели мочевого пузыря в норме введены следующие допущения:

1) материалы искусственного мочевого пузыря и рубцов однородные и изотропные с приведенными модулями нормальной упругости $E_{им}$, E_p и коэффициентами Пуассона ν_m , ν_p ;

2) ширина рубцов h постоянная.

На рис. 7 приведены эпюры напряжений (а) и перемещений (б) в резервуаре искусственного мочевого пузыря с физиологическим объемом $V_1 = 411$ мл в момент открытия внутреннего сфинктера. Резервуар сформирован из сегмента подвздошной кишки длиной 40 см, диаметром 2.5 см и толщиной стенки сегмента 3 мм. Высота резервуара $H = 72$ мм, ширина $S = 147$ мм; приведенные модули нормальной упругости соответственно искусственного

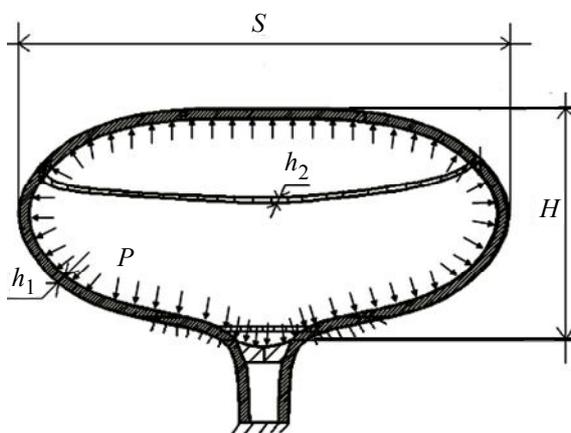


Рис. 6

мочевого пузыря, сфинктера и рубца $E_{им} = 5.440$ МПа, $E_c = 10.880$ МПа, $E_p = 10.880$ МПа, коэффициенты Пуассона $\nu_{им} = 0.45$, $\nu_c = 0.4$, $\nu_p = 0.45$. Зависимости напряжений и перемещений в резервуаре искусственного мочевого пузыря от длины сегмента подвздошной кишки l приведены на рис. 8, *а* и *б* соответственно.

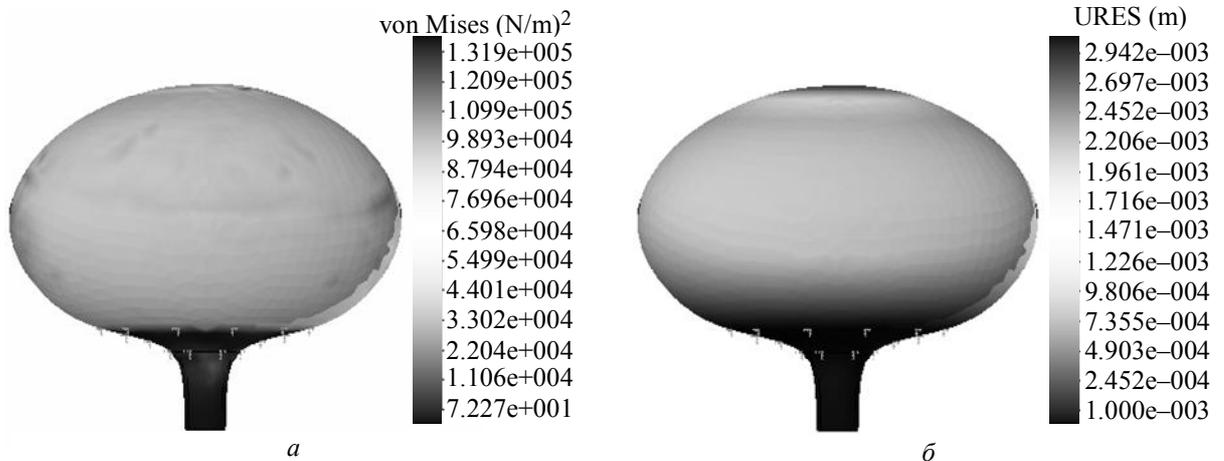


Рис. 7

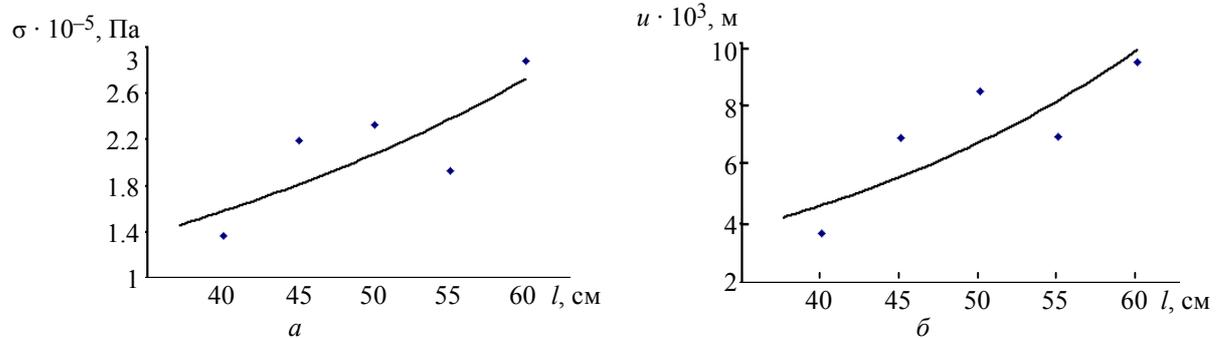


Рис. 8

Разработанный алгоритм построения моделей и анализа напряженно-деформированного состояния мочевого пузыря в норме и при реконструкции позволяет: 1) проводить биомеханические исследования состояния мочевого пузыря пациента; 2) определять критическое состояние мочевого пузыря; 3) выбирать оптимальный вариант формы реконструированного мочевого пузыря в зависимости от свойств имплантата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метод формирования мочевого резервуара у больных после цистэктомии / И. Г. Русаков, А. А. Теплов, Д. В. Перепечин и др.; ФГУ МНИОИ им. П. А. Герцена Росздрава. М., 2006.
2. Кернесюк Н. Л., Кернесюк М. Н. Закономерность структурной организации мышечных оболочек перистальтирующих органов. Строение мочевого пузыря и мочеоточника, прикладное значение (описание открытия) / Уральская гос. мед. академия. Екатеринбург, 2005.
3. Кишечное замещение мочевого пузыря с формированием континентной кутанеостомы / С. П. Даренков, В. А. Ковалев, С. Б. Оччархаджиев и др. // Урология. 2006. № 1.
4. Морозов А. В., Павленко К. А. Ортогипический «энтеро-неоцистит» низкого давления. М.: Медпрактика, 2006.
5. Оперативная хирургия и топографическая анатомия. 4-е изд., доп. / Под ред. В. В. Кованова. М.: Медицина, 2001.

I. I. Almujaheed

SIMULATION OF THE BLADDER IN THE NORM AND RECONSTRUCTION

Development of algorithm to construct biomechanical model and analysis of the bladder stress-strain in normal and reconstruction state. Research based on relation of stress-strain normal and artificial bladder state at the moment of opening internal sphincter and their geometrical parameters.

Bladder, detruzor, intestine, stress, strain, the content model, vip reservoir



УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ, ИННОВАЦИОННЫЙ И АНТИКРИЗИСНЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 338.27

В. Ю. Амелин

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ МОРСКИХ ТРУБОПРОВОДНЫХ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Рассматривается проблематика создания морских трубопроводных газотранспортных систем. Выделяются основные цели и элементы системы экономической безопасности предприятия. Даются примеры решения основных проблем экономической безопасности для компании «Nord Stream».

Экономическая безопасность проекта, дестабилизирующие факторы, система экономической безопасности предприятия

Проблема обеспечения экономической безопасности любого проекта становится сегодня одним из основополагающих условий его реализации. Особенно важна экономическая безопасность при планировании и осуществлении крупномасштабных проектов, таких как морские трубопроводные газотранспортные системы.

Экономическая безопасность проекта – это состояние его защищенности от негативного влияния внешних и внутренних дестабилизирующих факторов, при котором обеспечивается устойчивая реализация проекта.

Для каждого проекта дестабилизирующие факторы в достаточной мере индивидуальны, но возможно выделить некоторые общие группы элементов, применимые ко всем проектам морских трубопроводных газотранспортных систем:

1. Экономические дестабилизирующие факторы.
2. Политические дестабилизирующие факторы.
3. Технологические дестабилизирующие факторы.
4. Экологические дестабилизирующие факторы.

Данные группы включают в себя основные общие элементы дестабилизирующих факторов.

Экономические дестабилизирующие факторы наиболее часто включают в себя:

- фатальные ошибки в экономическом обосновании проекта;
- недостаточный объем финансирования и срыв сроков финансирования;

- экономическую несостоятельность контрагентов и подрядчиков;
- ошибки в оценке сырьевой базы проекта морской трубопроводной газотранспортной системы;

- срыв контрактов на поставку сырья, и пр.

Политические дестабилизирующие факторы заключаются в следующем:

- изменение политической воли руководства стран участниц проекта морской газотранспортной системы;

- противодействие проекту внутренних политических сил;

- противодействие третьих стран, не заинтересованных в реализации проекта, и пр.

Наиболее частые *технологические дестабилизирующие факторы* морских трубопроводных газотранспортных систем:

- большая протяженность трубопроводной системы в ее подводной части;

- большие глубины прокладки трубопроводной системы;

- сложная система защиты трубопроводной системы от воздействия агрессивной внешней среды;

- использование особых марок труб, вследствие использования в водной среде, и пр.

Экологические дестабилизирующие факторы в строительстве морских трубопроводных газотранспортных систем:

- плановое изменение ландшафта на точках входа и выхода трубопроводной системы на побережье;

- аварийные ситуации на самой трубопроводной системе с выбросом транспортируемого вещества;

- изменение ландшафта дна на всей протяженности трубопроводной системы, и пр.

Анализ перечисленных дестабилизирующих факторов позволяет сделать вывод о том, что надежная защита экономики любого проекта возможна только при комплексном и системном подходе к ее организации. Необходимо создать систему, которая отвечала бы за нивелирование этих дестабилизирующих факторов.

Системой экономической безопасности предприятия (СЭБ) является комплекс организационно-управленческих, режимных, технических, профилактических и пропагандистских мер, направленных на качественную реализацию защиты интересов предприятия от внешних и внутренних дестабилизирующих факторов.

К числу основных задач СЭБ относятся:

1. Защита прав и интересов компаний, реализующих проект морской газотранспортной системы, и их сотрудников.

2. Своевременное выявление возможных рычагов влияния сторонних организаций, компаний и третьих государств.

3. Противодействие негативному экономическому, техническому и политическому проникновению в проект морской трубопроводной газотранспортной системы.

4. Обеспечение сохранности сведений, составляющих коммерческую и государственную тайну.

5. Формирование среди населения и деловых партнеров благоприятного мнения о проекте и компании.

