



### СОДЕРЖАНИЕ

#### *Физика твердого тела и электроника*

**А. И. Сидоров, А. А. Цирухин.** Оптимизация параметров гофрированных длиннопериодных волоконных решеток с полимерным покрытием для волоконно-оптических датчиков ..3

#### *Автоматизация и управление*

**Е. А. Овчинникова, Д. А. Скороходов.** Принципы безопасного маневрирования судна в штормовых условиях.....9

#### *Электротехника*

**Л. П. Козлова, О. А. Козлова.** Распознавание образа в системах управления.....15

#### *Приборостроение и информационные технологии*

**Д. С. И. Коновалов, А. Г. Кузьменко.** Исследование импульсного режима работы тонкостенной пьезокерамической сферы с внутренним заполнением .....19

**С. А. Анисимов, А. М. Боронахин, М. Н. Бурнашев, П. А. Иванов, Л. Н. Олейник, И. Л. Суров, А. Н. Ткаченко, Ю.В. Филатов.** Алгоритм испытаний триады гироскопов на двухосном испытательном стенде .....26

#### *Биотехнические системы в медицине и экологии*

**И. С. Захаров, Е. В. Саидмурадова.** Исследование метода повышения чувствительности фотоколориметрии для обнаружения концентраций меди в воде .....35

**К. А. Абакумова, И. И. Аль Муджагед.** Компьютерные модели ортотопических мочевых пузырей и биомеханическое исследование состояния их структур .....39

#### *Современные технологии в образовании*

**И. Р. Кузнецов.** Мультимедийная обучающая программа как компьютерная информационная система.....45

### 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 информационно-измерительные технологии»*)

**Попечителев 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 государствен-  
ный

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 феде-  
ральному 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 05.10.09 г.

Формат 6084 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура "Times New Roman".

Печ. л. 10,25.

Тираж 300 экз. (1-й завод 1–150 экз.)

Заказ 73.

**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.** Оценка политических рисков реализации  
трубопроводных газотранспортных проектов..... 51

**Е. В. Давыденко.** Слияния и поглощения в нефтегазовом  
секторе мировой экономики ..... 54

**Гуманитарные науки**

**М. Е. Кудрявцева.** К вопросу о соотношении внешних  
и внутренних условий свободы личности ..... 59

**История науки, образования и техники**

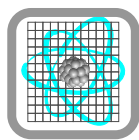
**В. В. Косарев.** Малоизвестные страницы истории ЛЭТИ.  
Страница 8..... 65

**Сведения об авторах** ..... 77

**Правила представления рукописей авторами** ..... 79

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

**Подписка производится в любом почтовом отделении России**



УДК 681.7.068

А. И. Сидоров, А. А. Цирухин

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГОФРИРОВАННЫХ ДЛИННОПЕРИОДНЫХ ВОЛОКОННЫХ РЕШЕТОК С ПОЛИМЕРНЫМ ПОКРЫТИЕМ ДЛЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

*Методами численного моделирования проведена оптимизация геометрических характеристик и показателя преломления полимерных гофров волоконных длиннопериодных решеток. Рассмотрено влияние данных параметров на амплитуду модуляции эффективного показателя преломления решетки при изменении показателя преломления окружающей среды или материала гофра. Полученные результаты позволяют оптимизировать параметры периодического полимерного покрытия для повышения чувствительности волоконно-оптических датчиков на основе волоконных ДПР.*

### Длиннопериодная волоконная решетка, эффективный показатель преломления

Волоконные длиннопериодные решетки (ДПР) представляют собой оптические волокна с продольной периодической модуляцией эффективного показателя преломления [1]. От брэгговских волоконных решеток [2] они отличаются тем, что период модуляции показателя преломления у них много больше длины волны и, как правило, составляет 0.1...2 мм. ДПР широко используются в качестве режекторных фильтров в волоконно-оптических устройствах, а также в качестве датчиков и сенсоров. Высокая чувствительность эффективного показателя преломления ДПР к внешним воздействиям позволяет создавать на их основе датчики температуры, давления, механической нагрузки, показателя преломления окружающей среды и других физических величин [3], [4].

ДПР изготавливают из специальных фоточувствительных стекол путем локального изменения показателя преломления УФ-излучением [3]. Разновидностью ДПР является гофрированная волоконная решетка, в которой гофры на поверхности волокна изготавливаются путем травления фоточувствительного стекла, предварительно обработанного УФ-излучением [5]. Авторами настоящей статьи был разработан новый метод создания гофров на поверхности оптических волокон, позволяющий существенно упростить технологию изготовления ДПР. В основе метода лежит самоорганизация микрокапель раствора полимера на поверхности оптического волокна [6]. Обсуждение механизмов и особенностей процесса самоорганизации капель выходит за рамки данной статьи. Метод позволяет создавать на стеклянных и полимерных волокнах периодические гофры с периодом 0.1...2 мм. При использовании раствора полимера с суспензией неорганических наночастиц могут быть сформированы нанопористые или сплошные гофры из неорганического материала. В этом случае после формирования

полимерного гофра производится термическое разложение полимера и термообработка, приводящая к спеканию или сплавлению неорганических наночастиц.

Использование ДПР с полимерными гофрами в качестве датчиков позволяет значительно повысить их чувствительность к внешним воздействиям, так как температурные и упругооптические коэффициенты показателя преломления полимеров в десятки раз превосходят аналогичные параметры стекол. Достоинством предложенного метода формирования гофров является возможность существенного расширения номенклатуры материалов для сердечника волокна и для гофров. Это позволяет подбирать показатели преломления и другие характеристики компонентов ДПР для решения каждой конкретной задачи. При этом возникает вопрос: как влияют оптические и геометрические характеристики гофров на эффективный показатель преломления ДПР и на чувствительность датчика на основе ДПР. Поэтому целью работы, результаты которой представлены настоящей статьей, было изучение влияния показателя преломления и толщины гофров на эффективный показатель преломления ДПР и на ее чувствительность к внешним воздействиям.

Оптические характеристики ДПР определяются периодом и амплитудой модуляции ее эффективного показателя преломления в продольном направлении. Чувствительность ДПР зависит от величины изменения эффективного показателя преломления при внешнем воздействии. Эффективный показатель преломления  $n_{эф}$  оптического волновода для фиксированной волноводной моды задается выражением [7]:

$$n_{эф} = \frac{\beta}{k},$$

где  $\beta$  – постоянная распространения волноводной моды;  $k$  – волновое число. Так как длина гофра ДПР много больше длины волны, то участок волокна с гофром приближенно может рассматриваться как отрезок волокна с оболочкой. В таком приближении задача сводится к определению постоянной распространения  $\beta$  путем решения соответствующих характеристических уравнений. На

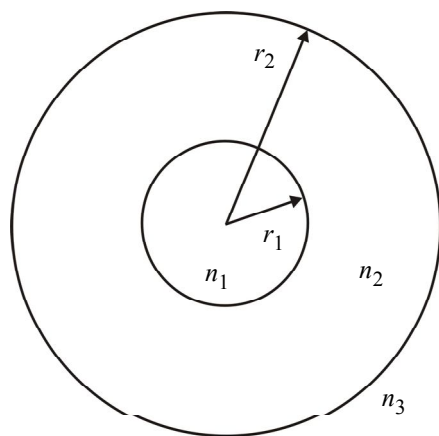


Рис. 1

рис. 1 показана геометрия круглого волокна с оболочкой в поперечном сечении. Сердечник волокна имеет показатель преломления  $n_1$  и радиус  $r_1$ . Оболочка имеет показатель преломления  $n_2$  и радиус  $r_2$ . Показатель преломления окружающей среды –  $n_3$ .

Практический интерес представляют два случая: когда  $n_2 > n_1$  и когда  $n_2 < n_1$ . В обоих случаях предполагается, что  $n_3 < n_{1,2}$ . В оптических волокнах круглого сечения наиболее часто используются гибридные моды  $EH_{11}$ . Поэтому дальнейший анализ проводится для мод указанного типа. При толщине гофра, значительно превышающей длину волны, в ДПР могут возникать волноводные моды оболочки. В данной статье подобные моды не рассматриваются.

Для волокна с оболочкой при  $n_2 > n_1$  и условии, что  $n_2 - n_1 \ll 1$ , в характеристическое уравнение для моды  $EH_{11}$  могут быть введены упрощения. В этом случае оно может быть представлено в следующем виде [8]:



$$\frac{J_1(P_2) \left[ \frac{J_0(P_2)}{P_2 J_1(P_2)} - \frac{K_0(W_3)}{W_3 K_1(W_3)} \right]}{Y_1(P_2) \left[ \frac{Y_0(P_2)}{P_2 Y_1(P_2)} - \frac{K_0(W_3)}{W_3 K_1(W_3)} \right]} = \frac{J_1(U_2) \left[ \frac{J_0(U_2)}{U_2 J_1(U_2)} + \frac{I_0(P_3)}{P_3 I_1(P_3)} \right]}{Y_1(U_2) \left[ \frac{Y_0(U_2)}{U_2 Y_1(U_2)} + \frac{I_0(P_3)}{P_3 I_1(P_3)} \right]},$$

$$U_2 = r_1 \sqrt{k^2 n_2^2 - \beta^2}; P_2 = r_2 \sqrt{k^2 n_2^2 - \beta^2}; W_3 = r_2 \sqrt{\beta^2 - k^2 n_3^2}; P_3 = r_1 \sqrt{\beta^2 - k^2 n_3^2},$$

где  $J_{0,1}$  и  $Y_{0,1}$  – функции Бесселя первого рода и второго рода соответственно;  $I_{0,1}$  и  $K_{0,1}$  – модифицированные функции Бесселя первого и второго рода соответственно;  $k$  – волновое число.

Необходимо отметить, что в рассматриваемом случае имеет место нарушение полного внутреннего отражения на границе «сердечник–оболочка». Поэтому компоненты поля электромагнитной волны в оболочке существуют не в виде затухающих волн, как в классическом случае ( $n_2 < n_1$ ), а описываются выражениями, типичными для направляемых мод.

Для случая  $n_2 < n_1$  характеристическое уравнение постоянной распространения  $EH_{11}$ -моды имеет следующий вид [9]:

$$\begin{aligned} p^2 + 2x_1 x_2 \frac{n_2^2}{n_1 n_3} \frac{4}{(\pi a U_2^2)^2} + x_1 x_2 \left[ J \left( \frac{r}{a U_2} + K p \right) - \left( \frac{K q}{U_2} + \frac{s}{a U_2^2} \right) \right] \times \\ \times \left[ J \left( \frac{s_{23} r}{a U_2} + K p \right) - s_{21} \left( \frac{K q}{U_2} + \frac{s_{23} s}{a U_2^2} \right) \right] = x_1^2 \left( J p - \frac{s_{21} q}{U_2} \right) \left( J p - \frac{q}{U_2} \right) + \\ + x_2^2 \left( K p + \frac{s_{23} r}{a U_2} \right) \left( K p + \frac{r}{a U_2} \right). \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь введены следующие обозначения:

$$p = J_1(a U_2) Y_1(U_2) - J_1(U_2) Y_1(a U_2); \quad q = J_1(a U_2) Y_1'(U_2) - J_1'(U_2) Y_1(a U_2);$$

$$r = J_1'(a U_2) Y_1(U_2) - J_1(U_2) Y_1'(a U_2); \quad s = J_1'(a U_2) Y_1'(U_2) - J_1'(U_2) Y_1'(a U_2);$$

$$U_1 = r_1 \sqrt{k^2 n_1^2 - \beta^2};$$

$$J = J_1'(U_1)/U_1 J_1(U_1); \quad K = K_1'(W_3)/W_3 K_1(W_3);$$

$$s_{21} = n_2^2/n_1^2; \quad s_{23} = n_2^2/n_3^2; \quad a = r_2/r_1; \quad x_1 = k n_1 U_1^2 U_2^2 / \beta V_{12}^2; \quad x_2 = k n_3 a^2 U_2^2 W_3^2 / \beta V_{23}^2;$$

$$V_{12} = k r_1 \sqrt{n_1^2 - n_2^2}; \quad V_{23} = k r_2 \sqrt{n_2^2 - n_3^2},$$

штрих «'» означает производную по всему аргументу. Численное моделирование проводилось для  $r_1 = 10$  мкм и  $\lambda = 1.55$  мкм.