6. Совершенствование системы экономической безопасности.

В контексте данной статьи будет интересным рассмотреть способы борьбы с дестабилизирующими факторами на примере проекта создания конкретной морской трубопроводной газотранспортной системы «Nord Stream» («Северный поток»).

Рост экономики Европейского Союза уже сегодня создает предпосылки к серьезному увеличению потребления энергии в странах ЕС. Европейский Союз в 2003 г. проводил исследования энергетических потребностей Европы в ближайшей перспективе. Рассматривались различные источники энергии – ископаемое топливо, атомная энергия, водород и такие возобновляемые источники энергии, как ветер, солнце и биомасса. Важнейшим источником энергии в обозримой перспективе был признан природный газ. В связи с этим к 2015 г. в 25 государствах – членах ЕС (ЕС–25) прогнозируется рост потребности в природном газе до 682 млрд м³. В табл. 1 приведены данные о производстве и потреблении природного газа в России и ЕС.

Таблица 1

Ожидаемый рост потребности в природном газе на 2005–2015 гг.²

Страна	Потребность в природном газе, млрд м ³	Добыча природного газа, млрд м ³	Импорт природного газа, млрд м ³
ЕС	530...682	228...170	302...512
Россия	406...454	406...454	0

Собственная добыча природного газа в ЕС–25 покрывает на 2005–2007 г. около 43 % от общего объема потребления. Россия поставляет дополнительные 25 %, а Норвегия и Алжир 32 % соответственно.

В период до 2015 г. ожидается сокращение добычи природного газа из известных месторождений в ЕС–25 примерно на 25 %. В сочетании с растущим спросом это увеличит потребность в импорте природного газа с 57 % в 2005 г. до приблизительно 75 % от общего потребления в 2015 г. Таким образом, потребность в импорте природного газа в 2015 г. для ЕС–25 составит около 512 млрд м³, что соответствует росту общего импорта на 210 млрд м³. В табл. 2 приведены данные о доказанных запасах природного газа.

Таблица 2

Доказанные запасы природного газа по данным ВР (2005 г.)³

Регион	РФ	ЕС	Иран	Ближний Восток	Африка	Северная Америка	Дальний Восток
Запасы газа, млрд м ³	48 000	5 780	27 500	45 330	14 060	7 320	14 210

По данным статистического анализа компании «ВР» («British Petroleum») за 2005 г.⁴, три четверти подтвержденных мировых запасов природного газа находятся в России (27 %), на Ближнем (40 %) и Дальнем Востоке (8 %). Двумя крупнейшими месторождениями природного газа считаются South Pars в Иране и Уренгойское газовое месторождение в России. Общие доказанные запасы природного газа в мире составляют около 179 540 млрд м³.

² Проектная информация газопровода «Северный поток» / Nord Stream AG. Ноябрь 2006 г.

³ Проектная информация газопровода «Северный поток» / Nord Stream AG. Ноябрь 2006 г.

⁴ Статистический анализ мировых запасов природного газа на 2005 год / British Petroleum. 2005 г.

В настоящее время Россия является крупнейшим поставщиком природного газа в ЕС. Это положение сохранится в обозримом будущем, если принять во внимание политическую и экономическую ситуацию на Ближнем Востоке и, в особенности, вокруг Ирана. В связи с этим, можно считать современную модель импорта природного газа в ЕС применимой и на период ближайших десятилетий.

Импорт российского природного газа в Европу осуществляется по трем основным маршрутам, где 80 % газа идет транзитом через Украину. Таким образом, Украина занимает сегодня центральное положение в качестве транзитной страны для экспорта российского природного газа в Европу.

Оставшиеся 20 % импортируемого природного газа поставляются по магистральному газопроводу Ямал–Европа, проходящему от месторождений Ямала в Германию транзитом через Беларусь и Польшу.

Газопровод «Северный поток» является газотранспортной системой для передачи природного газа из России в Германию соединительными газопроводами к сухопутным газотранспортным системам в России и Германии. Он проходит через исключительные экономические зоны пяти стран: России, Финляндии, Швеции, Дании и Германии, а также через территориальные воды России и Германии. Проектная мощность газопровода составляет 55 млрд м³/г. «Северный поток» является приоритетным проектом в европейской части Трансевропейской энергетической сети (TEN–E). Реализатором проекта является акционерное общество «Nord Stream AG» с участием ОАО «Газпром», компании «Wintershall» (100 %-я дочерняя компания «BASF») и компании «E.ON Ruhrgas» (100 %-я дочерняя фирма «E.ON»).

При этом 51 % капитала принадлежит ОАО «Газпром», 20 % – компании «Wintershall», 20 % – компании «E.ON Ruhrgas», 9 % – компании «Gas Unis». Серьезным дестабилизирующим фактором является значительное увеличение первоначальной стоимости проекта с 5 до 8 млрд евро, т. е. на 37,5 %.

Противодействие третьих стран, не заинтересованных в реализации проекта, представляет собой наиболее значительный дестабилизирующий фактор в политической плоскости. Так, к странам, активно противодействующим реализации проекта «Северный поток», относились: Эстония, Литва, Польша, Швеция, мотивируя свое противодействие одной проблемой – заботой об экологическом состоянии акватории Балтийского моря. Однако следует заметить, что еще на стадии разработки проекта был опубликован документ (ноябрь 2006 г.), в котором значительная часть объема была отдана решению проблемы экологической безопасности проекта «Северный поток». Этот документ – Проектная информация морского газопровода через Балтийское море.

Для борьбы с подобными дестабилизирующими факторами необходимо более четко аргументировать необходимость постройки газопровода и его экологической безопасности во всех возможных форматах. Заниматься данным вопросом должно не только ОАО «Газпром», но и Правительство РФ как основной акционер ОАО «Газпром».

В итоге шведская сторона сняла свои претензии к проекту. Оставшиеся стороны не были удовлетворены данным документом и продолжают противодействовать осуществлению проекта «Северный поток». Что, скорее всего, говорит об иных, не названных причинах

данного противодействия. Остается лишь предполагать, каковы эти причины. Для противодействия этой позиции необходима четкая и взвешенная государственная позиция по отстаиванию интересов ОАО «Газпром» и Российской Федерации. Основной площадкой для проведения в жизнь этой политики является переговорный процесс по заключению базового соглашения Россия – ЕС.

V. Amelin

ECONOMIC SAFETY OF SEA PIPELINE GAS – TRANSPORT SYSTEMS

In article, there are points of solving problems with building sea gas pipeline. I'm writing about main goals and elements of economic security systems. Also there are some examples of solving this problems by Nord Stream AG.

Economic security of project, destabilizing factors, economic security systems

УДК 658.562

Е. А. Рябина, С. А. Степанов, В. В. Яценко

ИЗМЕРЕНИЕ И АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Рассмотрены общие тенденции создания систем качества образовательных учреждений РФ; проведен анализ общих требований к измерению процессов и определены виды измерений, предложена классификация характеристик качества процессов. Даны рекомендации по управлению процессами на основе измерения и анализа характеристик качества процессов.

Процессный подход, характеристики качества процессов, управление процессами образовательных учреждений, измерения и анализ процессов

Вступление России в общее Европейское образовательное пространство после подписания Болонской декларации требует обеспечения гарантий качества предоставляемых образовательных услуг. В системе образования России при проведении государственной аккредитации образовательных учреждений во внимание принимается показатель 1.2.3 «Эффективность внутривузовской системы обеспечения качества образования». Оценка данного показателя напрямую указывает образовательным учреждениям на необходимость разработки и внедрения эффективной системы качества [1].

Анализ опыта образовательных учреждений по созданию и внедрению систем качества показал, что в образовательных учреждениях отсутствует либо недостаточно развита деятельность по управлению характеристиками качества процессов образовательной и научно-исследовательской деятельности [2]. Во-первых, это связано с непониманием назначения и сущности процессного подхода и всей системы качества, призванной целенаправленно изменять характеристики качества процессов и продукции. Многие образовательные учреждения забывают, что включение того или иного процесса в систему качества вынуждает образовательное учреждение заниматься его (процесса) характеристиками качества в рамках системы. Во-вторых, отсутствует научная база по управлению характеристиками качества процессов образовательных учреждений. Разработанная СПбГЭТУ «ЛЭТИ» Типовая модель системы качества образовательного учреждения содержит общие

рекомендации по построению системы качества в образовательном учреждении, но данная модель не содержит подробных рекомендаций и методик определения и управления характеристиками качества процессов образовательной деятельности [3].

Поэтому одной из актуальных целей на сегодняшний момент является повышение осведомленности персонала и руководителей ОУ по вопросу выделения и последующего управления характеристиками качества.

Общие требования к измерениям. В стандарте ИСО 9001 указано, что «организация должна ... осуществлять мониторинг, измерение и анализ процессов... принимать меры, необходимые для достижения запланированных результатов...» (п. 4.1, *д, е*) [4].

Для того чтобы проводить мониторинг и управление процессами, необходимо определить критерии процесса. Невозможно управлять какой-либо деятельностью, а тем более достигать установленных целей, если не определены критерии движения в направлении целей и не ведется измерение и анализ приближения к целям.

Для возможности суждения об управляемости процессов и их улучшениях (т. е. достигнута или нет цель в области качества процессов) в стандарте ИСО 9001 говорится о необходимости разработки критериев (ИСО 9001 п. 4.1, *в*), наблюдение за которыми позволит принимать решения о мерах для достижения запланированных результатов (ИСО 9001 п. 4.1, *е*) [4].

Критерии (*показатели, характеристики*) служат для возможности измерения и анализа движения к намеченным целям. Таким образом, деятельность по достижению целей неотрывна от измерений и анализа.

Основное назначение анализа данных, собранных при измерениях, кратко можно сформулировать следующим образом:

- преобразование исходных данных в форму, удобную для восприятия (так называемая визуализация данных) и позволяющую идентифицировать несоответствия;
- принятие обоснованных решений при поиске причин несоответствий процессов и продукции.

В стандарте ИСО 9000 (п. 3.8.7) дано следующее определение анализа: «Деятельность, предпринимаемая для установления пригодности, адекватности, результативности, рассматриваемого объекта, для достижения установленных целей» [5].

К сожалению, самостоятельно, т. е. без какого-либо вмешательства в процесс, его показатели (характеристики) вряд ли будут изменяться в желаемом для организации направлении. Более того, аккуратно работая по неизменным процедурам и инструкциям, вряд ли удастся изменить процесс с течением времени. Поэтому для целенаправленного изменения значений характеристик процесса в организации планируют дополнительные к упомянутым имеющимся процедурам и инструкциям мероприятия для улучшения показателей процессов. Об этом говорится в пп. 5.6.3 и 8.5.1 стандарта ИСО 9001 [4].