Рассмотрим случай  $n_2 > n_1$ . На рис. 2, а показаны расчетные зависимости эффективного показателя преломления от толщины гофра для  $n_2 = 1.46$  (кривая 1) и  $n_2 = 1.47$  (кривая 2). Показатель преломления сердечника волокна  $n_1 = 1.45$ . Показатель преломления окружающей среды  $n_3 = 1$ . Из рисунка видно, что существенное изменение  $n_{эф}$  имеет место при толщине оболочки менее 5 мкм. При больших толщинах зависимость  $n_{эф}(r_2 - r_1)$  выходит на насыщение и приближается к предельной величине, соответствующей бесконечной толщине

оболочки. Таким образом, использование гофров с  $n_2 > n_1$  позволяет изменять эффективный показатель преломления ДПР в широких пределах путем изменения толщины гофра. Увеличение  $n_2$  дает возможность увеличить диапазон варьирования  $n_{эф}$ . Так как форма гофра в продольном направлении приближенно может рассматриваться как вытянутый эллипсоид вращения, то вдоль оси волокна в пределах гофра эффективный показатель преломления изменяется. На рис. 2, б показано расчетное распределение эффективного показателя преломления в продольном направлении для гофра длиной 100 мкм с  $n_2 = 1.47$ .

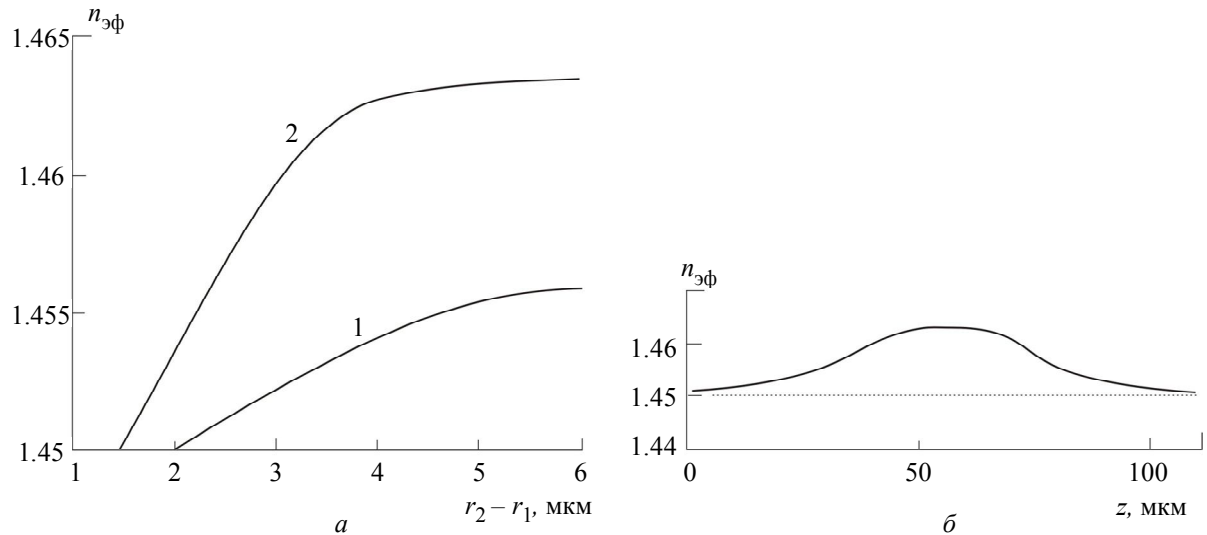


Рис. 2

При анализе влияния толщины гофра на чувствительность волоконно-оптического датчика на основе ДПР следует рассмотреть два случая: во-первых, изменение эффективного показателя преломления  $\Delta_1$  при изменении показателя преломления окружающей среды  $\delta n_3$ ; во-вторых, изменение эффективного показателя преломления  $\Delta_2$  при изменении показателя преломления гофра  $\delta n_2$ , например, в результате изменения температуры или давления. Максимальная чувствительность датчика реализуется, когда показатели преломления сердечника, оболочки и окружающей среды мало отличаются друг от друга. Поэтому при моделировании были выбраны следующие значения показателей преломления:  $n_1 = 1.45$ ,  $n_2 = 1.46$ ,  $n_3 = 1.45$ . На рис. 3, а показаны расчетные зависимости  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$  от толщины гофра для  $\delta n_{2,3} = 10^{-3}$ .

Из рис. 3, а видно, что наибольшая чувствительность к изменению показателя преломления окружающей среды для гофрированной ДПР с  $n_2 > n_1$  имеет место при толщине гофра менее 1.5 мкм (кривая 1). Зависимость  $\Delta_1(r_2 - r_1)$  имеет ряд максимумов и носит периодический характер. Причину этого поясняет графическое решение характеристического уравнения (1) (рис. 3, б). Функции  $F_1(\beta)$  и  $F_2(\beta)$  представляют собой левую и правую части характеристического уравнения соответственно. Наиболее сильное влияние  $n_3$  на  $\beta$  имеет место, когда решение (пересечение функций  $F_1(\beta)$  и  $F_2(\beta)$ ) приходится на их пологие части. Если функции  $F_1(\beta)$  и  $F_2(\beta)$  пересекаются в областях с высокой крутизной, чувствительность ДПР к  $n_3$  снижается. Периодический характер функции  $\Delta_1(r_2 - r_1)$  определяется периодическим характером функций  $F_1(\beta)$  и  $F_2(\beta)$ . Влияние толщины гофра на чувствительность ДПР при изменении показателя преломления гофра иллюстрирует кривая 2 на рис. 3, а. Увеличение толщины гофра в данном случае приводит к практически монотонному увеличению чувствительности ДПР. Таким обра-

зом, выбор толщины гофра позволяет избирательно увеличить чувствительность ДПР с  $n_2 > n_1$  либо к изменению показателя преломления окружающей среды, либо к изменению показателя преломления гофра.

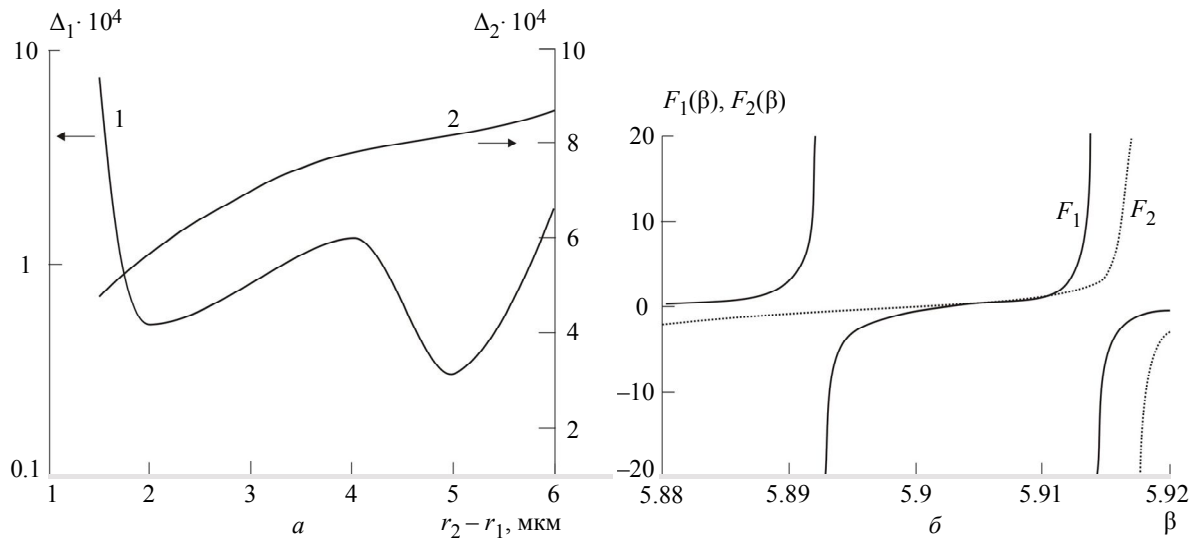


Рис. 3

Рассмотрим случай  $n_2 < n_1$ . На рис. 4 показаны расчетные зависимости эффективного показателя преломления от толщины гофра для  $n_2 = 1.44$  (кривая 1) и  $n_2 = 1.45$  (кривая 2). Показатели преломления сердечника и окружающей среды равны  $n_1 = 1.46$  и  $n_3 = 1$  соответственно. Из рисунка видно, что при  $n_2 < n_1$  толщина гофра оказывает слабое влияние на эффективный показатель преломления ДПР. Влияние  $(r_2 - r_1)$  на  $n_{эф}$  проявляется в основном при толщине гофра менее 1 мкм. Причиной этого является то, что при  $n_2 < n_1$  с оболочкой взаимодействует только затухающий компонент поля волноводной моды.

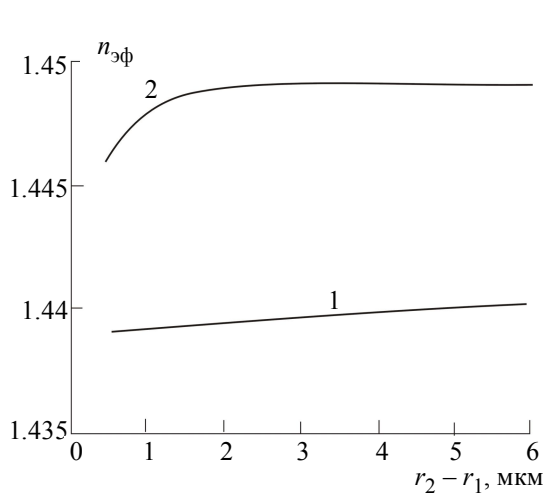


Рис. 4

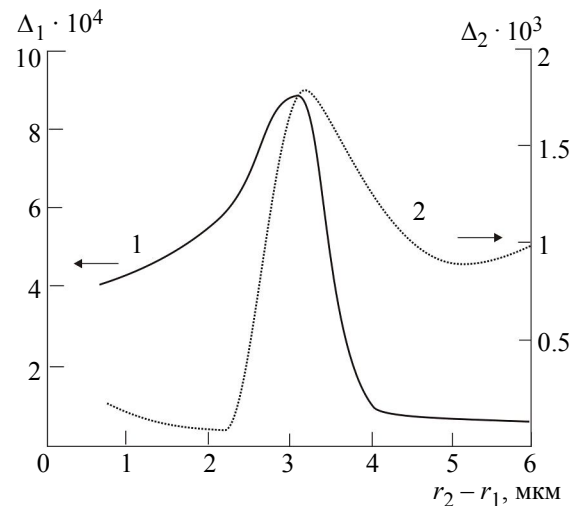


Рис. 5

Чувствительность эффективного показателя преломления ДПР с  $n_2 < n_1$  к изменению  $n_2$  и  $n_3$  при различной толщине гофров иллюстрирует рис. 5.

Из рисунка видно, что  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$  достигают максимальных значений при  $r_2 - r_1 \approx 3$  мкм. Причина немонотонного характера зависимостей  $\Delta_{1,2}(r_2 - r_1)$  аналогична рассмотренной ранее (рис. 3, б). Как и в предыдущем случае, выбор толщины гофра позволяет избирательно увеличить чув-

ствительность эффективного показателя ДПР либо к изменению показателя преломления окружающей среды, либо к изменению показателя преломления гофра. Так, при  $r_2 - r_1 < 2.5$  мкм возрастает чувствительность к изменению  $n_3$ . При  $r_2 - r_1 > 3.5$  мкм возрастает чувствительность к изменению  $n_2$ . Это дает возможность создавать датчики на основе ДПР с гофрированным покрытием, избирательно реагирующие только на один тип внешних воздействий.

Сравнение случаев  $n_2 > n_1$  и  $n_2 < n_1$  показывает, что в первом случае варьирование толщины гофра оказывает более сильное влияние на эффективный показатель преломления ДПР. При разработке датчиков и сенсоров на основе ДПР это дает возможность в широких пределах изменять оптические характеристики ДПР, в частности, амплитуду и спектральную ширину их резонансов. Чувствительность и избирательность обоих типов ДПР к внешним воздействиям оказывается примерно одинаковой.

Численное моделирование показало, что в ДПР с полимерными гофрированными покрытиями появляется возможность изменять эффективный показатель преломления в широких пределах путем изменения показателя преломления и толщины гофра. Это позволяет оптимизировать оптические и резонансные характеристики ДПР применительно к их использованию в качестве чувствительных элементов волоконно-оптических датчиков. Выбор оптимальной толщины гофра позволяет также обеспечить избирательную чувствительность ДПР к определенному типу внешнего воздействия. Полученные результаты могут быть использованы при разработке и создании волоконно-оптических датчиков и сенсоров на основе ДПР.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Long period fiber gratings as band-rejection filters / A. M. Vengsarkar, P. J. Lemaire, J. B. Judkins et al. // J. of Lightwave Technol. 14. 1996. № 1. P. 58–65.
2. Erdogan T. Fiber grating spectra // J. of Lightwave Techn. 15. 1997. № 8. P. 1277–1294.
3. James S. W., Tatam R. P. Optical fiber long period grating sensors: characteristics and application // Measur. Sci. and Technol. 14. 2003. P. R49–R61.
4. Patric H. J., Kersey A. D., Bucholtz F. Analysis of the response of long period fiber gratings to external index of refraction // J. of Lightwave Technol. 16. № 9. 1998. P. 1606–1612.
5. Lin C.-Y., Chern G.-W., Wang L. A. Periodical corrugated structure for forming sample fiber Bragg grating and long period fiber grating with tunable coupling strength // J. of Lightwave Technol. 19. 2001. № 8. P. 1212–1220.
6. Сидоров А. И., Цирухин А. А. Формирование и оптические свойства длиннопериодных волоконных решеток с полимерным покрытием // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2009. № 3. С. 15–20.
7. Адамс М. Введение в теорию оптических волноводов. М.: Мир, 1984.
8. Бусурин В. И., Носов Ю. Р. Волоконно-оптические датчики: физические основы, вопросы расчета и применения. М.: Энергоатомиздат, 1990.
9. Tsao C. Y. H., Payne D. N., Gambling W. A. Modal characteristics of three-layered optical fiber waveguides: a modified approach // JOSA A. 6. 1989. № 4. P. 555–563.

*A. I. Sidorov, A. A. Tsirukhin*

#### *CRIMPED LONG PERIOD GRATING WITH POLYMERIC COAT FOR FIBER-OPTICAL SENSORS PARAMETERS OPTIMIZATION*

*The optimization of geometric performances and refractive index of polymeric crimped long period grating (LPG) by methods of numerical modeling was done. The influence of given parameters on grating effective refractive index modulation amplitude at change of surrounding medium or crimps materials effective refractive index was considered. Obtained effects allow optimize periodic polymeric coat parameters for fiber-optical sensors on LPG sensitivity increase.*

**Long period grating, effective refractive index**



УДК 629.5.062.13

Е. А. Овчинникова, Д. А. Скороходов

## ПРИНЦИПЫ БЕЗОПАСНОГО МАНЕВРИРОВАНИЯ СУДНА В ШТОРМОВЫХ УСЛОВИЯХ\*

*Определены особенности поворота корабля в штормовых условиях, а также особенности влияния параметров волнения на маневрирование корабля. В качестве примера рассмотрена линейная математическая модель движения надводного корабля. Определены частотные характеристики корабля по крену и дифференту. Представлены амплитуды возмущающего момента для бортовой и килевой качек, а также амплитуды инерционной составляющей дифракционной части возмущающего момента для бортовой качки. Приводятся зависимости составляющих приведённого возмущающего момента от угла встречи с волной и выводы о резонансах бортовой и килевой качках.*

**Амплитуда, возмущающий момент, волнение, движение, дифферент, инерционная составляющая, крен, корабль, маневрирование, математическая модель, море, параметры, поворот, частотные характеристики, штормовые условия, угол встречи с волной**

Поворот корабля в штормовую погоду целесообразен, а иногда и совершенно необходим при изменении условий штормовой обстановки, возникновении опасности по курсу или в силу других причин навигационного или эксплуатационного характера. Уточним понятие «поворота». Для современных кораблей их положение по отношению к волне в большинстве случаев является более характерным фактором, чем положение по отношению к ветру. Поэтому, рассматривая маневрирование корабля при шторме, под поворотом будем понимать изменение курса с переменной галса по отношению к волне. Поворотом против волны будем называть такое изменение галса, когда корабль встречает волну носом, и поворотом по волне – когда кормой.

Поворот против волны зачастую осложняется тем, что на очень крутых курсах корабль теряет скорость и вследствие этого нос его с трудом перекачивается через линию бега волн. Носовая часть палубы при этом нередко зарывается в волну.

При выполнении поворота следует выбирать такую скорость, чтобы на очень крутых курсах корабль не попал в резонансную зону килевой качки. Это уменьшит потерю скорости, облегчит управление кораблем, а также поможет избежать зарывания носовой оконечности во встречную волну.

Если при данных значениях длины волны и периода собственных продольных колебаний корабля резонансная зона захватывает весь возможный при ходе против волны диапазон скоростей, то поворот против волны оказывается весьма затруднительным. При таком по-

\* Продолжение статьи в следующем номере журнала.

ложении следует, по возможности, поворачивать по волне или, во всяком случае, выбрать такую скорость, чтобы удалиться как можно дальше от резонансного режима килевой качки к краям резонансной зоны.

Также было замечено [1], что если длина волны не превосходит шестикратной осадки корабля, то при повороте против волны в момент перемены галса можно иметь любую скорость; при  $6 T < \lambda \leq 10 T$  желательно, чтобы к этому моменту скорость была возможно большей, а при  $\lambda > 20 T$  – возможно меньшей.

При повороте по волне во избежание оголения и повреждения винта и руля, а также сильных ударов волн в кормовой подзор следует избегать попадания в резонансную зону килевой качки на очень полных курсах [2]. Для этого при коротких волнах ( $\lambda < 6 T$ ) надо иметь к моменту перемены галса либо самые малые скорости, необходимые для обеспечения поворотливости, либо скорости, превышающие 8–9 узлов; при очень длинных волнах ( $\lambda > 20 T$ ) скорости могут быть любыми [1].

Если на очень полных курсах скорость корабля превышает 8–9 узлов, то поворот по волне не является опасным при любой длине волны.

При повороте или изменении курса без смены галса судно зачастую вынуждено находиться некоторое время в условиях, близких к резонансу бортовой качки, а также проходить положение лагом к волне. Эти элементы маневрирования могут вызвать опрокидывание корабля.

Корабль может совершенно безопасно проходить положение лагом к волне в условиях, удаленных от резонансного режима бортовой качки. Так как при повороте корабль находится в положении лагом к волне непродолжительное время, можно несколько расширить диапазон длин волн, при которых указанный маневр допустим. В случае крайней необходимости этот маневр может быть произведен, когда период собственных поперечных колебаний корабля отличается от истинного периода волны не меньше, чем на 15 %, но при этом необходимо тщательно выполнять все требования морской практики, относящиеся к повороту в условиях шторма.

К моменту перехода положения лагом к волне скорость должна быть возможно большей. Это сократит время пребывания корабля в опасном состоянии, и вследствие роста сопротивления воды колебаниям корабля снизится амплитуда бортовой качки.

Если же периоды собственных и вынужденных колебаний корабля по крену отличаются друг от друга меньше, чем на 15 %, то переход положения лагом к волне исключительно опасен и может быть предпринят только в чрезвычайных ситуациях.

В качестве примера для анализа процесса маневрирования корабля в штормовых условиях рассмотрим фрегат, линейная математическая модель движения которого имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}\dot{\beta} &= a_{11} \beta + a_{12} \omega + b_1 \delta + c_1 F, \\ \dot{\omega} &= a_{21} \beta + a_{22} \omega + b_2 \delta + c_2 M, \\ \dot{\varphi} &= \omega, \\ \dot{\delta} &= u.\end{aligned}\tag{1}$$

Значения рассчитанных коэффициентов линейной математической модели движения фрегата приведены в табл. 1

Бортовая качка представляет собой элементарное вращательное движение корабля относительно продольной оси. Оно характеризуется углом крена и соответствующей проекцией угловой скорости  $x_{б.к} = [\theta \omega_x]^T$ , которые удовлетворяют уравнению равновесия моментов относительно оси  $Ox$  и упрощенному кинематическому уравнению [3], [4]:

Таблица 1

Коэффициенты	Значения
$a_{11}$	$-0.009353V$
$a_{12}$	$0.6344$
$b_1$	$-0.001899V$
$c_1$	$0.001537V$
$a_{21}$	$0.0004801V^2$
$a_{22}$	$-0.07173V$
$b_2$	$-0.0001604V^2$
$c_2$	$2.46 \cdot 10^{-6}$

$$\begin{cases} \dot{\omega}_x = J_x^{-1} M_x; \\ \dot{\theta} = \omega_x. \end{cases} \quad (2)$$

Дифференциальное уравнение, описывающее бортовую качку корабля на регулярном волнении с учетом дифракционной части возмущающего момента, имеет следующий вид [5]:

$$(I_x + \lambda_{44})\ddot{\theta} + \mu_{44}\dot{\theta} + Dh_0\theta = (M_{x1} - M_{x2})\sin \omega t + M_{x3} \cos \omega t, \quad (3)$$

где  $M_{x1}$ ,  $M_{x2}$ ,  $M_{x3}$  – амплитуды соответственно главной части возмущающего момента, инерционной и демпфирующей составляющих дифракционной ее части;  $\omega$  – кажущаяся круговая частота;  $I_x$  – главный момент инерции относительно центральной продольной оси корабля;  $\lambda_{44}$  – присоединенный момент инерции при бортовой качке;  $\mu_{44}$  – коэффициент демпфирующей силы при бортовых наклонениях;  $D$  – весовое водоизмещение корабля;  $h_0$  – метацентрическая высота;  $\theta$  – угол крена корабля.

Пусть  $(M_{x1} - M_{x2})\sin \omega t + M_{x3} \cos \omega t = M'_B(t)$  – возмущающий момент. Тогда

$$(I_x + \lambda_{44})\ddot{\theta} + \mu_{44}\dot{\theta} + Dh_0\theta = M'_B(t). \quad (4)$$

Преобразуем это выражение:

$$\frac{(I_x + \lambda_{44})}{Dh_0}\ddot{\theta} + \frac{\mu_{44}}{Dh_0}\dot{\theta} + \theta = \frac{M'_B}{Dh_0}.$$

Обозначим  $a_2 = \frac{(I_x + \lambda_{44})}{Dh_0}$ ;  $a_1 = \frac{\mu_{44}}{Dh_0}$ ;  $M_B(t) = \frac{M'_B}{Dh_0}$ . Тогда

$$a_2\ddot{\theta} + a_1\dot{\theta} + \theta = M_B(t). \quad (5)$$

После операторного преобразования Лапласа получаем:

$$a_2p^2\theta(p) + a_1p\theta(p) + \theta(p) = M_B(p). \quad (6)$$

Отсюда можно получить передаточную функцию корабля как объекта управления по возмущающему моменту:

$$W_{\theta}^{M_B}(p) = \frac{\theta(p)}{M_B(p)} = \frac{1}{a_2p^2 + a_1p + 1}. \quad (7)$$

Для рассматриваемого фрегата имеем:

$$a_2 = \frac{(I_x + \lambda_{44})}{Dh_0} = \frac{9879.97 + 3306.47}{3850 \cdot 1.22 - 1.00062} = 2.8c^2;$$

$$a_1 = \frac{\mu_{44}}{Dh_0} = \frac{1948.29}{3850 \cdot 1.00062 \cdot 1.22} = 0.41c^2;$$

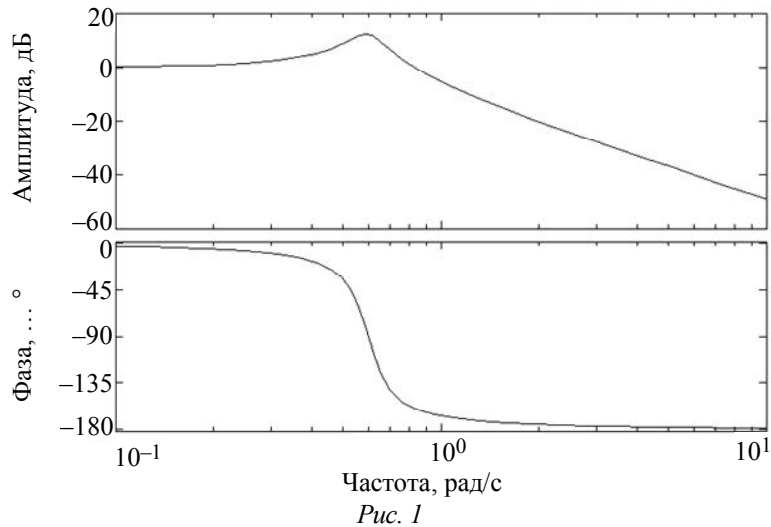
$$W_{\theta}^{M_B}(p) = \frac{1}{2.8p^2 + 0.41p + 1}. \quad (8)$$

Следовательно, корабль, как объект управления по крену, представляет собой колебательное звено второго порядка. Для исследуемого корабля постоянная времени составляет  $T = 1.673$  с, что соответствует резонансной частоте  $\omega_0 = 0.598$  с<sup>-1</sup>. Период собственных поперечных колебаний корабля  $T_1 = 2\pi T = 10.51$  с. Частотные характеристики объекта управления по крену приведены на рис. 1.