Замыкается цикл по управлению процессами для достижения целей применением коррекций и корректирующих действий. Прямое указание на это есть в п. 8.2.3 стандарта ИСО 9001: «Организация должна применять подходящие методы мониторинга и, где это целесообразно, измерения процессов системы менеджмента качества. Эти методы должны

демонстрировать способность процессов достигать запланированных результатов. Если запланированные результаты не достигнуты, то, когда это целесообразно, должны предприниматься коррекции и корректирующие действия для обеспечения соответствия продукции» [4].

Виды измерений. Измерения позволяют собрать значимую информацию о процессе, необходимую для идентификации областей для улучшения, оценки результатов проводимых мероприятий.

«Все измеряемые показатели вместе должны образовывать законченную и целостную приборную панель, которую можно использовать для непрерывного мониторинга показателей» [6].

В работе [6] предлагается следующая классификация мер, используемых для измерения уровня показателей:

1. *Прямые и косвенные.* Для того чтобы измерить качество воздуха в зале заседаний, можно измерить температуру, влажность – это прямые меры, однако достаточно сложно установить их оптимальное соотношение. В этом случае можно измерить число лиц, активно участвующих в обсуждениях, или число лиц, по разным причинам покинувших зал. Такие измерения дадут косвенную интерпретацию качества искусственного климата в зале.

2. *Финансовые и нефинансовые.* Финансовые показатели используются наиболее часто. Однако нефинансовые показатели иногда могут дать больше оперативной информации, которая в конечном итоге отразится и на финансовых показателях. Поэтому необходимо совместное использование таких показателей.

3. *Меры результата и меры процесса.* Показатели процесса имеют сильное влияние на результат, и было бы неправильно судить об успешности только по результату, поскольку низкий уровень брака на выходе может быть вызван высокими затратами на 100 %-й контроль.

4. *Меры, определяемые в соответствии с целью:*

– меры результата (дают представление о том, что удалось достигнуть, не говоря о том, как это было достигнуто);

– диагностические меры (это косвенные меры достигнутого, позволяют прогнозировать показатели результата на ближайшую перспективу, их использование дает возможность вовремя определить проблемные места и выбрать способ совершенствования процесса);

– меры компетенции (определяет способность в целом в дальнейшем достигать запланированных результатов).

Для достижения наибольшей информативности и результативности измерений применяемые прямые и косвенные, финансовые и нефинансовые показатели, показатели результата и показатели процесса должны быть сбалансированными. При этом не всегда от измерений требуется предельная точность. Чаще нужно узнать общую тенденцию, достигнуто улучшение или нет, как повлияло принятое решение на показатели. Поэтому

здесь важное значение имеет практическая пригодность измерений для оперативного вмешательства в процесс.

Кроме того, необходимо быть осторожными и разумно выбирать показатели для измерений. Когда измерений слишком много, появляется избыточная информация, которую невозможно проанализировать. Вследствие этого появляется пренебрежение к информации и некоторая действительно важная информация может быть пропущена.

Операциональные определения. Очень часто в определении показателей используются понятия «удовлетворительно», «достаточный», «соответствующий», которые разными людьми могут быть по-своему интерпретированы. Операциональные же определения позволяют всегда понимать друг друга однозначно. Особенно это важно при проведении измерений и сборе данных.

Понятие «операциональное определение» ввел Э. Деминг [7]. Подразумевается, что слова и понятия в разных ситуациях могут иметь разный смысл. Например, стол «чистый» означает, что за ним можно обедать или на нем можно проводить хирургические операции. Операциональное определение придает точный смысл слову, исключая двоякость понимания посредством установления того, как понятие измеряется и применяется в конкретном наборе обстоятельств.

Для начала работ по измерению и анализу характеристик команде необходимо согласовать и в дальнейшем использовать операциональные определения внутри команды. В дальнейшем это позволит избежать ошибок из-за непонимания, которые ведут к потере времени и увеличению вариабельности процесса.

Виды характеристик качества процессов образовательных учреждений. Все показатели процесса (характеристики качества процесса) могут быть отнесены к одной из трех групп:

1) *показатели результата процесса* (ПР) – выходные характеристики качества процесса. Вытекают из требований потребителя процесса. Потребитель процесса может быть внутренним потребителем или одной из заинтересованных в деятельности ОУ сторон. NB: если в качестве потребителя процесса указывается руководитель (отдела, подразделения, факультета и т. д.), то это верный признак того, что персонал ОУ не понимает процессного подхода и в системе отсутствуют процессы, несмотря на то, что сотрудники все время произносят слово «процесс»;

2) *внутренние показатели процесса* (ФТП – факторы технологической последовательности) – внутренние характеристики качества процесса. Характеристики выполняемых в рамках процесса отдельных работ, которые влияют на показатели результата этого процесса;

3) *входные показатели процесса* (ПВ) – входные характеристики качества процесса. Любой процесс формирует ПР – выходные характеристики качества путем преобразования входов, обладающих присущих им характеристиками качества. Таким образом, входные характеристики качества оказывают непосредственное влияние на показатели результатов процесса.

В рамках каждой из указанных групп характеристикам качества должен быть присвоен следующий статус:

– критические (Кр) показатели, связанные законодательными требованиями, требованиями безопасности, требованиями государственных образовательных стандартов, показатели, связанные с государственной аккредитацией и лицензированием;

– значительные (Зн) показатели, влияющие на потерю функциональности «продукции» процесса, т. е. его результата.

При определении перечня ключевых характеристик качества процесса должны быть запланированы следующие аспекты его измерения и анализа (табл. 1).

Таблица 1

1. Показатель	2. Операциональное определение измеряемого значения показателя	3. Единица измерения показателя	4. Метод измерения показателя	5. Метод анализа показателя

Комментарии к таблице:

1) название показателя может не содержать указания на то, что измеряется в рамках этого показателя (например, своевременность, успеваемость, достоверность и т. д.);

2) операциональность определения измеряемого значения показателя заключается в формулировании содержательной части результата измерения и предполагает одинаковое понимание результата всеми участниками, использующими эти измерения (например, операциональное определение показателя «своевременность» можно сформулировать, как разность между установленным сроком и фактическим завершением, выраженной в днях, – см. п. 3);

3) показатель может иметь несколько измеряемых значений (например, «своевременность» может характеризоваться зафиксированным максимальным отклонением от срока за период, средним отклонением за период и числом невыполнения в срок (с учетом допустимого интервала) за период);

4) метод измерения может включать: периодичность измерения и объем выборочных данных, применяемые средства сбора данных, участников измерения и место накопления измеренных характеристик качества процессов;

5) анализ измеренных значений показателя предназначен для вывода, удовлетворяет ли показатель установленным для него требованиям. Необходимо планировать место хранения результатов анализа, которые могут представлять собой всевозможные графики, контрольные карты, экспертные заключения и т. д.

Анализ характеристик качества процессов. Выбор метода измерения и анализа характеристик качества зависит от преследуемой цели.

Методы измерения и анализа результирующих характеристик качества процессов должны позволять получить информацию о том, насколько хорошо процесс реализуется и насколько хороши результаты, которые он дает, в частности:

– идентифицировать процессы или области, которые нуждаются в совершенствовании;

– составить представления о направлении развития с течением времени, т. е. о тренде показателей;

– сравнить уровень собственных показателей с уровнем показателей других организаций;

– оценить, дают ли начатые (или уже завершённые) проекты какой-либо результат или возможен ли результат в будущем;

– основываясь на этом, оценить, какими инструментами стоит пользоваться в будущем для совершенствования.

Здесь можно использовать такие инструменты, как:

– самооценка;

– анализ тренда;

– диаграмма «паутина»;

– диаграмма Парето.

Внутренние характеристики качества процессов используются для того, чтобы оперативно, вовремя вмешаться в процесс и принять предупреждающие мероприятия. Инструменты измерения внутренних характеристик качества процессов предполагают анализ проблемы, с точки зрения поиска причины ухудшения показателей, генерацию идей и проведение мероприятий по совершенствованию. Методы анализа показателей должны давать сигнал о выходе процесса из предсказуемого состояния.

Для характеристик качества, выражаемых в относительных величинах (процентах, долях), применяются контрольные карты Шухарта по альтернативному признаку, диаграмма Парето, диаграмма «паутина», анализ тренда.

Для характеристик качества, выражаемых в абсолютных величинах, применяются контрольные карты Шухарта по количественному признаку, гистограмма, диаграмма «паутина», анализ тренда.

В качестве примера в табл. 2 приведен примерный перечень характеристик качества процесса 2.9 «Подготовка кадров высшей квалификации» реестра процессов и видов деятельности Типовой модели системы качества образовательного учреждения [8].

Из примера видно, что изменение показателей результата процесса от наблюдения к наблюдению будет обусловлено как изменением внутренних показателей процесса, так и изменением входных показателей процесса во времени. С этой точки зрения как внутренние показатели, так и входные показатели процесса могут быть объединены в одну общую группу факторов, которые в той или иной мере влияют на показатели результата процесса.

Таким образом, работа с группой внутренних и входных показателей процесса позволит оперативно вмешаться в процесс для достижения установленных целей в том числе и показателей аккредитации.

Таблица 2

Показатель	Операциональное определение измеряемого значения показателя	Единица измерения показателя	Метод измерения показателя	Метод анализа показателя
<i>Входные показатели процесса</i>				
Уровень претендентов в аспирантуру	Количество претендентов в аспирантуру, имеющих научный задел, от общего количества поступающих в аспирантуру	%	Регистрация претендентов в аспирантуру с указанием наличия научного задела, ответственный – начальник отдела аспирантуры, файл «xxx»	ДП, АТ

Показатель	Операциональное определение измеряемого значения показателя	Единица измерения показателя	Метод измерения показателя	Метод анализа показателя
<i>Внутренние показатели процесса</i>				
Уровень руководства аспирантами	Наличие защитившихся в срок аспирантов (не позднее одного года после окончания аспирантуры) у заявляемого научного руководителя за последние 5 лет от общего количества аспирантов, принятых на обучение заявляемым научным руководителем за соответствующий период		Данные из формы «xxx» базы данных «Аспирантура»	ДП, Д
Уровень организации промежуточной аттестации аспирантов	Отношение количества аспирантов, имеющих не менее 2 выступлений на конференциях и семинарах за отчетный период, от общего количества аттестуемых аспирантов	%	Регистрация данных из отчетов аспирантов по выполнению индивидуального плана, ответственный – секретарь отдела аспирантуры	ККШальт, АТ
	Отношение количества аспирантов, имеющих публикации, от общего количества аттестуемых аспирантов			
	Отношение количества аспирантов 2-го года обучения, сдавших кандидатские экзамены, от общего количества аттестуемых аспирантов 2-го года обучения			
<i>Показатели результата процесса</i>				
Результативность работы аспирантуры	Процент аспирантов, защитивших кандидатские диссертации в отчетном году, но не позднее одного года после окончания аспирантуры	%	Данные из формы «xxx» базы данных «Аспирантура»	АТ, Д, ДП

Используемые сокращения в табл. 2:

АТ – анализ тренда;

Д – диаграмма «паутина»;

ДП – диаграмма Парето;

ККШальт – контрольные карты Шухарта по альтернативному признаку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пузанков Д. В., Степанов С. А. Гарантии качества образования – залог развития высшей школы Российской Федерации // Аккредитация в образовании. 2007. № 15. С. 17–19.
2. Лучшие практики создания систем качества в образовательных учреждениях РФ / В. В. Азарьева, Е. Н. Геворкян, В. И. Круглов и др. СПб.: ПИФ.com, 2007.