Дифференциальное уравнение, описывающее килевую качку корабля на регулярном волнении с учетом дифракционной части возмущающего момента, имеет вид [4]:

$$(I_y + \lambda_{55})\ddot{\psi} + \mu_{55}\dot{\psi} + DH_0\psi = M_y \sin \omega t, \quad (9)$$

где  $M_y$  – амплитуда главной части возмущающего момента;  $\omega$  – кажущаяся круговая частота;  $I_y$  – главный момент инерции массы корабля относительно поперечной оси корабля;  $\lambda_{55}$  – присоединенный момент инерции при килевой качке;  $\mu_{55}$  – коэффициент демпфирующей силы при килевых наклонениях;  $D$  – весовое водоизмещение корабля;  $H_0$  – продольная метацентрическая высота;  $\psi$  – угол дифферента корабля.



Пусть  $M_y \sin \omega t = M_B''(t)$  – возмущающий момент. Тогда

$$(I_y + \lambda_{55})\ddot{\psi} + \mu_{55}\dot{\psi} + DH_0\psi = M_B''(t). \quad (10)$$

Преобразуем это выражение

$$\frac{(I_y + \lambda_{55})}{DH_0}\ddot{\psi} + \frac{\mu_{55}}{DH_0}\dot{\psi} + \psi = \frac{M_B''}{DH_0}.$$



Обозначим  $b_2 = \frac{(I_y + \lambda_{55})}{DH_0}$ ;  $b_1 = \frac{\mu_{55}}{DH_0}$ ;  $M_B(t) = \frac{M_B''}{DH_0}$ . Тогда

$$b_2 \ddot{\psi} + b_1 \dot{\psi} + \psi = M_B(t). \quad (11)$$

После операторного преобразования Лапласа получаем:

$$b_2 p^2 \psi(p) + b_1 p \psi(p) + \psi(p) = M_B(p). \quad (12)$$

Отсюда можно получить передаточную функцию корабля как объекта управления по возмущающему моменту:

$$W_{\psi}^{M_B}(p) = \frac{\psi(p)}{M_B(p)} = \frac{1}{b_2 p^2 + b_1 p + 1}. \quad (13)$$

Для рассматриваемого фрегата имеем:

$$b_2 = \frac{(I_y + \lambda_{55})}{DH_0} = \frac{406\,594.29 + 140\,324.29}{3850 \cdot 105 \cdot 1.00062} = 0.65 c^2;$$

$$a_1 = \frac{\mu_{44}}{DH_0} = \frac{1948.29}{3850 \cdot 1.00062 \cdot 105} = 0.19 c^2;$$

$$W_{\theta}^{M_B}(p) = \frac{1}{0.65 p^2 + 0.19 p + 1}. \quad (14)$$

Следовательно, судно, как объект управления по дифференту, представляет собой колебательное звено второго порядка. Для исследуемого фрегата постоянная времени составляет  $T = 0.81$  с, что соответствует резонансной частоте  $\omega_{\sigma} = 1.234$  с<sup>-1</sup>. Период собственных продольных колебаний корабля  $T_2 = 2\pi T = 5.1$  с. Частотные характеристики объекта управления по дифференту приведены на рис. 2.

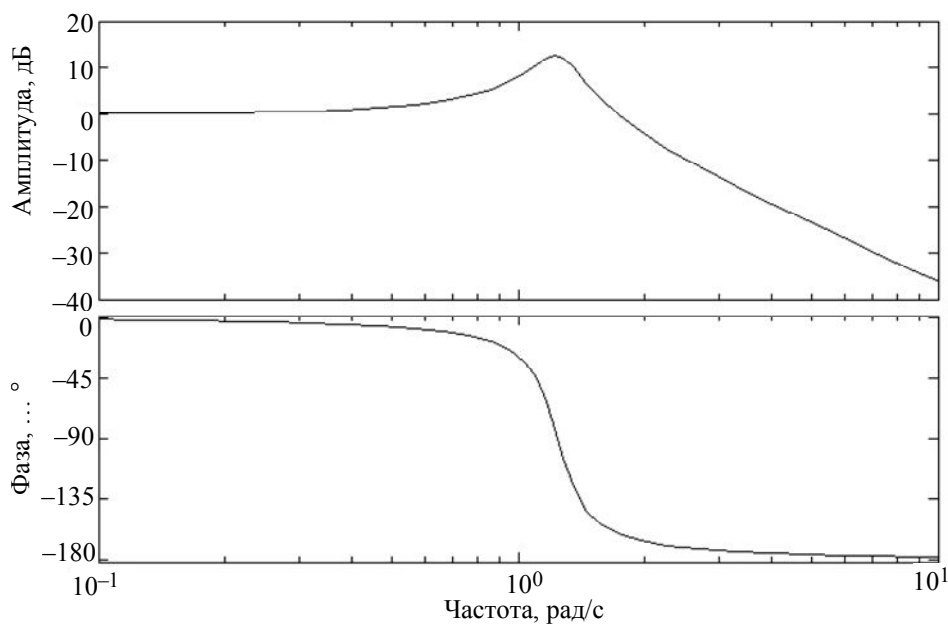


Рис. 2

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что в первом приближении процесс килевой и бортовой качки корабля описывается дифференциальными уравнениями второго порядка с комплексно-сопряженными корнями. На основании этих уравнений были определены частоты собственных колебаний корабля в продольной и поперечной плоскостях. Сравнивая эти частоты с частотой внешних воздействий, можно принимать решение о наиболее благоприятных курсах и скоростях при маневрировании корабля в условиях шторма.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ремез Ю. В. О выборе курса и скорости корабля при шторме. М.: Морской транспорт, 1957.
2. Кацман Ф. М., Коваленко Б. П. Ходкость судов в условиях шторма. М.: Мортехинформреклама, 1992.
3. Лукомский Ю. А., Корчанов В. М. Управление морскими подвижными объектами. СПб.: Элмор. 1996.
4. Бородай И. К., Нецветаев Ю. А. Качка судов на морском волнении. Л.: Судостроение. 1969.

*E. A. Ovchinnikova, D. A. Skorochodov*

#### *PRINCIPLES OF SAFE SHIP MANEUVERING UNDER THE GALE CONDITIONS*

*Is about features of turning the ship under the gale conditions and features of wave parameters influence on ship maneuvering have been defined. As a case in point there has been taken up linear mathematic model of surface ship movement. Paper includes roll and trim frequency characteristics, amplitudes of perturbation moment for boarding and pitchng motions, amplitudes of diffraction part accelerative component of perturbation moment for board motion. Also there have been cited function of perturbation moment components to angle of encounter and some conclusions about board and pitching motions resonances.*

**Amplitude, perturbation moment, wave, movement, trim, accelerative component, roll, ship, maneuvering, mathematic model, sea, parameters, turn, frequency characteristics, gale conditions, angle of encounter**



УДК 681.5

*Л. П. Козлова, О. А. Козлова*

## РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

*Выделены алгоритмы для роботов-манипуляторов и человекоподобных роботов, а также целевые алгоритмы распознавания текста, используемые людьми.*

### **Распознавание образов, бесшрифтовый, алгоритм кластеризации, манипулятор, расстояние**

Образ – результат и идеальная форма отражения предметов и явлений материального мира в сознании человека [1]. Проще говоря, образ – это описание объекта.

Долгое время распознавание образа рассматривалось только с точки зрения биологического и психологического аспектов. Однако в настоящее время эта задача весьма актуальна и находит свое применение в разных областях жизни: распознавание текста помогает произвести преобразование бумажных носителей текста в цифровую форму для последующей обработки на компьютере; распознавание речи и графических образов особенно актуально для получившей широкое распространение в последние годы робототехники и следящих систем.

В общем случае распознавание образов можно характеризовать как отнесение исходного объекта к определенному классу за счет выделения существенных признаков или свойств, характеризующих этот объект, из общего числа несущественных деталей.

Для задач распознавания характерно следующее:

- приведение исходных данных к виду, пригодному для дальнейшего распознавания;
- непосредственно само распознавание.

Удобнее всего понять принцип распознавания образа, рассмотрев метод множества эталонов:

1. На первом этапе имеем исходный объект: обучающую выборку – набор эталонов; для каждого эталона существует метрика.
2. На втором этапе при помощи метрики рассчитываем расстояние от объекта до каждого из эталонов.
3. Сравниваем получившееся расстояние.
4. Относим объект к тому классу, расстояние до которого оказалось минимальным.

На практике возможна ситуация, в которой объект будет находиться на одинаковом расстоянии от нескольких эталонов. Эта проблема должна учитываться и разрешаться в программе, обрабатывающей исходный объект.

Остановимся подробнее на робототехнике и для более подробного рассмотрения выделим 2 группы роботов: роботы-манипуляторы и человекоподобные образцы.

Роботы-манипуляторы используются преимущественно для перемещения объектов с одного места в другое. Частным случаем таких роботов являются манипуляторы, исполь-

зующие фотодатчики. В программе, управляющей роботом, зафиксирован набор эталонов объектов, над которыми должны производиться действия. Рука-манипулятор поворачивается до тех пор, пока фотодатчик не зафиксирует объект. Далее производится сравнение данного объекта с эталонными и принимается решения о действии над ним.

Но наиболее интересен для распознавания образа робот, имитирующий человека. Если уровень интеллектуальности такого робота достаточно высок, то особенностью его системы распознавания является, способность не только к распознаванию введенных в базу данных эталонов, но и к самообучению, т. е. расширению своей базы эталонов без помощи человека.

Рассмотрим способность такого робота различать зрительные образы.

Тут под образом следует понимать замкнутую область на ограниченном изображении, обладающую следующими свойствами:

- форма образа должна быть бинарна;
- размер определяется по большей стороне;
- разница в соотношении вертикального и горизонтального размеров не должна быть очень большой.

Распознавание изображения производится с помощью следующего алгоритма:

1. Производится оконтуривание изображения, считанного камерами.
2. Производится сканирование оконтуренного изображения с целью определения размеров. В результате формируются экранные координаты.
3. Если в программе робота учитывается система распознавания цветов, проводится повторное сканирование области с целью определения ее цвета путем расчета среднего арифметического значения цветов соответствующих пикселей исходного изображения.
4. Определяется форма области.
5. Вычисляются координаты объекта.

Расширение базы эталонов осуществляется за счет прямого редактирования либо в результате обучения, которое предполагает два режима: режим добавления нового образа и режим удаления образа.

Добавление нового образа осуществляется по алгоритму:

1. Проводится процедура распознавания образа, на выходе которой имеем новый объект, для которого определены все параметры, предусмотренные для данного конкретного робота (размер, цвет, координаты, размер и т. п.).
2. Объект сравнивается с эталонами, заложенными в базу, и если определяется соответствие какому-либо эталону, то присваивается необходимое значение.
3. Если объект не соответствует ни одному эталону, то ему присваивается значение, не существовавшее ранее, которое заносится в базу.

Для удаления образа, как правило, необходимо сформировать причину, например одно из следующих утверждений:

- объектом можно пренебречь из-за слишком маленьких размеров;
- объект требует более детального рассмотрения из-за слишком больших габаритов;
- без причины.

Подобный алгоритм можно записать, например, для распознавания человекоподобным роботом звуковых сигналов.

Конечно, приведенные алгоритмы являются лишь обобщенными, и для конкретных роботов требуется фундаментальная доработка с подстройкой в каждом конкретном случае под требуемые параметры.

Другой не менее интересной областью, с точки зрения задачи распознавания образов, является распознавание текста. Если робототехника все-таки является обособленной для определенного круга профессий и специальностей, то сканирование текстовых документов происходит практически во всех областях.

Основным свойством любого печатного текста является шрифт. По этому свойству можно выделить два вида алгоритмов: шрифтовой и бесшрифтовой.

Для работы шрифтового алгоритма необходимо занесения полной выборки символов. Программа анализирует различные характеристики этой выборки и впоследствии на ее основе создает базу эталонных значений. После чего программа готова к работе [2]. Этот процесс можно назвать обучением программы. Впоследствии процесс обучения может повторяться для других шрифтов с другими характеристиками в зависимости от предназначения программы.

К достоинствам данного метода можно отнести надежность результатов распознавания при условии подробной априорной информации.

Фактически, этот алгоритм является уже описанным методом множества эталонов.

Однако помимо достоинств алгоритм содержит и недостатки, среди которых выделяются следующие:

- алгоритм должен априори иметь выборку со всеми эталонами. Это, во-первых, достаточно проблематично, если учесть, что в настоящее время существует огромное количество различных шрифтов. А во-вторых, программы, способные распознать большое количество различных вариантов шрифтов, получаются объемными;

- в случае если программа способна распознать больше одного шрифта, она должна включать в себя специальный блок, настройки на конкретный шрифт, что вносит дополнительные неточности в результат, либо переключение распознаваемого шрифта должно осуществляться вручную.

Бесшрифтовые алгоритмы также называют шрифтонезависимыми. В данных методах отсутствуют априорные знания о шрифтах, поступающих на вход. Эти алгоритмы измеряют и анализируют различные характеристики (признаки), присущие буквам как таковым безотносительно шрифта и абсолютного размера (кегля). Для шрифтонезависимого алгоритма процесс обучения может даже отсутствовать. В этом случае характеристики символов измеряет, кодирует и помещает в базу программы сам человек. Однако на практике случаи, когда такой путь исчерпывающе решает поставленную задачу, встречаются редко. Более общий путь создания базы характеристик заключается в обучении программы на выборке реальных символов [3].

Среди достоинств данного алгоритма выделим:

- универсальность. Тут нет необходимости в априорной информации, что способствует уменьшению объемов программы;

- отсутствие необходимости для человека разбираться в шрифте, которым напечатан сканируемый объект, что дополнительно упрощает интерфейс программы;

- более простой алгоритм обучения программы различным шрифтам, что позволяет создать практически автоматические алгоритмы.

Но при всем при этом нельзя не отметить значительно возросшую по сравнению со шрифтовым алгоритмом возможность ошибки при распознавании.

Безусловно, существенно повышают качество распознавания подходы, сочетающие в себе оба этих метода.

Каждый алгоритм разрабатывается для какой-то определенной области, в которой он впоследствии будет работать. И увеличение качества алгоритма достигается не попыткой создать универсальный алгоритм, пригодный для всех областей, а комбинированием простых эффективных алгоритмов. Важно помнить, что алгоритмы, входящие в состав нового, образованного на их основе, не должны быть слишком схожи между собой, в противном случае ошибка распознавания значительно возрастет. Но при этом информация об уже используемых шрифтах должна собираться с каждым новым шагом, что повышает эффективность работы.

В общем, алгоритмам распознавания присущи следующие свойства:

- универсальность, т. е. способность различать достаточно большое разнообразие шрифтов;
- точность, которая определяет, насколько качественно было проведено распознавание;
- техничность;
- необходимость участия человека в процессе распознавания. Понятно, что тут преимущество на стороне алгоритмов с наименьшим вмешательством человека.

Обобщенную схему работы адаптивного алгоритма можно разделить на следующие этапы:

1. Распознавание всей страницы. Тут не имеет значения высокое качество распознавания. Основной ценностью на этом этапе является простота и эффективность.

2. Сбор статистики.

3. Кластеризация. Очень важный этап еще и потому, что алгоритмов кластеризации существует огромное количество, и от того, какой алгоритм выбран, зависит результат выяснения: группируются ли одинаковые символы на данной странице. При этом получение различных результатов с использованием нескольких алгоритмов кластеризации вовсе не означает, что какой-то из методов сработал некорректно. Важно сделать выбор в пользу алгоритма, наиболее подходящего для поставленной задачи.

4. Формирование эталонов, т. е. создание базы, по которой будет проводиться окончательное распознавание текста.

5. Дораспознавание – завершающий этап, на котором еще раз сканируется текст и происходит окончательное распознавание символов. Основная цель этого этапа – получить для всех символов надежные оценки точности распознавания.

Не сложно заметить, что именно этот алгоритм используют обычные сканеры.

Подводя итог, можно сказать, что распознавание образов объединяет различные области; их связывает поиск решения общей задачи – выделить элементы, принадлежащие конкретному классу, среди множества размытых элементов, относящихся к нескольким классам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Советский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1988. 910 с.
2. Y.-H. Pao. Adaptive pattern recognition and neural network. Boston: Addison-Wesley, 1989.
3. Ян Д. Е., Анисимович К. В., Шамис А. Л. Новая технология распознавания символов. Теория, практическая реализация, перспективы. М.: Препринт, 1995.

*L. P. Kozlova, O. A. Kozlova*

*IMAGE RECOGNIZING IN SYSTEMS OF CONTROL*

*Allocated algorithms for the robot manipulator and human look like robots, algorithms of text recognition and also used by people.*

**Image recognizing, omnifont, Clustering Algorithm, manipulator, distance**



УДК 681.883.67.001.24

С. И. Коновалов, А. Г. Кузьменко

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ТОНКОСТЕННОЙ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКОЙ СФЕРЫ С ВНУТРЕННИМ ЗАПОЛНЕНИЕМ

*Рассмотрен импульсный режим работы излучателя в виде тонкостенной пьезокерамической сферы с внутренним заполнением, нагруженного на водную среду. Теоретическим путем, основанным на применении метода схем-аналогов пьезопреобразователей и спектрального преобразования Фурье, получены оценки амплитуд и длительностей излучаемых акустических импульсов для пустотелого излучателя, а также для случаев заполнения внутреннего объема преобразователя жидкими материалами.*

**Акустический импульс, пьезокерамическая сфера, материал заполнения, акустический импеданс**

В предыдущих статьях, например в [1]–[3], описаны результаты исследования авторами нестационарных режимов работы пьезопреобразователей различной формы, нагруженных на твердые и жидкие среды. Так, пьезопластина, излучающая импульсный сигнал в воду, рассмотрена в [1], а случаю ее нагрузки на твердое тело посвящена работа [2]. Тонкостенный пьезоцилиндрический излучатель с заполнением его внутреннего объема жидкими материалами, работающий на водную среду, описан в [3]. Представляет интерес проведение аналогичных исследований и для преобразователей другой формы, например сферической. Излучатели подобного рода могут применяться при решении различных задач, подразумевающих создание ненаправленного импульсного излучения.

Рассмотрим сферический пьезокерамический преобразователь, нагруженный на водную среду. Схема задачи представлена на рис. 1. Электрическое возбуждение излучателя осуществляется импульсом напряжения  $U(t)$ . В

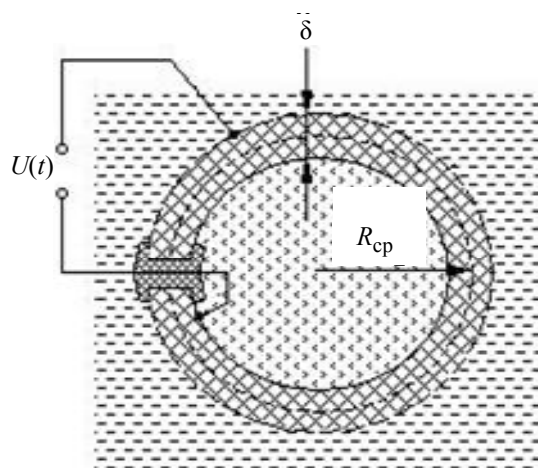


Рис. 1

качестве активного материала выберем пьезокерамику ЦТСНВ-1. Внутренний объем преобразователя заполнен жидкими материалами (вода, глицерин и т. д.), что увеличивает механическую прочность излучателя при помещении его на значительные глубины. Приняты следующие обозначения:  $R_{cp}$  – средний радиус сферы,  $\delta$  – толщина стенки. Относительная тол-

щина стенки может характеризоваться параметром  $\alpha = \delta/R_{cp}$ . Задача сводится к оценке длительностей и амплитуд сигналов, излучаемых рассматриваемым преобразователем в воду.

Поляризацию пьезокерамической сферы будем считать радиальной. При этом преобразователь будет совершать симметричные относительно центра сферы радиальные колебания и будет излучать сферическую волну. Задача при этом сводится к одномерной, зависящей только от волнового аргумента  $kR$ , где  $k = \omega/c$  – волновое число в соответствующей среде,  $\omega$  – циклическая частота,  $c$  – скорость звука в среде.

Обозначим величины, относящиеся к внутреннему заполнению сферы, индексом 1, а величины, относящиеся к внешней среде, индексом 2. Если использовать зависимость от времени  $e^{j\omega t}$ , то в соответствии с работой [4] для удельного импеданса излучения  $z_S^{(1)}$  вовнутрь сферы можно написать следующее выражение:

$$z_S^{(1)} = -j\rho_1 c_1 j_0(k_1 R_{cp}) / j_1(k_1 R_{cp}),$$

где  $j_0(k_1 R_{cp})$  и  $j_1(k_1 R_{cp})$  – сферические функции Бесселя нулевого и первого порядков от волнового аргумента ( $k_1 R_{cp}$ ). Упомянутые функции сводятся к тригонометрическим и степенным функциям:

$$j_0(z) = \frac{\sin z}{z}; \quad j_1(z) = \frac{\sin z}{z^2} - \frac{\cos z}{z}.$$

Для удельного импеданса излучения  $z_S^{(2)}$  во внешнюю среду воспользуемся известным выражением

$$z_S^{(2)} = \rho_2 c_2 \frac{(k_2 R_{cp})^2 + j(k_2 R_{cp})}{1 + (k_2 R_{cp})^2}.$$

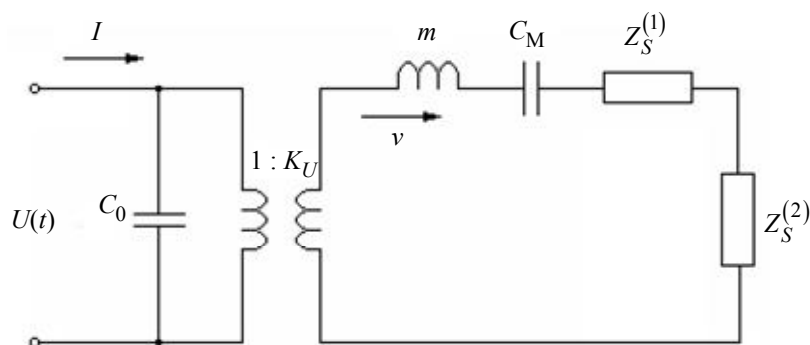


Рис. 2

Для тонкостенной сферической оболочки ( $\alpha \ll 1$ ) можно построить электрическую схему-аналог с сосредоточенными параметрами, хорошо известную в литературе. Эквивалентная схема преобразователя представлена на рис. 2.

Приведем параметры схемы-аналога:

**масса пьезокерамики**  $m = \rho_K S \delta$ , где  $\rho_K$  – плотность пьезокерамики;  $S$  – площадь поверхности сферы;



**механическая гибкость сферы** при радиальных колебаниях  $C_M^E = \frac{1}{4\pi Y_c^E R_{cp}} \frac{1}{\alpha}$ , где

$$Y_c^E = Y_1^E \frac{2}{1 + s_{12}^E/s_{11}^E} - \text{эффективный упругий модуль для сферической оболочки; } s_{12}^E \text{ и } s_{11}^E -$$

элементы матрицы гибкостей пьезокерамики при постоянной напряженности электрического поля;  $Y_1^E = \frac{1}{s_{11}^E}$  – модуль Юнга;

**коэффициент электромеханической трансформации**  $K_U = 4\pi d_{31} Y_c^E R_{cp}$ , где  $d_{31}$  – пьезомодуль;

**электрическая емкость** механически заторможенного преобразователя  $C_0 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_{33}^{u1} S}{R_{cp} \alpha}$ ,

где  $\epsilon_{33}^{u1} = \epsilon_{33}^\sigma (1 - k_p^2)$ ;  $\epsilon_{33}^\sigma$  – диэлектрическая проницаемость пьезокерамики при постоянном упругом напряжении;  $k_p$  – планарный коэффициент электромеханической связи пьезоматериала;  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная;

**резонансная частота** радиальных колебаний

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{m C_M}} = \frac{c_{1k}^E}{R_{cp}} \sqrt{\frac{2}{1 + s_{12}^E/s_{11}^E}}, \text{ где } c_{1k}^E = \sqrt{\frac{1}{\rho_k s_{11}^E}};$$

**эффективная скорость звука**  $c_{эф} = c_{1k}^E \sqrt{\frac{2}{1 + s_{12}^E/s_{11}^E}}$ .

Условие резонанса можно выразить через эффективную скорость звука:

$$\frac{\omega_0}{c_{эф}} R_{cp} = 1.$$

Введем безразмерную (относительную) частоту  $\gamma = \omega/\omega_0$ . Обозначим через  $b_1$  и  $b_2$  отношения скоростей звуковых волн:  $b_1 = c_{эф}/c_{зап}$ ,  $b_2 = c_{эф}/c_в$ , где  $c_{зап}$  и  $c_в$  – скорости звука в материале заполнения и в воде соответственно. С учетом введенных обозначений волновые аргументы можно записать следующим образом:  $k_k R_{cp} = \gamma$ ;  $k_1 R_{cp} = \gamma b_1$ ;  $k_2 R_{cp} = \gamma b_2$ , где  $k_k = \omega/c_{эф}$  – волновое число для керамики.