3. Рябина Е. А., Степанов С. А. Типовая модель системы качества образовательного учреждения Российской Федерации // Стратегия качества в промышленности и образовании: Сб. ст. IV междунар. конф., г. Варна, 30 мая – 06 июня 2008. Варна, 2008. Т. 1. С. 795–799.
4. ГОСТ Р ИСО 9001–2001. Системы менеджмента качества. Требования. М.: Изд-во Госстандарта, 2003.
5. ГОСТ Р ИСО 9000–2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. М.: Изд-во Госстандарта, 2003.
6. Андерсен Бьерн. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / Пер. с англ. С. В. Ариничева; Науч. ред. Ю. П. Адлер. 3-е изд. М.: РИА «Стандарты и качество», 2005.
7. Нив Генри. Организация как система. Принципы построения устойчивого бизнеса Эдвардса Деминга / Пер. с англ. Ю. Рубаника, Ю. Адлера, В. Шпера. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
8. Методические рекомендации по внедрению типовой модели системы качества образовательного учреждения / В. И. Круглов, Д. В. Пузанков, С. А. Степанов и др. СПб.: ПИФ.com, 2007.

E. A. Ryabinina, S. A. Stepanov, V. V. Yashenko

MONITOR AND MEASURE PROCESSES QUALITY CHARACTERISTICS AT EDUCATIONAL INSTITUTION

This article covers general trends toward establishment of educational institution's quality systems, it includes analysis of general requirements to processes monitoring, the definition of measures' types, classification of processes quality characteristics. There are recommendations to process control based on monitor and measure processes quality characteristics.

The process approach, processes quality characteristics, educational institution process control, monitor and measure processes



УДК: 81, 373.421

Ю. В. Филиппова

ЭКСПРЕССИВНЫЕ СИНОНИМЫ РУССКОГО ЯЗЫКА (НА МАТЕРИАЛЕ ЛЕКСИКО-СЕМАНТИЧЕСКОЙ ГРУППЫ ГЛАГОЛОВ, ОБОЗНАЧАЮЩИХ ПОВЕДЕНИЕ И ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА)

Проводится лингвистический анализ синонимических рядов экспрессивных глаголов, входящих в лексико-семантическую группу, обозначающую поведение и жизнедеятельность человека.

Синонимы, синонимический ряд, экспрессивная лексика

Экспрессивный фонд русского языка очень богат и разнообразен. Экспрессивные единицы функционируют на всех языковых уровнях, но основную нагрузку несут единицы лексико-семантического уровня. Мотивационные моменты и тесно связанное с ними эмоциональное состояние говорящего накладывают отпечаток на организацию его речи, что на практике реализуется выбором определенных эмоционально-экспрессивных средств языка. Экспрессивность является одной из характерных особенностей живой разговорной речи, которая находит свое отражение в языке художественной литературы.

Особое место в системе экспрессивных лексических единиц занимает глагол, что связано с вербоцентрической организацией лексической системы русского языка вообще и лексической системы разговорной речи в частности. Экспрессивные глаголы часто образуют синонимические пары или синонимические ряды – довольно большие по объему. В силу национальной специфики, наличия разного рода коннотаций такие ряды с трудом поддаются переводу на другой язык. Вместе с тем без адекватного понимания значения и нюансов различий глаголов одного синонимического ряда полноценное прочтение иностранными учащимися художественного произведения зачастую невозможно.

Объектом нашего исследования стали экспрессивные глаголы, входящие в лексико-семантическую группу, обозначающую поведение и жизнедеятельность человека. В эту группу входит большое количество экспрессивных синонимов (54 единицы, которые были распределены по 10 синонимическим рядам), что, несомненно, связано с антропоцентрическим

строением языка. По мнению ряда исследователей, экспрессивно осмысливается то, что представляет для человека наибольшую значимость в социально-бытовом отношении. Наибольшая конкретность наблюдается там, где обозначается нечто жизненно важное для человека. В таких случаях используется хорошо развитая экспрессивная синонимика. Глаголы были выбраны из произведений М. Булгакова, М. Зощенко, В. Шукшина, Ю. Алешковского, М. Веллера, В. Кунина, в языке произведений которых широко представлена разговорная речь и, как следствие этого, встречается множество экспрессивных глаголов.

В лексико-семантическую группу, обозначающую поведение и жизнедеятельность человека, вошли следующие синонимические ряды глаголов: 1) «вызывающе вести себя»: *бузить, хорохориться, колбаситься, выкаблучиваться*; 2) «украсть»: *упереть, спереть, свистнуть, слимонить, уволочь, слямзить, зажилить, стибрить, стащить, бомбануть, скоммуниздить*; 3) «обмануть»: *объегорить, подкузьмить, опутать*; 4) «работать»: *горбатиться, вкалывать, вlamывать, ишачить*; 5) «потратить деньги»: *просадить, ухайдакать, уханькать, ухлопать*; 6) «заниматься чем-либо»: *валандаться, вожжаться*; 7) «поссориться»: *расплеваться, поцапаться*; 8) «выпить спиртное»: *клюкнуть, вспрыснуть, выкушать, вылакать, жахнуть, смазать, хлопнуть, остограмится, врезать, жрать, трескать*; 9) «дойти до состояния алкогольного опьянения»: *нализаться, надраться, надрызгаться, накачаться, набанкетиться, нахрюкаться, перебрать*; 10) «есть, принимать пищу»: *жрать, лопать, шамать, хрюпать, харчеваться, заправиться*.

Обратимся к анализу каждого синонимического ряда.

• Глаголы первого ряда с общим значением «вызывающе вести себя» различаются по следующим семантическим признакам: 1) причина подобного поведения: *бузить* (несогласие с чем-то, нежелание повиноваться), *хорохориться* (излишняя самонадеянность, хвастливость), *колбаситься* (нетрезвое состояние), *выкаблучиваться* (попытка обратить на себя внимание); 2) отношение субъекта к окружающим: *бузить* (агрессивная настроенность), *хорохориться* (возвышение себя над другими), *колбаситься* (равнодушие к окружающим), *выкаблучиваться* (желание быть замеченным); 3) посредством чего выражается состояние субъекта: *бузить* и *хорохориться* (через крик), *колбаситься* (через пение и танцы), *выкаблучиваться* (любые способы привлечения внимания окружающих).

Важно отметить, что обязательной для данных глаголов является сочетаемость с позицией субъекта, обозначенного личным местоимением: *Он бузит; Он хорохорится; Он колбасится*. Однако важно отметить, что *бузить* не употребляется в первом лице единственного числа. С точки зрения стилистической принадлежности, глаголы *бузить, колбаситься, выкаблучиваться* относятся к просторечию. *Хорохориться* относится к разговорному стилю речи.

Примеры:

А был этот человек в высшей степени сознательный. Другой бы выпивший человек начал бузить и расстраиваться, а Николай Иванович чинно и благородно прошелся по проспекту (Зощенко М. Прискорбный случай).

Выигравший долго хорохорился и пил пиво, крича, что он плюет на всех (Зощенко М. Веселая игра).

И вот выпил человек полторы бутылки горькой, немножко, конечно, поколбасился на улице, спел чего-то там такое и назад к дому вернулся (Зощенко М. Землетрясение).

По струнке сироты у нее ходили, а как выкаблучивался кто-нибудь или воровал на кухне, так она бралась за дело и колошматила виновных в кладовой мокрыми полотенцами (Алешковский Ю. Карусель).

• Глаголы, входящие в синонимический ряд с общим значением «украсть», различаются по следующим дифференциальным семам: 1) предмет кражи: *упереть, спереть* (что-либо из предметов быта), *свистнуть* (карманная кража – часы, кошелек), *уволочь* (что-либо тяжелое, объемное), *стибрить* (еда), *стащить* (что-либо из предметов быта); 2) хитрость, ловкость, проявляемые при краже, – данная сема входит в значение следующих глаголов: *свистнуть, слимонить, слямзить, стибрить*; 3) присвоение взятого в долг: *зажилить*.

Все глаголы данного синонимического ряда (кроме *бомбануть*) являются переходными, объектом при них является неодушевленное существительное. Все глаголы (кроме *бомбануть*) также допускают употребление существительного в родительном падеже, отвечающего на вопрос *у кого?* С точки зрения стилистической принадлежности, все глаголы данного ряда относятся к просторечию, *упереть, спереть, слямзить* имеют помимо этого грубую коннотацию.

Примеры:

Упрут портьеры, а вам за них отвечать (Зощенко М. С луны свалился).

Кажись, – говорит, – граждане, действительно у купца бумажник свистнули (Зощенко М. Актер).

Оказалось, что хозяин из боязни того, что некоторые зарвавшиеся гости могут слимонить лампочку, выкрутил ее... (Зощенко М. Гости).

Не только у нас капусту уволокли, а и бочку, черти, укатали, и кадушечку слямзили (Зощенко М. Бочка).

Шубу-то, – говорит, – я у брата своего зажилил (Зощенко М. Собачий нюх).

Физкультурник распахивает окно и обращается к собравшемуся на дворе честному народу (кто из них стибрил мои продукты?) (Алешковский Ю. Карусель).

Почему калоши нужно до сих пор еще запирать под замок? И еще приставлять к ним солдата, чтобы кто-либо их не стащил? (Булгаков М. Собачье сердце).

Он бомбанул (ограбил) русского журналиста (Веллер М. Легенда о теплоходе «Вера Артюхова»).

Я его одного в каюте оставить не могу, ведь сразу скоммуниздит что-нибудь (Веллер М. Легенда о теплоходе «Вера Артюхова»).

• Синонимы, составляющие синонимический ряд с общим значением «обмануть», различаются по следующим дифференциальным признакам: 1) серьезность обмана: *объегорить, подкузьмить, опутать*; 2) тема обмана: деньги (*объегорить*), бытовая ситуация (*опутать*); 3) применение хитрости (*объегорить, опутать*). Все три глагола требуют употребления прямого дополнения, отвечающего на вопрос *кого?* и обозначающего человека – объект действия. С точки зрения стилистической принадлежности, все глаголы данного ряда относятся к просторечию. Глагол *опутать* входит в состав данного ряда в переносном значении.

• Глагольные синонимы, составляющие синонимический ряд с общим значением «работать», различаются по следующим дифференциальным признакам: 1) степень тяжести труда (*горбатиться* → *вкалывать* → *вламывать* → *ишачить*); 2) мотив: собственное желание (*вкалывать*), трудное материальное положение (*вламывать, ишачить*), обстоятельства (*горбатиться*).