В новых переменных выражения для импедансов излучения примут вид:

$$Z_S^{(1)}(\gamma) = z_k S \left( -j \frac{z_{зап}}{z_k} \frac{j_0(b_1 \gamma)}{j_1(b_1 \gamma)} \right);$$

$$Z_S^{(2)}(\gamma) = z_K S \left( \frac{z_B (\gamma b_2)^2 + j(\gamma b_2)}{z_K 1 + (b_2 \gamma)^2} \right),$$

где  $z_K = \rho_K c_{эф}$ ,  $z_{зап} = \rho_{зап} c_{зап}$ ,  $z_B = \rho_B c_B$  – удельные акустические сопротивления керамики, материала заполнения и воды соответственно.

Суммарный импеданс излучения  $Z_S(\gamma) = Z_S^{(1)}(\gamma) + Z_S^{(2)}(\gamma)$ . Механический импеданс пьезокерамической сферы  $Z_{сф}(\gamma) = jz_K S \alpha \left( \gamma - \frac{1}{\gamma} \right)$ . Полное механическое сопротивление сферы с учетом сопротивлений излучения  $Z_M(\gamma) = Z_{сф}(\gamma) + Z_S(\gamma)$ .

Теперь можно получить выражение для колебательной скорости на поверхности сферы:

$$v(\gamma) = K_U U / Z_M(\gamma) = \left( \frac{d_{31} Y_c^E}{z_K \delta} \right) U \frac{\alpha}{j\alpha \left( \gamma - \frac{1}{\gamma} \right) + \frac{Z_S(\gamma)}{z_K S}}.$$

Полученное выражение для  $v(\gamma)$  является произведением двух сомножителей: постоянного, имеющего размерность скорости и могущего служить нормирующей величиной:

$$v_N = \frac{d_{31} Y_c^E}{z_K \delta} U, \text{ и зависящего от } \gamma \text{ безразмерного выражения } v_1(\gamma) = \frac{\alpha}{j\alpha \left( \gamma - \frac{1}{\gamma} \right) + \frac{Z_S(\gamma)}{z_K S}}, \text{ ко-}$$

торое представляет собой по существу частотную характеристику преобразователя, т. е. его спектральную функцию.

Зададимся импульсом электрического возбуждения в виде одного полупериода синусоидального напряжения на частоте  $\omega_0$  радиального резонанса сферы:

$$U(t) = \begin{cases} U_m \sin \omega_0 t, & 0 \leq t \leq T_0/2, \\ 0 & \text{при } t < 0 \text{ и } t > T_0/2, \end{cases}$$

где  $T_0$  – период колебаний преобразователя на резонансной частоте  $\omega_0$ . Выполняя прямое преоб-

разование Фурье для  $U(t)$ , получим спектральную плотность  $U(\gamma) = \frac{\cos(\gamma\pi/2)}{1-\gamma^2} e^{-j\gamma\pi/2}$ . Введем

также безразмерное время  $T = t/(T_0/2)$ , где  $t$  – реальное время.

Для расчета формы импульса  $v(T)$  используем обратное преобразование Фурье. С точностью до постоянного множителя

$$v_1(T) = \text{Re} \int_0^{\infty} U(\gamma) v_1(\gamma) e^{j\gamma\pi T} d\gamma.$$

Перейдем к описанию результатов расчета, который был проведен для значений параметра  $\alpha$ , находящихся в диапазоне от 0,01 до 0,2. Вначале форма излучаемых акустических импульсов изучалась для случая отсутствия заполнения внутреннего объема сферы. При этом расчет показал, что для всего рассмотренного диапазона изменения параметра  $\alpha$  акустические сиг-

налы, излучаемые рассматриваемым преобразователем в окружающую его водную среду, не имеют искажений. Подтверждением этого положения может служить рис. 3, на котором представлены сигналы, соответствующие некоторым значениям параметра  $\alpha$  из названного диапазона:  $\alpha = 0,01$  (рис. 3, а),  $\alpha = 0,05$  (рис. 3, б),  $\alpha = 0,1$  (рис. 3, в) и  $\alpha = 0,2$  (рис. 3, г).

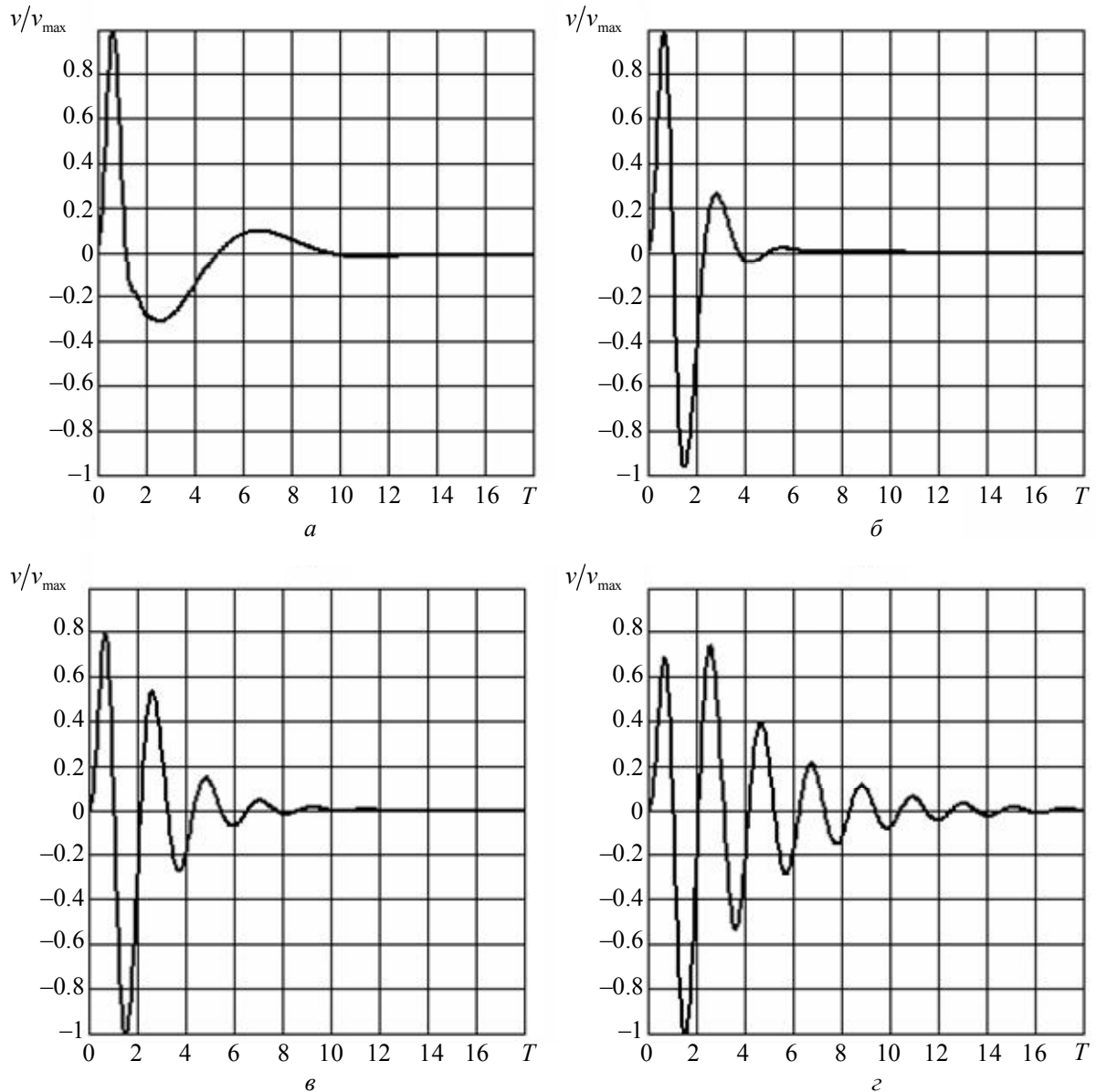


Рис. 3

При заполненном внутреннем объеме сферы картина существенно изменяется – импульсы теряют “правильность” своей формы, появляются искажения, напоминающие биения. В процессе расчета рассмотрены 2 материала заполнения – вода и глицерин. На рис. 4 представлены формы излучаемых сигналов для значений параметра  $\alpha = 0,02$  (рис. 4, а и в) и  $\alpha = 0,15$  (рис. 4, б и г). При этом рис. 4, а и б относятся к водозаполненному варианту излучателя, а рис. 4, в и г – к варианту заполнения полости преобразователя глицерином.

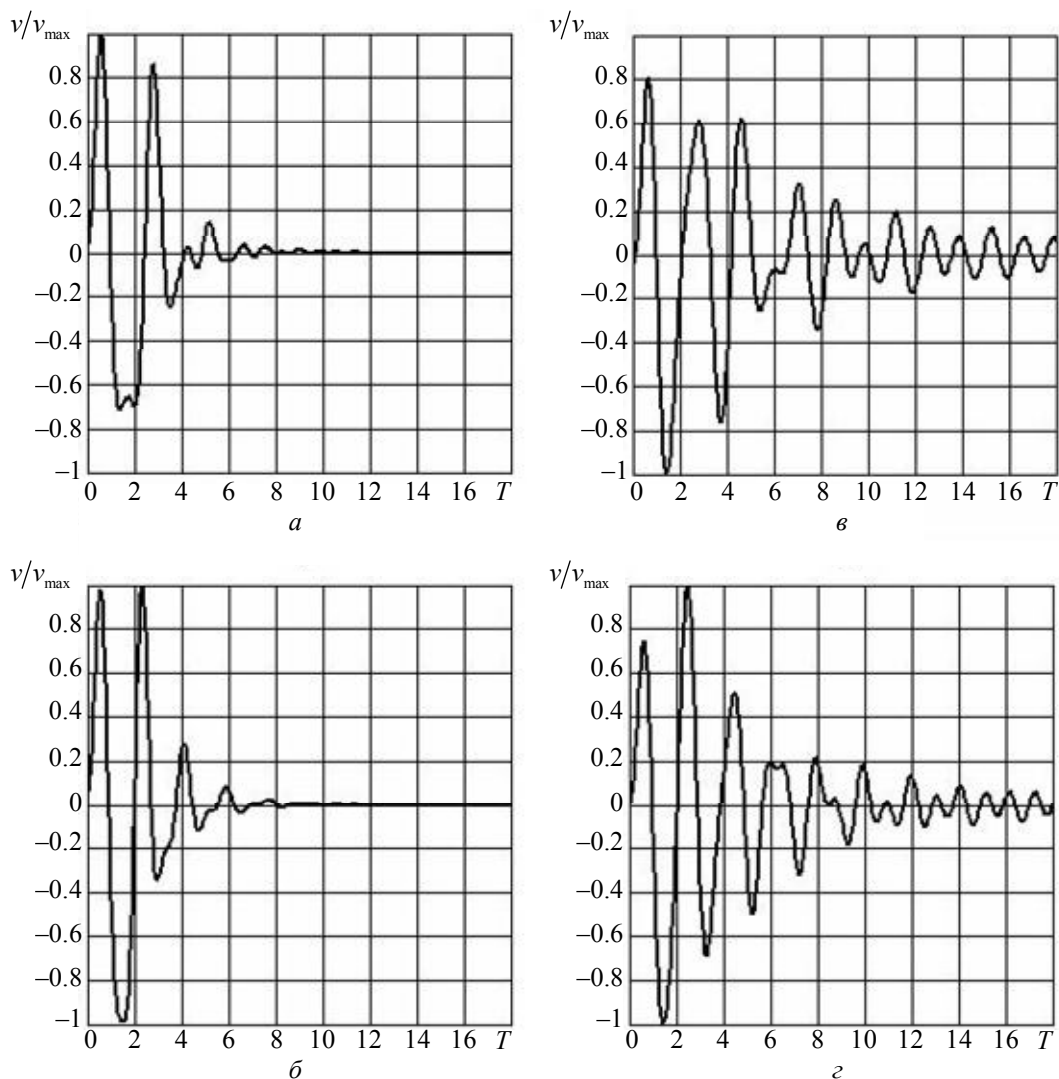


Рис. 4

Остановимся более подробно на параметрах акустических импульсов, излучаемых рассматриваемым сферическим преобразователем. С этой целью обратимся к таблице, в которой представлены амплитуды и длительности исследуемых сигналов. Как и ранее, за длительность импульса примем безразмерное время, прошедшее от его начала до момента спада амплитуды колебательной скорости в 10 раз по отношению к максимальному значению. Амплитуду импульса измеряем в условных единицах (у. е.), пропорциональных колебательной скорости в импульсе, что объясняется решением задачи с точностью до постоянного множителя.

Анализ материалов, представленных в таблице, позволяет утверждать, что амплитуды сигналов, излучаемых сферой при ее заполнении водой и глицерином, достаточно сильно различаются при малых значениях параметра  $\alpha$ . Так, например, при  $\alpha = 0,01$  разница составляет около 40%. С ростом  $\alpha$  различие несколько стирается, а именно: при  $\alpha = 0,1$  оно составляет 5...6%, а при  $\alpha = 0,2$  – не превышает 10...12%. При этом амплитуда импульсов, излучаемых преобразователем без заполнения, превышает амплитуды сигналов, соответствующих заполнению внутреннего объема сферы, примерно на 25...50% во всем диапазоне изменения параметра  $\alpha$ .

Сравнение длительностей сигналов, излучаемых незаполненным преобразователем и имеющим заполнение из рассматриваемых материалов, позволяет сделать следующие выводы. Для очень малых значений относительной толщины стенки незаполненная сфера излу-

чает более длинные сигналы, чем сфера с заполненным внутренним объемом. Действительно, при  $\alpha = 0,01$  незаполненный преобразователь имеет длительность излучаемого импульса 7 полупериодов колебаний на радиальном резонансе, а при заполнении его водой и глицерином можно получать, как показывает расчет, длительности 3,5 и 4,2 полупериода соответственно. С ростом параметра  $\alpha$  картина изменяется – длительность излучаемого незаполненной сферой импульса достигает минимального значения и составляет 3,3 полупериода при  $\alpha = 0,05$ . При указанном значении  $\alpha$  водозаполненная сфера излучает импульс длительностью 9,2 полупериода, а при использовании глицерина – 7 полупериодов. Дальнейшее увеличение относительной толщины стенки влечет за собой возрастание длительности акустического сигнала для всех рассматриваемых материалов. В частности, при  $\alpha = 0,1$  длительности акустических импульсов составляют 5, 11,6 и 9,8 полупериодов для случая отсутствия заполнения, применения воды и глицерина соответственно. Эта же тенденция сохраняется и в дальнейшем. Например, при  $\alpha = 0,2$  длительности сигналов при перечислении их в той же последовательности равняются 9, 17 и 19,5 полупериодов.

Материал заполнения		Амплитуды и длительности излучаемых акустических импульсов					
		Значения параметра $\alpha$					
		0,01	0,03	0,05	0,10	0,15	0,20
Без заполнения	Амплитуда	0,38	0,76	0,94	1,44	1,70	1,85
	Длительность	7	3,6	3,3	5	7	9
Вода	Амплитуда	0,17	0,42	0,60	0,97	1,32	1,56
	Длительность	3,5	6	9,2	11,6	16	17
Глицерин	Амплитуда	0,12	0,34	0,53	0,92	1,14	1,40
	Длительность	4,2	6	7	9,8	14,6	19,5

Таким образом, проведение численно-теоретического исследования позволило рассмотреть импульсный режим работы сферического излучателя при его нагрузке на водную среду в различных вариантах – без заполнения и с заполнением внутреннего объема преобразователя водой и глицерином. Результатом вычислений стали конкретные оценки длительностей и амплитуд акустических сигналов, излучаемых рассмотренным преобразователем, что может представить определенный интерес для некоторых практических задач гидроакустики.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коновалов С. И., Кузьменко А. Г. Исследование возможности излучения и приема коротких импульсов при использовании механического демпфирования или согласующих слоев // Дефектоскопия. 1998, № 8. С. 3–12.
2. Коновалов С. И., Кузьменко А. Г. Влияние параметров контактного слоя и демпфера на длительность излучаемого преобразователем импульса // Изв. СПбГЭТУ “ЛЭТИ”. 2004. Вып. 1. С. 6–11.
3. Коновалов С. И., Кузьменко А. Г. Импульсный режим работы тонкостенного пьезоцилиндра с внутренним заполнением // Изв. СПбГЭТУ “ЛЭТИ”. 2009. № 4. С. 40–46.
4. Шендеров Е. Л. Волновые задачи гидроакустики. Л.: Судостроение, 1972.

*S. I. Konovalov, A. G. Kuzmenko*

#### *INVESTIGATION OF PULSED MODE OF OPERATION OF A THIN-WALLED PIEZOCERAMIC SPHERE FILLED WITH A LIQUID MATERIAL*

*Pulsed mode of operation of a radiator in the form of a thin-walled piezoceramic sphere filled with a liquid material and loaded on water is considered. On the base of using method of electric circuits-analogs for piezoelectric transducers and Fourier transform, and using computational methods as well, specific estimates of amplitudes and durations of radiated acoustic pulses are obtained both for the case of absence and presence of filling with a liquid material in the sphere.*

**Acoustic pulse, piezoceramic sphere, filling material, acoustic impedance**

*С. А. Анисимов, А. М. Боронахин, М. Н. Бурнашев,  
П. А. Иванов, Л. Н. Олейник, И. Л. Суров, А. Н. Ткаченко,  
Ю. В. Филатов*

## АЛГОРИТМ ИСПЫТАНИЙ ТРИАДЫ ГИРОСКОПОВ НА ДВУХОСНОМ ИСПЫТАТЕЛЬНОМ СТЕНДЕ

*Описывается двухосный стенд для испытаний инерциальных навигационных систем. Приводятся его функциональная схема и основные технические характеристики. Представлена методика калибровки триады гироскопов, позволяющая оценить основные характеристики датчиков.*

**Алгоритм калибровки, инерциальная навигационная система, волоконно-оптический гироскоп, двухосный поворотный стенд**

В настоящей статье описан алгоритм испытаний триады гироскопов, входящих в состав инерциальной навигационной системы (ИНС), с использованием двухосного стенда. Представленная методика калибровки блока гироскопов позволяет оценить следующие параметры датчиков:

- масштабные коэффициенты;
- нелинейности выходных характеристик;
- систематические смещения нулевых сигналов;
- составляющие случайных дрейфов;
- неортогональности измерительных осей.

Предложенные в алгоритме процедуры базируются на использовании стандарта IEEE [1] и результатов исследований научного коллектива кафедры ЛИНС СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина).

**Описание двухосного испытательного стенда.** Функциональная схема стенда может быть представлена следующими основными блоками (рис. 1):

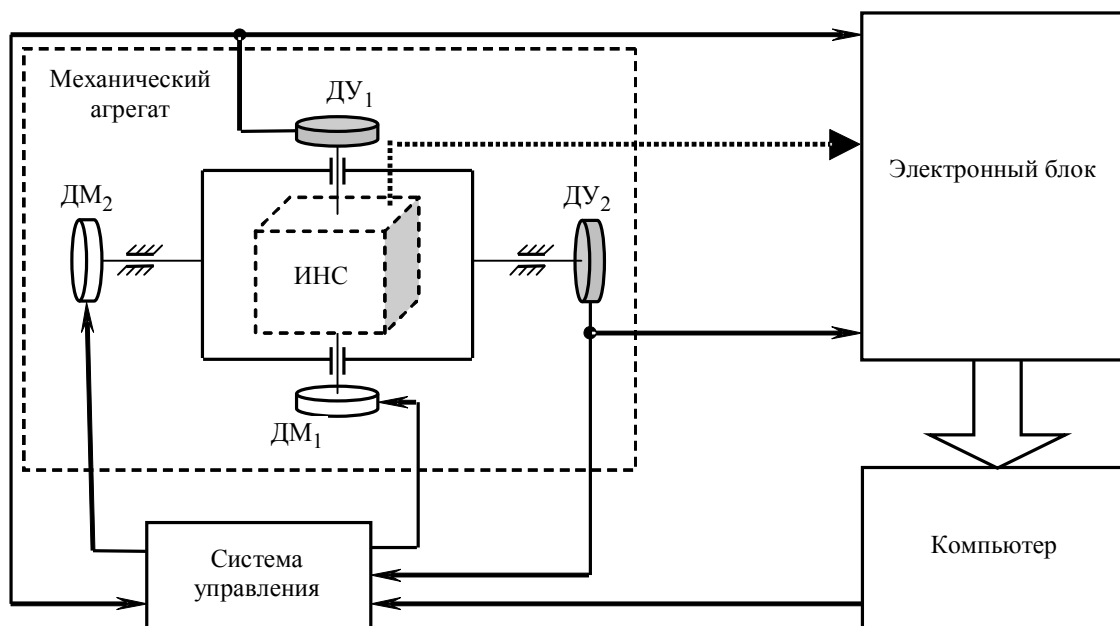


Рис. 1

1) механический агрегат – двухстепенной карданов подвес, на каждой из осей которого установлены датчики угла (ДУ – ЛИР3170, производства ОАО «СКБ ИС», Россия) и датчики момента (ДМ – двигатели фирмы Siemens, Швеция);

2) система управления, назначением которой является контроль углового положения ИНС относительно географической системы координат (ГСК), а также стабилизация угловых скоростей вращения вокруг осей механического агрегата;

3) электронный блок, предназначенный для сбора и предварительной обработки показаний ДУ, гироскопов и акселерометров ИНС, а также результата ее работы в решении задач навигации и ориентации;

4) компьютер, назначением которого является обработка и хранение измерительной информации, а также формирование команд для системы управления.

Основные технические характеристики ИНС приведены в табл. 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Диапазон угловых перемещений по осям наклона и поворота	Не ограничен
Предельная погрешность позиционирования по осям наклона и поворота	12"
Диапазон угловых скоростей по оси наклона ( $\dot{\epsilon}_{1\max}$ )	0 ... 100 °/с
Диапазон угловых скоростей по оси поворота ( $\dot{\epsilon}_{2\max}$ )	0 ... 60 °/с
Погрешность задания угловой скорости	0,1 %
Нестабильность скорости вращения при осреднении за один оборот	0,1 %
Погрешность измерения скорости вращения	0,01/T °/с (T – время осреднения)
Отклонение от взаимной ортогональности осей вращения	Не более 20"

Кроме того: стенд обеспечивает вращение и угловое позиционирование вокруг двух взаимно ортогональных осей; измерение и выдачу потребителю текущих значений скоростей вращения и углового положения по обеим осям в реальном времени.

**Описание систем координат.** Для описания алгоритма испытаний триады гироскопов вводятся следующие системы координат:

$oxyz$  – приборная система координат, связанная с испытуемой ИНС;

$O\xi\eta\zeta$  – ГСК;

$ox_Ty_Tz_T$  – система координат, образованная измерительными осями гироскопов;

$ox_cy_cz_c$  – система координат, связанная с основанием стенда;

$ox_6y_6z_6$  – базовая система координат, связанная с планшайбой стенда.

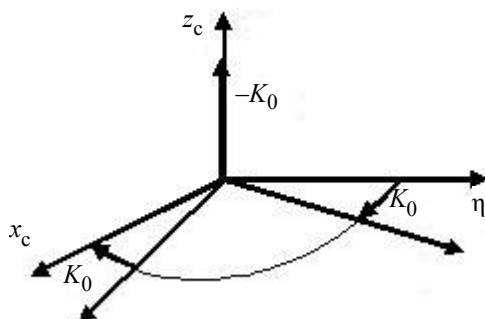


Рис. 2

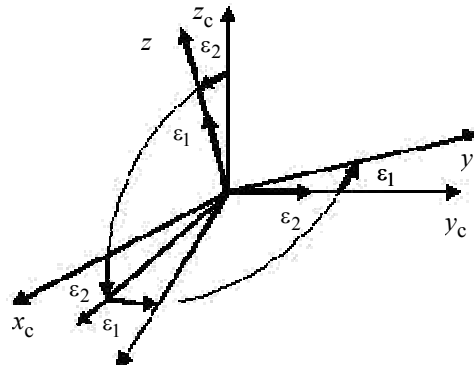


Рис. 3

Положение  $ox_c y_c z_c$  (рис. 2) относительно ГСК характеризуется углом курса  $K_0$ . Тогда справедливо следующее выражение:

$$\begin{vmatrix} x_c & y_c & z_c \end{vmatrix}^T = A_{ГСК}^c \begin{vmatrix} \xi & \eta & \zeta \end{vmatrix}^T, \quad (1)$$

где  $A_{ГСК}^c = \begin{vmatrix} \cos K_0 & -\sin K_0 & 0 \\ \sin K_0 & \cos K_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$ .