Характерно, что субъектом при данных глаголах может выступать только человек. Все глаголы этого ряда являются непереходными, а с точки зрения стилистической принадлежности относятся к разговорному стилю речи.

Примеры:

А я честно всю жизнь горбатился! (Шукшин В. Критики).

Я жалею только об одном, что гнул спину действительно на совесть – почти полвека, – не считаясь ни со временем, ни со здоровьем, вкалывал на субботниках (Алешковский Ю. Карусель).

– Чего им не хватало?! Чего?! – негромко и отчаянно восклицал Вася. – Вламывали мы как папы Карлы! (Кунин В. Иванов и Рабинович, или Ай гоу ту Хайфа).

Марина ишачила на Карлу, за червонец с ноги да иногда премии от щедрот (Веллер М. Марина).

• Глаголы синонимического ряда с общим значением «потратить деньги» различаются по следующим дифференциальным признакам: 1) количество потраченных денег: все имеющиеся деньги (*ухлопать*), большое количество (*просадить*, *уханькать*), небольшое количество (*ухайдакать*); 2) отношение говорящего: досада, сожаление (*просадить*, *ухайдакать*), удивление (*ухлопать*), безразличие (*уханькать*).

Все глаголы этого ряда сочетаются с дополнением, обозначающим деньги, и являются переходными. При глаголах *уханькать*, *ухайдакать* обстоятельство может также отвечать на вопрос *сколько?* и обозначать истраченную сумму денег. С точки зрения стилистической принадлежности, *ухайдакать*, *уханькать* относятся к просторечию, *ухлопать*, *просадить* – к разговорному стилю речи.

Примеры:

Так это ж сколько денег просадить можно?! (Шукшин В. Петька Краснов рассказывает).

Зря и напрасно я, братишечки, деньги ухлопал (Зощенко М. Бедность).

Ухайдакали мы с тобой пять рубликов (Шукшин В. Экзамен).

То-то ты полторы сотни уханькал – по ресторанам-то (Шукшин В. Петька Краснов рассказывает).

• Синонимы, входящие в синонимический ряд с общим значением «заниматься чем-либо», различает дифференциальная сема объекта действия (*вожжаться* – объект неприятный для собеседника, *валандаться* – объект требует внимания, времени).

С точки зрения стилистической принадлежности, оба глагола относятся к просторечию.

Примеры:

Задача союза – заботиться о живых, а не валандаться с мертвыми (Зощенко М. Последняя неприятность).

У меня мало времени вожжаться с вами (Зощенко М. Слабая тара).

• Значения глаголов, входящих в синонимический ряд с общим значением «поссориться», различаются по дифференциальному признаку серьезности конфликта (*расплеваться* – полностью прекратить отношения с кем-либо, *поцапаться* – конфликт несерьезный, чаще всего из-за бытовых проблем). Оба глагола являются возвратными. Значение глагола *поцапаться* является переносным от прямого, обозначающего действия животных (хватать когтями). Оба глагола допускают употребление дополнения, отвечающего на вопрос *кем?* и обозначающего

человека, с которым происходит конфликт. С точки зрения стилистической принадлежности, *расплеваться* относится к просторечию, а *поцапаться* – к разговорному стилю. Оба глагола к тому же употребляются в переносном значении.

Примеры:

Родственники и свойственник, которые были мои и женины, – со всеми расплевался. Поссорился (Зощенко М. Богатая жизнь).

Не ставь ты людей в смешное положение, действительно. Это же не кум с кумой поцапались? (Шукшин В. Материнское сердце).

• Синонимы, составляющие синонимический ряд с общим значением «выпить спиртное», различаются по следующим дифференциальным признакам: 1) количество выпитого спиртного: небольшое количество (*клюкнуть, вспрыснуть, выкушать, жахнуть, смазать, хлопнуть, остограмиться*), большое количество (*вылакать, врезать, жрать*); 2) вид спиртного напитка: водка (*жрать, выкушать, врезать, остограмиться*), шампанское (*вылакать*). Почти все глаголы этого ряда имеют форму совершенного вида, за исключением *жрать*, который в данном значении употребляется только в несовершенном виде, и *трескать*, в интересующем нас значении обычно имеющего несовершенный вид. Что касается синтагматических связей анализируемых глаголов, то глаголы *вылакать, жахнуть, смазать, хлопнуть, жрать, трескать* требуют употребления дополнения, отвечающего на вопрос *что?* и обозначающего спиртной напиток либо емкость (бутылка, стакан). При глаголах *врезать, выкушать* дополнение употребляется в родительном падеже и отвечает на вопрос *чего?* Так же как и глаголы *клюкнуть* и *остограмиться*, эти глаголы могут употребляться без дополнения. С точки зрения стилистической принадлежности, *клюкнуть, выкушать, вылакать, жахнуть, смазать, врезать, жрать, трескать* относятся к просторечию, причем *вылакать, жрать, трескать* сопровождаются пометой «грубое», а *выкушать* – «ироничное». Глаголы *вспрыснуть, жахнуть, хлопнуть, остограмиться* относятся к разговорному стилю речи (*вспрыснуть* сопровождается пометой «шутливое»).

Примеры:

Вот куплю, – думал, – лошадь и клюкну тогда. Будьте покойны (Зощенко М. Беда).

– Пойдем, я желаю тебя угостить.

– Вспрыснуть, значит? – спросил земляк улыбаясь (Зощенко М. Беда).

И тем более было у него две бутылки запасено. Он взял и выкушал (Зощенко М. Землетрясение).

Открыл он по дороге в отделение шампанское, чтоб не пропало зря, вылакал его из горла (Алешковский Ю. Карусель).

Усмехнулся Федя как-то странно, жахнули мы (вытили) еще бутылочку (Алешковский Ю. Карусель).

Витька Борзенков пошел в винный ларек «смазать» стакан-другой красного. (Шукшин В. Материнское сердце).

– Я не пью, – отказалась она и хлопнула полстакана коньяка (Веллер М. Марина).

Увидел вывеску «Ресторант» – вот и остограммимся. (Веллер М. Легенда о стажере).

Стресс он может рязрядить способами исключительно дедовскими: водки врезать, в морду вмазать (Веллер М. Легенда о теплоходе «Вера Артюхова»).

– Арон! Прекрати жрать водку! (Кунин В. Иванов и Рабинович, или Ай гоу ту Хайфа).

А чего она одна, спрашивается, в кабаке сидит? И винище трескает (Веллер М. Легенда о стажере).

• Значения глаголов, входящих в синонимический ряд с общим значением «дойти до состояния алкогольного опьянения», различаются по следующим дифференциальным признакам: 1) состояние, поведение после выпитого (*нализаться* – активное, *нажраться*, *нахрюкаться*, *перебрать* – очень плохое самочувствие, бездеятельность, *надрызгаться* – шумное поведение); 2) степень алкогольного опьянения: *набанкетиться* → *нализаться* → *накачаться* → *надраться* → *нахрюкаться* → *перебрать* → *надрызгаться* → *нажраться*.

Из анализа данных глаголов видно, что обязательной для всех глаголов является субъектная сочетаемость (*он нализался*, *нахрюкался* и т. д.). Все глаголы данного ряда, за исключением *перебрать*, являются возвратными и содержат префикс *на-*, который в сочетании с постфиксом *-ся* имеет значение полной завершенности действия. Что касается сочетаемости глаголов, то *нализаться*, *нажраться* допускают употребление дополнения, отвечающего на вопрос *до чего?* и обозначающего степень опьянения. При глаголах *нахрюкаться*, *набанкетиться* степень опьянения выражается обстоятельством, отвечающим на вопрос *как?* Все глаголы данного ряда могут также употребляться без дополнения. С точки зрения стилистической принадлежности, только *перебрать* относится к разговорному стилю речи, остальные глаголы являются просторечными. *Нажраться*, *надраться*, *надрызгаться* сопровождаются пометой «грубое», а *нализаться* имеет ироничную коннотацию.

Примеры:

Другая дама налижется до того, что любому мужчине сто очков вперед даст (Зощенко М. Гости).

Этот старикашка, дай бог ему здоровья и счастливой старости, в первые же пять минут нажрался до того, что «мама» сказать не мог (Зощенко М. Гости).

На это ему жена сказала, что если он сам не надерется по случаю крещения дочери, то никакого шума не будет стоять около этого вопроса (Зощенко М. Роза-Мария).

На седьмой день своего пребывания он в пивной надрызгался и стал там буйнить (Зощенко М. Огни большого города).

Так что к вечеру несколько сот человек прилично накачались (Алешковский Ю. Карусель).

И вот он набанкетился в угар и дым с ошалелой поклонницей (Веллер М. Артист).

После седьмого сеанса пап нахрюкался изрядно коньяку, пнул свихнувшийся инструмент и вытер слезы (Веллер М. Легенда о Лазаре).

– *Что, сынок, перебрал?* (Валлер М. Баллада датской тюрьмы).

• Синонимы, составляющие синонимический ряд с общим значением «есть, принимать пищу», различаются по следующим дифференциальным признакам: 1) степень испытываемого чувства голода: сильный голод (*жрать*, *лопать*, *хряпать*, *заправиться*), небольшая степень (*шамать*, *харчеваться*); 2) интенсивность, с которой поедается пища: есть быстро, жадно (*жрать*, *лопать*, *хряпать*); 3) насколько эстетично выглядит процесс еды: неэстетично (*жрать*, *лопать*, *хряпать*), в остальных случаях эстетичность – неэстетичность не выражена явно. Все глаголы данного ряда (за исключением *заправиться*, *харчеваться*) являются переходными, причем объектом является какой-либо продукт

питания. С точки зрения стилистической принадлежности, только *заправиться* относится к разговорному стилю речи. Остальные глаголы являются просторечными; *жрать*, *шамать*, *хрюпать* имеют к тому же грубую коннотацию.

Примеры:

Без манишечки, – говорит, – человеку пожрать не позволяют (Зощенко М. Рабочий костюм).

Егор Иванович говорил, что он шесть лет лопал солому и что ему до зарезу нужна лошадь (Зощенко М. Беда).

Утром, например, встал, рожу всполоснул, пошамал и лежи на боку (Зощенко М. Чудный отдых).

Я тиджачишко накинул, похрюпал на дорогу – и к ним (Зощенко М. Жертва революции).

И на поминки он пошел не для того, чтобы заправиться (Зощенко М. Поминки).

Я без пропитания оставаться не могу, – забормотал он, – где же я буду харчеваться (Булгаков М. Собачье сердце).

В научной литературе не раз предпринимались попытки классифицировать средства выражения лексической экспрессивности. Эти классификации проводились главным образом на основе отнесенности экспрессивов к определенному уровню языковой системы. Опираясь на рассмотренные исследования и принимая во внимание анализируемый нами материал, мы разработали собственную классификацию средств выражения лексической экспрессивности. В соответствии с данной классификацией выделяются следующие способы выражения лексической экспрессивности:

1. Собственно экспрессивная лексика (*жрать*, *шамать*, *спереть*, *валандаться*).
2. Звукосимволизм (*ухлопать*, *нахрюкаться*, *хрюпать*).
3. Парадоксальная внутренняя форма (*колбаситься*, *выкаблучиваться*, *слимонить*).
4. Переносное значение полисеманта (*заправиться*, *свистнуть*, *накачаться*).
5. Семантико-словообразовательный способ (*вожжаться*, *надраться*, *объегорить*).

Анализируемый нами материал с точки зрения способа выражения экспрессивности можно представить в виде следующей таблицы.

Средства выражения лексической экспрессивности

Собственно экспрессивная лексика	Звукосимволизм	Парадоксальная внутренняя форма	Переносное значение полисеманта	Семантико-словообразовательный способ
<i>Валандаться</i>	<i>Хлопнуть</i>	<i>Бомбануть</i>	<i>Стащить</i>	<i>Просадить</i>
<i>Стибрить</i>	<i>Хрюпать</i>	<i>Выкаблучиваться</i>	<i>Уволочь</i>	<i>Вожжаться</i>
<i>Вламывать</i>		<i>Слимонить</i>	<i>Расплеваться</i>	<i>Лаяться</i>
<i>Ухайдакать</i>			<i>Упереть</i>	<i>Надраться</i>
<i>Уханькать</i>			<i>Вспрыснуть</i>	<i>Объегорить</i>
<i>Шамать</i>			<i>Накачаться</i>	<i>Нахрюкаться</i>
			<i>Нализаться</i>	<i>Скоммуниздить</i>
			<i>Перебрать</i>	<i>Слямзить</i>
			<i>Свистнуть</i>	<i>Харчеваться</i>
			<i>Вкалывать</i>	<i>Хорохориться</i>
				<i>Набанкетиться</i>
				<i>Остограмиться</i>
				<i>Поцапаться</i>
				<i>Нажраться</i>

Как видно из таблицы, особого внимания заслуживает наличие в составе слова аффиксов. Различные аффиксы, сочетаясь с корневыми морфемами экспрессивного характера, еще более акцентируют движение, процесс, состояние, подчеркивая их силу, резкость, интенсивность. Таким образом, наиболее продуктивными способами выражения лексической экспрессивности явились семантико-словообразовательный способ, а также использование слова в переносном значении, наименее продуктивными – звуко-символизм и наличие в слове парадоксальной внутренней формы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алешковский Ю. Карусель. М.: ННН, 1996.
Булгаков М. А. Собачье сердце // Юмор серьезных писателей. М.: Худож. лит., 1990.
Веллер М. Рассказы. СПб.: Объединенный капитал, 1997.
Зошенко М. М. Собр. соч.: В 5 т. М.: Русслит, 1994.
Кунин В. Иванов и Рабинович, или Ай гоу ту Хайфа. СПб.: Новый Геликон, 1994.
Шукшин В. М. Калина красная. Йошкар-Ола: Марийское кн. изд-во, 1983.

Y. V. Filippova

EXPRESSIVE RUSSIAN SYNONYMS (ON THE MATERIAL OF LEXICO-SEMANTIC GROUP OF VERBS DESCRIBING HUMAN BEHAVIOR AND ACTIVITY)

Linguistic analysis of synonymic groups of expressive verbs, comprising lexico-semantic group describing human behavior and activity, is carried out.

Synonyms, synonymic group, expressive words



УДК 621 (099)

К 150-летию со дня рождения А. С. Попова

Е. Дюкрете

О ГЕРЦЕВОЙ ТЕЛЕГРАФИИ БЕЗ ПРОВОДОВ С РАДИОКОНДУКТОРОМ БРАНЛИ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯМИ А. ПОПОВА И Е. ДЮКРЕТЕ

Перевод доклада французского промышленника Е. Дюкрете¹. Хотя доклад в определенной степени носит рекламный характер, в нем зафиксирован приоритет А. С. Попова по отношению к опытам Маркони.

Г. Герц, герцевские волны, А. С. Попов, Г. Маркони, М. Бранли, Лодж, Рояр, Ван Берхем, радиокондуктор, катушка Румкорфа, Бозе, Роже

Приборы, которые я имею честь вам демонстрировать, позволяют осуществить явление, представляющееся весьма таинственным, если не дать его объяснения.

Телеграфист с помощью своего манипулятора посылает путем долгих или коротких нажатий депешу, регистрируемую без посредства какого-либо соединяющего линейного провода на приемной станции, расположенной на известном расстоянии. Многие километры уже таким способом перекрыты. Более того, депеша, посланная таким способом в пространство, кажется падающей с неба и регистрируется без участия телеграфиста. Регистрирующий аппарат сам разматывает свою ленту с приходом электрических волн и сам останавливается, как только такие волны перестают приходить.

Записывающий приемник², созданный мною, автоматичен, и короткие или долгие сигналы, которые он регистрирует, составляют сигналы хорошо всем известной азбуки Морзе.

Я должен вам дать некоторые объяснения по поводу электрических волн, которые, будучи посланы из одного места, способны преодолеть пространство и возбудить аппарат, предназначенный для обнаружения их присутствия. Известно, что быстрые электрические колебания, открытые и изученные г-ном Герцем в 1889 г., создают индукцию значительной силы, интенсивность которой может быть обнаружена на известном расстоянии с помощью искры, полученной в прерываемой электрической цепи. опыты Герца показали аналогию, которая существует между электрическими волнами и волнами света, подтверждая тем самым теорию, изложенную Максвеллом в 1865 г.

Аппарат Герца содержит в своей совокупности осциллятор и резонатор; индуктор возбуждает осциллятор.

Индуктор – это мощная индукционная катушка (или трансформатор), производящая сильные периодические искровые разряды между двумя шарами, соединенными с проводящими поверхностями, образующими электрическую емкость, – это и есть осциллятор Герца. В этих условиях электрический разряд между шарами становится возбуждающим, и период этого возбуждения изменяется в зависимости от емкости и самоиндукции цепи; уменьшая как ту, так и другую, можно получить весьма высокие частоты, которые профессор Бозе из Калькутты определяет в 50 000 миллионов в секунду для шаров диаметром в 6 мм. Но эта частота несравнима с частотой световых колебаний, достигающей 500 триллионов в секунду. Эта возбуждающая искра может проскакивать или в воздухе, или в разреженном газе, но г-н Саразен и г-н де ля Рив показали, что эффект является более устойчивым и более сильным, если заставить ее вспыхивать в изолирующей жидкой среде. Не представляет большого труда убедиться, что если заставить один из шаров разряжаться прямо в землю, последняя будет играть роль электрической емкости. Тот же эффект имеет место при использовании прямолинейного проводника или проводника, свернутого соленоидом, как это делается в аппаратах высоких частот.

На расстояниях, имевших место в опытах Герца, индукция вызывала очень маленькую искру, наблюдавшуюся в зазоре между концами резонатора, которые можно было сближать с помощью микрометрического винта. Именно в этом небольшом зазоре и наблюдается появление вторичной искры. Эта прерывистая искра проскакивает очень быстро, и ее можно возбуждать в пустотелых трубках.

Г. Герц показал еще, что существует определенная связь между размерами первичного и вторичного проводников, при которых активность их взаимодействия является максимальной, составляя в результате явление, аналогичное акустическому резонансу.

Я не описываю экспериментов Герца, показывающих, что электрические волны могут пронизывать изолирующие среды, что вполне возможно получить их отражения, преломление, интерференцию и дифракцию, что можно осуществлять поляризацию прямолинейную, эллиптическую и круговую. Их способность распространяться в пространстве позволяет нам прийти к беспроволочному телеграфу, осуществленному в 1895 г. русским ученым профессором Поповым, а затем в таких же условиях в 1896 г. г-н Маркони; и тот и другой использовали трубки с опилками нашего соотечественника профессора Бранли, который создал необходимый орган для этого применения электрических волн.

Трубка с опилками является высокочувствительным приемником для индуцированных токов даже на больших расстояниях и вследствие этого заменяет известный резонатор Герца. Профессор Лодж в Англии и г-да Рояр и Ван Берхем в Женеве успешно применяли ее, начиная с 1893 г., для обнаружения электрических волн, создаваемых на достаточно больших расстояниях от трубки с опилками Бранли.

Еще в 1890 г. Бранли обнаружил действие электрических разрядов на металлические вещества с прерывными свойствами, каковыми и являются металлические опилки в изолирующей среде и помещенные между двумя проводниками, образующими замкнутый контур, в котором находятся батарея и гальванометр. Эти вещества, изолированные и обладающие высоким электрическим сопротивлением, становятся проводниками, когда на них падает электрическая волна. С другой стороны, проводимость исчезает в результате

механического встряхивания, но снова появляется, когда на них падают новые волны. Гальванометр, включенный в цепь трубки с опилками, резко отклоняется, когда на расстоянии появляется искра. Встряхивание трубки с порошком возвращает им высокое сопротивление, и гальванометр вновь показывает нуль.

Эти эксперименты фундаментальны. Г-н Бранли также показал, что его трубки с опилками, при определенной конструкции, могут без встряхивания, сами по себе, возвращаться к высокому сопротивлению.

Как мы увидим дальше, представляется вполне возможным автоматически производить встряхивание трубки с опилками.

Г-н Бранли дал трубке с металлическими опилками название радиокондуктора. Это название напоминает о том, что проводимость восстанавливается в результате электрического излучения, возбужденного искрой от какого-либо источника. Чувствительность этого приемника очень высока, и она проявляется на большом расстоянии через перегородки и стены.

Если мы преобразуем гальванометр в реле, замыкая цепь, или если мы заменим его чувствительным телеграфным реле, то мы сможем вводить в такой цепи местный источник энергии электрических волн, приходящих без проводов из пространства или эфира, которые передают электрические колебания от искрового разрядника подобно световым волнам. В обоих случаях распространение этого возбуждения можно полагать схожим со звуковыми волнами в воздухе.

Мы имеем, таким образом, все элементы, необходимые для осуществления телеграфа без проводов на герцевых волнах. Достаточно, чтобы чувствительное реле включало электромагнит регистрирующего прибора и чтобы на расстоянии излучались и передавались через пространство электрические волны путем коротких или длинных разрядов в соответствии с кодом Морзе. Одновременно реле включает электромагнит молоточка, который встряхивает опилки радиокондуктора. Так, автоматически каждая волна, достигшая прибора, вызывает ток, возвращающий сопротивление радиокондуктора в начальное состояние. Практически для этого достаточно подобрать мощность передатчика соответственно тому расстоянию, которое мы хотим перекрыть.

Прибор, описанный и построенный в 1895 г. профессором А. Поповым³, был устроен именно так; он был применен для приема электрических волн, возбуждаемых атмосферными разрядами, и для передачи на большие расстояния телеграфных сигналов, регистрируемых приемником. Начиная с 1895 г., г-н Попов в своих публикациях и сообщениях Обществу русских ученых доказывает, что его аппарат может быть практически использован во флоте для передачи сигналов на большие расстояния. Чтобы повысить чувствительность аппарата, Попов соединял один из электродов радиокондукторов Бранли с изолированной металлической проволокой, укрепленной на конце мачты, другой электрод соединялся с землей. Эта система может быть использована и для осциллятора со сферическими поверхностями⁴. В обоих случаях оба эти проводника служат электрической емкостью, как я уже об этом сказал выше.

Изолированный проводник приемного аппарата является улавливателем электрических волн, излученных в пространство; у передатчика он является излучателем. Их общая длина может подбираться и меняться сообразно с преодолеваемым расстоянием. Для двойных станций с помощью переключателя мачты попеременно выполняют обе эти функции.

Как легко убедиться по чертежам схем, эти проводники не имеют соединения с электромагнитами аппарата, в противоположность обычной телеграфии, где земля служит обратным проводом для линейного тока, протекающего по обмотке электромагнита.

Мы теперь знаем все отдельные части, составляющие систему телеграфирования без проводов, изобретенную и примененную Поповым. Итак, электрические волны, возбужденные искровым вибратором, служащим передатчиком, достигают радиокондуктора Бранли, который становится проводником. В результате этого цепь с включенным в нее регистрирующим приемным реле замыкается. В то же время автоматически маленький электрический молоточек встряхивает опилки радиокондуктора. В результате этого проводимость трубки с порошком исчезает и все возвращается в первоначальное состояние, пока новая волна не достигнет чувствительной трубки.

Я опишу теперь аппараты, которые я имею честь вам представить и отличающиеся некоторыми практически важными усовершенствованиями, сделанными мною⁵. Как все телеграфные аппараты, они имеют передатчик и приемник.

Передатчик содержит индукционную катушку Румкорфа, достаточно мощную, если она должна работать на большие расстояния. Модель, которую я создал, портативна. В первичной цепи индуктора находится вибратор или прерыватель непрерывного действия в зависимости от мощности индукционной катушки. Тот, с которым я экспериментировал и который я представил Обществу*, является мотором. Его работа не оставляет желать ничего лучшего в смысле регулярности и скорости. Специальной ручкой манипулятора производятся длинные и короткие разряды. Батарея аккумуляторов вырабатывает электрический ток, который циркулирует в индукторе. Эта электрическая энергия с напряжением всего в несколько вольт превращается во вторичной обмотке из тонкой проволоки и хорошо изолированной от первичной обмотки в высокое напряжение, превосходящее 200 000 В для катушки, фигурирующей в опыте. Оно позволяет получить искровой разряд между шарами разрядника. Следует отметить, что после этого превращения электрическая энергия высокого потенциала не превосходит 60 Вт или примерно 1/12 лошадиной силы.

Вибратор построен согласно данным профессора Риги, но эта модель позволяет регулировать длину искр с момента сближения шаров, а также наблюдать эти искры внутри сосуда, если они проскакивают в изолирующей жидкости, как об этом было сказано выше. Вибратор с тремя шарами, использованный г-ном Лоджем и г-ном Бозе, дал хорошие результаты. Искровые разряды, короткие или длинные, производятся ручным манипулятором и дают электрические волны, которые воздействуют на расстоянии на приемник.

Приемник содержит:

1. Радиокондуктор Бранли с автоматическим встряхивателем, расположенным, как у Попова. Моя модель не содержит стеклянной трубки, и внутренние цилиндры, между которыми находятся опилки, имеют регулятор. Благодаря конструкции этих чувствительных трубок действие внешнего воздуха на порошок исключено, точно так же как не требуется и его возобновление в трубке. Электроды радиокондуктора, как это было сказано, соединены с изолированным проводом (приемник Попова) и с землей.

* См. сообщения Общества 1897 г., с. 147.

2. Телеграфное реле высокой чувствительности (рис. 2). Я указывал, что гальванометрическое реле может быть использовано с успехом как реле, приводящее в действие электромагниты как самого регистратора, так и встряхивателя. Чтобы избежать действия искр от прерывателя тока, достаточно включить в цепь, как я это указывал в 1893 г., или маленький вольтметр, или сопротивление, или конденсатор и т. п. Реостат от вольтметра с платиновыми стержнями дает хорошие результаты.

3. Приемник-регистратор. Как я уже говорил, приемник, который я построил, действует автоматически. Он позволяет упразднить телеграфиста при беспроводном приеме герцевских волн. Это имеет большое значение, и вы сами убедитесь в этом.

Приемник благодаря большой чувствительности радиокондуктора Бранли может регистрировать все электрические волны, способные воздействовать на чувствительность трубки даже тогда, когда эти волны атмосферного происхождения. Обычное участие телеграфиста сводится к разворачиванию бумажной ленты при каждом вызове и к остановливанию ее, когда волны перестают поступать.

Сделав приемник автоматическим, я устранил обязательное участие телеграфиста для регистрации сигналов. Приемник сам разворачивает бумагу, когда приходят волны, и останавливает ее, когда волны перестают поступать. Пробелы отделяют каждую депешу и каждый прием волн. Для телеграфии без проводов радиокондуктор со встряхивателем возбуждаются электрическим реле. Они вполне удовлетворяют условиям приема: чтение сигналов может производиться на слух с помощью портативных аппаратов. Эта группа при желании может быть соединена также с портативным, независимым приемником-регистратором. Эти портативные аппараты, передатчик и приемник со стержнем мачты, могут быть помещены в обычных телеграфных повозках или на автомобилях.

Расстояния, достигнутые в первых опытах г-на Попова, составляли: 1500 м, затем 5 км над морем с вертикальной изолированной проволокой 18 м высотой⁶. Работы Попова ни разу не прерывались⁷. Г-н Маркони получил дальности: 5, 16 и 23 км с мачтами в 25, 30 и 36 м высоты; примененные аппараты имели мощность той же величины, как и те, которые я имел честь вам показать. Эксперименты показывают, что эти расстояния практически смогут быть превзойдены без пропорционального увеличения высоты вертикальных проводов.

Не следует думать, что эти интересные эксперименты приведут к тому, что герцевский телеграф без проводов заменит обычный электрический и оптический телеграф. Но на основании приведенных данных можно предвидеть, какую помощь он может оказать для связи между судами и берегом, для маяков, для связи между берегом и ближайшими островами, для отдельных постов наших африканских и азиатских колоний, для текущих военных служб и служб эксплуатации и т. д.

Можно видеть, что новая система телеграфирования не будет иметь недостатка в практическом применении.

Дистанционный эффект, характеризующий герцевский телеграф, связан с применением весьма слабой электрической энергии. Бранли показал, что эта энергия может быть усилена: батарея более чем из двенадцати аккумуляторов может быть включена в цепь с мощным радиокондуктором; в результате сила тока в такой цепи будет изменяться от нуля до 15...20 А именно в тот момент, когда опилки в трубке становятся проводником под действием искры.

Вводя в цепь электромагнит (представляющий собой реле для сильного тока) вместе с одним из моих маленьких радиокондукторов, стало возможным получать весьма сильное

действие⁸, как только на расстоянии возбуждается искра: якорь электромагнита замыкает ток от сильной батареи аккумуляторов. Отправным моментом служат всегда электрические волны, посланные в пространство. Итак, я могу воспроизвести перед вами:

- 1) накаливание длинной металлической проволоки;
- 2) пуск мощного электрического мотора;
- 3) введение в действие сильного электромагнита;
- 4) зажигание лампочки накаливания;
- 5) взрыв капсуля мины.

Таким образом, с помощью реле можно использовать в зависимости от обстоятельств и желаемого эффекта мощные потоки электрической энергии.

Я надеюсь, господа, что сумел вас заинтересовать и показать, что наша французская промышленность и, в частности, мое предприятие не зависят от иностранной промышленности. Я постарался также исключить в этом сообщении все иностранные термины, так как французский язык достаточно богат, чтобы найти подходящие слова. Я благодарю вас, господа, за благосклонное внимание, которое вы мне уделили. Я благодарю моего инженера г-на Роже (Roger) за его помощь при подготовке экспериментов, которые я воспроизвел перед вами.

¹ Е. Дюкрете сделал этот доклад на заседании Французского физического общества 16 апреля 1898 г. Это была вторая демонстрация аппаратуры, изготовленной Дюкрете; первая состоялась 19 ноября 1897 г. Выступал он также в Парижской академии наук и напечатал доклад в электротехнических французских журналах. Отсылки к примечаниям сделаны в тексте перевода.

² Рисунки из доклада Дюкрете здесь не воспроизводятся.

³ Доклад А. С. Попова 25 апреля 1895 г. в РФХО (док. 20) и статья в ЖРФХО 1896 г. (док. 23).

⁴ Возбудитель с шарами на концах стержней вибратора Герца также использовался в опытах А. С. Попова (док. 43).

⁵ Аппараты Дюкрете для радиотелеграфирования имели значительные конструктивные отличия от аппаратуры А. С. Попова, хотя принципиально были идентичны с ней.

⁶ Док. 47.

⁷ Дюкрете отмечает важный факт непрерывности исследований А. С. Попова.

⁸ Мысль о возможности введения в цепь с помощью реле посторонней энергии для приведения в действие различных сильноточных приборов была высказана А. С. Поповым (прим. 6 к док. 29).

Примечания составлены академиком А. И. Бергом.

Публикация доклада подготовлена Л. И. Золотинкиной и Ю. Е. Лавренко

In commemorations of 150 years since the birth of A. S. Popov

E. Ducretet

*ON THE HERTZIEN WIRELESS TELEGRAPHIE WITH BRANLEY RADIOCONDUCTOR
AND APPLIANCES MADE BY A. POPOV AND E. DUCRETET*

*Translation of the report of the French industrialist E. Ducretet. In some way it has the
impression of publicity, but it fixes A. S. Popov priority over the experiments of G. Marcony.*

**H. Hertz, hertzien waves, A. S. Popov, G. Marcony, M. Branley, Lodge, Royar, Van Berhem, radioconductor,
Rumcorf coil, Bose, Rojer**

Правила представления рукописей авторами

В редакционный совет журнала «Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ» необходимо представить:

- файлы на дискете либо CD (в отдельных случаях по предварительному согласованию с редсоветом допустима передача материалов по электронной почте):

- рукопись статьи;
- сведения об авторе(ах);
- документы на листах формата А4 (1 экз.):
 - рукопись статьи;
 - сведения об авторе(ах);
 - рекомендация кафедры с указанием наименования тематического раздела, в котором предполагается опубликование материала;
 - экспертное заключение о возможности опубликования материала в открытой печати;
 - сопроводительное письмо (только для авторов, не работающих (не обучающихся) в СПбГЭТУ «ЛЭТИ»).

Сведения об авторах должны содержать:

1. Фамилию, имя, отчество (полностью) автора.
2. Основное место работы.
3. Должность.
4. Ученую степень, ученое звание.
5. Контактный телефон, адрес электронной почты.

Все сведения печатаются в строку (без пунктов) на русском и английском языках.

Правила оформления текста статьи

Статья должна быть тщательно отредактирована, содержать признаки научной публикации:

- текстовый редактор Microsoft Word версии не ниже 97;
- формат бумаги А4;
- параметры страницы: поля – верхнее 3 см, левое и нижнее 2.5 см, правое 2 см, верхний колонтитул 2 см, нижний колонтитул 2 см;
- основной текст статьи: шрифт «Times New Roman» 12 pt; выравнивание по ширине; первая строка с абзачным отступом 1 см; межстрочный интервал «Множитель 1.2».

На первой странице указывается индекс УДК (в левом верхнем углу, шрифт «Arial» 12 pt, интервалы: «перед» 18 pt, «после» 6 pt; межстрочный интервал «Множитель 1.2»); далее даются инициалы и фамилии авторов, затем название статьи, краткая аннотация статьи и ключевые слова на русском языке. Инициалы и фамилии авторов, название статьи, краткая аннотация статьи и ключевые слова на английском языке размещаются в конце публикации после библиографического списка.

Перечень авторов разделен запятыми, инициалы перед фамилиями, шрифт «Arial» 14 pt, жирный курсив; выравнивание по правому краю, абзацный отступ слева 1 см; автоматические переносы отключены; интервалы перед абзацем и после него 0 pt, межстрочный интервал «Множитель 1.2»).

Название статьи набирается прописными буквами (шрифт «Arial» 18 pt; выравнивание по левому краю; отступ слева 0.5 см, автоматические переносы отключены; интервалы перед абзацем и после него – 6 pt, межстрочный интервал «Множитель 1.2»).

Аннотация содержит 3–7 строк, характеризующих содержание статьи (шрифт «Times New Roman» 10 pt, курсив; выравнивание по ширине; отступы: слева и справа 1.5 см, первая строка 0.7 см; интервалы перед абзацем и после него 12 pt, межстрочный интервал одинарный).

Ключевые слова состоят из 3–10 слов и словосочетаний, отражающих содержание статьи, разделенных запятыми, в конце их перечисления точка не ставится; шрифт «Times New Roman» 10 pt, жирный; выравнивание по левому краю; автоматические переносы отключены; интервалы перед абзацем 0 pt, после него 6 pt, межстрочный интервал одинарный).

Далее следует текст статьи.

После основного текста следует библиографический список, который включает:

➤ *заголовок* «Список литературы» (шрифт «Times New Roman» 12 pt; выравнивание по центру; интервалы: перед абзацем 12 pt, после него 6 pt, межстрочный интервал «Множитель 1.2»);

➤ *библиографическое описание источника* с порядковым номером ссылки на него по тексту, начиная с первого, выполненное по ГОСТ 7.3–2003. Библиографическое описание документа. Введ. 01.07.2004 / Госкомстандарт. М., 2004 (отдельным абзацем; шрифт «Times New Roman» 10 pt; первая строка с абзацным отступом 0.7 см; выравнивание по ширине; межстрочный интервал одинарный).

Библиографический список не должен превышать 10 (для обзорных заказных статей – 20) наименований: приводятся только источники, на которые есть ссылки в тексте (ссылки на неопубликованные и нетиражированные работы не допускаются).

Для создания *формул* используются встроенные возможности Word и (или) редактора MathType. Необходимо использовать следующие установки редактора формул. Размеры: «полный» 12 pt, «подстрочный» 10 pt, «под-подстрочный» 9 pt, «символ» 18 pt, «подсимвол» 12 pt; стили: текст, функция, число – шрифт «Times New Roman», вектор-матрица – шрифт «Times New Roman», жирный; греческий малый, греческий большой, символ – шрифт «Symbol», прямой; переменная – шрифт «Times New Roman», курсив.

На каждый рисунок и таблицу в тексте статьи необходимо дать ссылку. Каждый рисунок и таблица должны быть пронумерованы (напр.: Рис. 1, Табл. 3).

Текст в *таблицах* печатается через 1 интервал, шрифт «Times New Roman»; основной текст 10 pt, индексы 8 pt. Нумерационный заголовок содержит слово «Таблица» и ее номер арабскими цифрами (без знака номера перед ними и без точки на конце); выравнивается по правому краю таблицы и выделяется светлым курсивом.

Рисунки цифрового формата (в электронном виде) создаются средствами Word или другими программами в черно-белом виде. Цветные рисунки не допускаются. Рисунки не редактируются. Основные линии на рисунках (границы блоков и соединительные линии на схемах, линии графиков) имеют толщину 1.25 pt, вспомогательные (линии-выноски, оси, размерные линии) – 0.75 pt.

Описание содержания рисунка, а также введенных на нем обозначений следует приводить в основном тексте статьи. Подпись под рисунком содержит только его номер (шрифт «Times New Roman», курсив, 11 pt) и располагается по центру рисунка. Все тексты и обозначения на рисунке даются шрифтом размером 10 pt с единичным межстрочным интервалом; цифровые обозначения на линиях выносок, буквенные обозначения фрагментов и номер рисунка даются курсивом.

При невозможности представить электронные версии рисунков следует представить только твердые копии, обеспечивающие качественное воспроизведение рисунков после их сканирования (графики – черной тушью на белой бумаге, фотографии – на матовой бумаге размером не менее 9 × 12 см, не более 21 × 30 см).

Перечень основных тематических направлений журнала:

- Радиоэлектроника и телекоммуникации.
- Физика твердого тела и электроника.
- Информатика, управление и компьютерные технологии.
- Автоматизация и управление.
- Электротехника.
- Приборостроение и информационные технологии.
- Биотехнические системы в медицине и экологии.
- Управление качеством, инновационный и антикризисный менеджмент.
- Гуманитарные науки.
- История науки, образования и техники.
- Современные технологии в образовании.

Рукописи аспирантов печатаются бесплатно.

Технические вопросы можно выяснить по адресу: Izvestiya-leti@yandex.ru

Сведения об авторах

Аль Муджагед Исмаил Исхак

Аспирант кафедры систем автоматического управления СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: 8-904-55-71-571. E-mail: ismailru@mail.ru.

Амелин Вадим Юрьевич

Ассистент кафедры экономической теории СПбГЭТУ «ЛЭТИ», аспирант.

Тел.: 8-911-209-27-50.

Васюкова Ольга Николаевна

Инженер ООО «Навигация-Сервис» (Санкт-Петербург).

Тел.: (812) 234-57-93.

Грибкова Екатерина Сергеевна

Ассистент кафедры электроакустики и ультразвуковой техники СПбГЭТУ «ЛЭТИ», аспирант.

Тел.: (812) 234-37-26. E-mail: katerina.gribkova@gmail.com.

Катушкин Алексей Виталиевич

Исполнительный директор ООО «РИСКОМ-ЭТУ».

Тел.: (812) 234-57-93. E-mail: katuskin@mail.ru.

Копылов Владимир Владимирович

Ассистент кафедры радиолокационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: (812) 234-57-93. E-mail: mastkvv@mail.ru.

Кузьмин Сергей Алексеевич

Аспирант кафедры систем автоматизированного проектирования СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: (812) 234-36-75. E-mail: KSA84@yandex.ru.

Лисенков Александр Владимирович

Ассистент кафедры радиолокационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: (812) 234-57-93. E-mail: lisenkovav@mail.ru.

Лучинин Виктор Викторович

Профессор кафедры микроэлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ», д-р техн. наук.

Тел. (812) 234-27-57. E-mail: cmid@eltech.ru.

Миронов Сергей Эльмарович

Доцент кафедры вычислительной техники СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел.: (812) 234-25-03, (812) 234-60-77. E-mail: semironovspb@yandex.ru.

Ндайонгеже Дьедонне

Аспирант кафедры систем автоматизированного проектирования СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: (812) 234-36-75. E-mail: ndadieudonne@yahoo.fr.

Новакова Наталия Евгеньевна

Доцент кафедры систем автоматизированного проектирования СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел.: 8-921-314-2605. E-mail: nnovakova@mail.ru.

Перегудов Александр Николаевич

Доцент кафедры электроакустики и ультразвуковой техники СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел: (812) 234-37-26. E-mail: ANPeregudov@eltech.mail.ru.

Попков Сергей Владимирович

Профессор кафедры электроакустики и ультразвуковой техники СПбГЭТУ «ЛЭТИ», д-р техн. наук.

Тел.: (812) 723-60-72.

Приходько Ирина Аркадьевна

Доцент кафедры систем автоматизированного проектирования СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел.: (812) 234-68-18. E-mail: irinaprihodko@mail.ru.

Рябинина Екатерина Александровна

Ассистент кафедры менеджмента и систем качества СПбГЭТУ «ЛЭТИ», аспирант.

Тел.: (812) 346-29-24. E-mail: EARYabinina@mail.eltech.ru.

Сафьянников Николай Михайлович

Доцент кафедры вычислительной техники СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел.: (812) 234-60-77. E-mail: nmsafyannikov@mail.eltech.ru.

Степанов Сергей Анатольевич

Декан факультета экономики и менеджмента СПбГЭТУ «ЛЭТИ», заведующий кафедрой менеджмента и систем качества, канд. техн. наук.

Тел.: (812) 346-47-86. E-mail: SAStepanov@mail.eltech.ru.

Тарасов Сергей Анатольевич

Доцент кафедры микроэлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ». Тел.: (812) 234-31-64.

E-mail: SATarasov@mail.ru.

Туркин Дмитрий Николаевич

Ассистент кафедры робототехники и автоматизации производственных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», аспирант.

Тел.: (812) 346-48-35. E-mail: svint2003@mail.ru.

Усикова Мария Александровна

Аспирант кафедры микроэлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: (812) 234-27-57. E-mail: usikova.maria@mail.ru.

Филиппова Юлия Валерьевна

Старший преподаватель кафедры иностранных языков СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. филол. наук.

Тел: 8-911-255-47-30. E-mail: russianlanguage@mail.ru.

Хегази Хосам Хосам Елдин Фатхалла

Аспирант кафедры микроэлектроники СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: (812) 234-31-64. E-mail: hosam.h.hegazy@gmail.com.

Шашкин Александр Константинович

Доцент кафедры радиолокационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел.: (812) 234-57-93. E-mail: akshashkin@mail.ru.

Шевелько Михаил Михайлович

Доцент кафедры электроакустики и ультразвуковой техники СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел.: (812) 234-37-26. E-mail: MMShevelko@eltech.mail.ru.

Яцина Елена Александровна

Выпускница кафедры информационно-измерительных систем и технологий СПбГЭТУ «ЛЭТИ» 2008 г., инженер.

Тел.: (812) 723-60-72.

Яценко Владимир Владимирович

Доцент кафедры менеджмента и систем качества СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел.: (812) 346-47-86. E-mail: berater51@list.ru.