Положение  $oxyz$  (рис. 3) относительно  $ox_c y_c z_c$  задается разворотом на углы  $\varepsilon_2$  (вокруг оси наклона стенда) и  $\varepsilon_1$  (вокруг оси поворота стенда). Соответственно:

$$\begin{vmatrix} x & y & z \end{vmatrix}^T = A_c^{xyz} \begin{vmatrix} x_c & y_c & z_c \end{vmatrix}^T, \quad (2)$$

где  $A_c^{xyz} = \begin{vmatrix} \cos \varepsilon_1 & \sin \varepsilon_1 & 0 \\ -\sin \varepsilon_1 & \cos \varepsilon_1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} \cos \varepsilon_2 & 0 & -\sin \varepsilon_2 \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \varepsilon_2 & 0 & \cos \varepsilon_2 \end{vmatrix}$ .

**Структура построения алгоритма калибровки триады гироскопов.** Алгоритм испытаний триады гироскопов можно разделить на две части:

### **1. Ввод начальных условий.**

На этом этапе пользователю предлагается ввести в диалоговое окно программного обеспечения (рис. 4) паспортные характеристики калибруемых гироскопов:

- масштабный коэффициент (МК);
- диапазон измеряемой величины (угловой скорости);
- рабочую полосу частот;
- дисперсию шума

и допустимые погрешности оценок, которые определяются конструктивными особенностями механического агрегата (см. рис. 1):

- постоянной составляющей дрейфа гироскопов –  $0,01 \text{ } ^\circ/\text{ч}$ ;
- нестабильности дрейфа гироскопов –  $0,01 \text{ } ^\circ/\text{ч}$ ;
- случайного дрейфа гироскопов –  $0,01 \text{ } ^\circ/\text{ч}^{0,5}$ ;
- масштабного коэффициента гироскопа –  $0,001 \text{ } \%$ ;
- нелинейности масштабного коэффициента гироскопа –  $0,001 \text{ } \%$ ,

а также частотой выдачи информации и разрядностью АЦП, используемых для ввода измерительной информации в компьютер.

На данном этапе, исходя из паспортных характеристик гироскопов и стенда, выполняется расчет частоты (учитывая возможности системы) и длительности съема измерительной информации. Частота съема измерительной информации  $\Delta f$  определяется удвоенной рабочей полосой гироскопа. Например, для волоконно-оптического гироскопа ВГ951 фирмы «Физоптика» (рис. 4)  $\Delta f = 1 \text{ кГц}$ .



## Ввод начальных условий и расчет режимов калибровки гироскопов БИНС

Введите характеристики гироскопов:

– диапазон измеряемых угловых скоростей, °/с	min	<input type="text" value="-80"/>	max	<input type="text" value="80"/>
– МК, мВ/(°/с)		<input type="text" value="24"/>		
– рабочая полоса, Гц		<input type="text" value="500"/>		
– шум в рабочей полосе, мВ/Гц <sup>0,5</sup>		<input type="text" value="0.01"/>		
Введите характеристики гироскопов:				
		<input type="text" value="1000"/>		
– систематической погрешности, °/с		<input type="text" value="0.01"/>		
– нестабильности лучевого сигнала, °/с		<input type="text" value="0.01"/>		
– погрешности МК, %		<input type="text" value="0.001"/>		
– нестабильности МК, %		<input type="text" value="0.001"/>		
– случайной погрешности, °/ч <sup>0,5</sup>		<input type="text" value="0.01"/>		

**Рассчитать  
режимы**

Рис. 4

### 2. Калибровка триады гироскопов.

Калибровка блока гироскопов предполагает реализацию серии последовательных вращений (по часовой стрелке и против нее), задаваемых стендом, для всех трех гироскопов. При этом производится синхронизированная запись показаний датчиков углов и гироскопов с частотой  $\Delta f$ .

*Математическая модель триады гироскопов.* В качестве математической модели, описывающей показания триады гироскопов, используется следующее выражение:

$$\begin{bmatrix} U_x^\Gamma \\ U_y^\Gamma \\ U_z^\Gamma \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} MK_x^\Gamma & 0 & 0 \\ 0 & MK_y^\Gamma & 0 \\ 0 & 0 & MK_z^\Gamma \end{bmatrix} \cdot \left\{ D_\Gamma \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta\omega_x^s \\ \Delta\omega_y^s \\ \Delta\omega_z^s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta\omega_x^r \\ \Delta\omega_y^r \\ \Delta\omega_z^r \end{bmatrix} \right\},$$

где  $U_x^\Gamma, U_y^\Gamma, U_z^\Gamma$  – сигналы гироскопов;  $MK_i^\Gamma$  – масштабные коэффициенты гироскопов ( $i$  –  $x, y, z$ );

$$D_\Gamma = \begin{bmatrix} 1 & -\alpha_y^\Gamma & \beta_z^\Gamma \\ \alpha_x^\Gamma & 1 & -\gamma_z^\Gamma \\ -\beta_x^\Gamma & \gamma_y^\Gamma & 1 \end{bmatrix} \text{ – матрица, характеризующая положение измерительных осей}$$

гироскопов относительно системы координат  $Oxyz$ ;  $\Delta\omega_i^s$  и  $\Delta\omega_i^r$  – систематические и случайные погрешности гироскопов.

Установка ИНС на стенде и начальное позиционирование. ИНС устанавливается таким образом, чтобы совместить оси систем координат  $0xyz$  и  $0x_c y_c z_c$ . Далее, в зависимости от калибруемой оси гироскопа, выполняется начальный разворот на углы  $\varepsilon_{10}$  и  $\varepsilon_{20}$ . На рис. 5, а – в показаны начальные положения систем координат  $0xyz$  и  $0x_c y_c z_c$  в зависимости от калибруемого гироскопа:

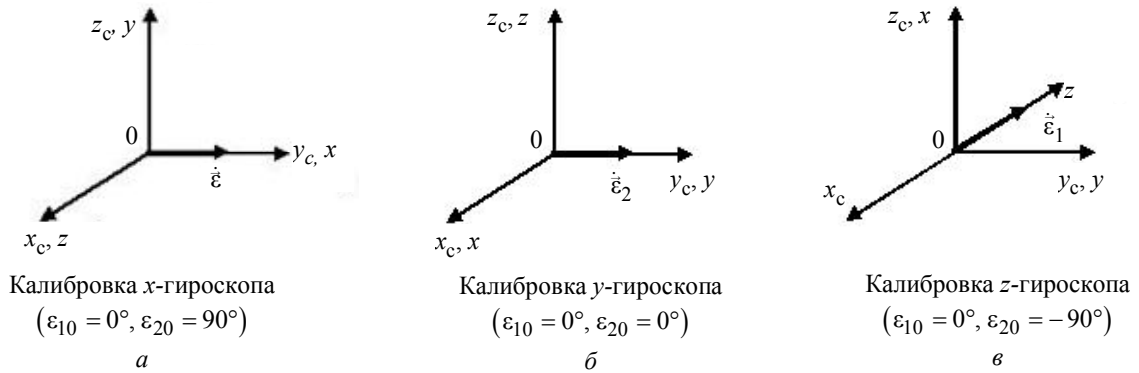


Рис. 5

Оценка масштабных коэффициентов гироскопов. Последовательные угловые вращения  $\omega_i$  задаются исходя из технических характеристик гироскопов и стенда ( $\dot{\varepsilon}_{1\max}$  и  $\dot{\varepsilon}_{2\max}$ ):

$$\omega_i = \pm \frac{i}{10} \omega_{\max}, \quad (3)$$

где максимальная угловая скорость  $\omega_{\max}$  выбирается согласно условию:

$$\begin{cases} \omega_{\max} = \omega_{\max}^\Gamma & \text{при } \omega_{\max}^\Gamma < \dot{\varepsilon}_{2\max}, \\ \omega_{\max} = \dot{\varepsilon}_{2\max} & \text{при } \omega_{\max}^\Gamma \geq \dot{\varepsilon}_{2\max}; \end{cases}$$

$i = 1 \dots 20$  – количество итераций;  $\dot{\varepsilon}_{2\max} = 60^\circ/\text{с}$  – максимальная угловая скорость, задаваемая стендом по оси наклона;  $\omega_{\max}^\Gamma$  – максимальная угловая скорость, измеряемая гироскопом.

Усредненные за время вращения ( $\Delta t_1$ ) показания гироскопов заносятся в табл. 2.

Таблица 2

i	Скорость вращения горизонтального стола $\omega_i, ^\circ/\text{с}$	Среднее значение выходных данных $\bar{U}_i^\Gamma, \text{мВ}$		
		x-гироскопа	y-гироскопа	z-гироскопа
1	-60	—	—	—
2	-54	—	—	—
3	-48	—	—	—
4	-42	—	—	—
...	...	—	—	—
19	54	—	—	—
20	60	—	—	—

После каждого вращения выполняется начальный разворот ИНС согласно рис. 5. В результате будет получено 3 массива данных, описывающих характеристики гироскопов.

Масштабные коэффициенты определяются как отношения приращений выходного сигнала гироскопов к приращениям измеряемой угловой скорости вращения, задаваемой стендом:

$$\text{МК}_j^\Gamma = \frac{\Delta U_j^\Gamma}{\Delta \omega_j},$$

где  $j = 1 \dots 10$ ;  $\Delta U_j^\Gamma = \bar{U}_{2j-1}^\Gamma - \bar{U}_{2j}^\Gamma$  – приращение выходного сигнала гироскопа в мВ;  $\Delta \omega = \omega_{2j-1} - \omega_{2j}$  – приращение измеряемой угловой скорости вращения в °/с.

Также вычисляются нелинейности выходных характеристик гироскопов, как отношения максимальных отклонений выходных характеристик гироскопов от линейных к максимальным значениям выходных сигналов.

При этом требуемая точность оценки параметров обеспечивается выбором длительности времени вращения  $\Delta t_1$ . Данное требование базируется на следующих соображениях:

1. СКО погрешности гироскопа одного измерения определяется паспортным значением шума гироскопа в рабочей полосе  $\Delta \omega^r$  и  $\Delta f$ :

$$\sigma_{U^\Gamma} = 2\Delta \omega^r \sqrt{\Delta f}.$$

2. По результатам каждого вращения рассчитываются средние показания гироскопов, СКО ( $\sigma_{\bar{U}^\Gamma}$ ) погрешностей которых зависит от объема выборки  $N$ :

$$\sigma_{\bar{U}^\Gamma} = \frac{\sigma_{U^\Gamma}}{\sqrt{N}}.$$

3. Исходя из максимального значения задаваемой стендом угловой скорости (3) и требования к точности оценки нелинейности МК, может быть записано следующее условие:

$$\frac{\sigma_{\bar{U}^\Gamma}}{2\text{МК}^\Gamma |\omega_1|} = \frac{\sigma_{U^\Gamma}}{2\text{МК}^\Gamma |\omega_1| \sqrt{N}} < \frac{\delta \text{МК}^\Gamma}{\text{МК}^\Gamma}, \quad (4)$$

из которого определяется  $N$ .

4. Выполнение условия (4) также обеспечивает требуемую точность определения  $\text{МК}^\Gamma$  :

$$\frac{\sigma_{U^\Gamma}}{2\text{МК}^\Gamma |\omega_1| \sqrt{N}} \sqrt{\frac{1}{i_{\max} - 1} \sum_{i=1}^{i_{\max}} \left( \frac{1}{i^2} \right)} < \frac{\Delta \text{МК}^\Gamma}{\text{МК}^\Gamma}.$$

5. При частоте съема измерительной информации  $\Delta f$  время  $j$ -го вращения

$$\Delta t_1 = \frac{N}{\Delta f}.$$

Оценка постоянных и случайных составляющих дрейфов гироскопов. Стенд, на котором установлена триада гироскопов, задает угловые положения по двум осям ( $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ ) таким образом, чтобы проекции вектора угловой скорости вращения земли ( $\vec{\Omega}$ ) на измерительные оси гироскопов были равны. Тогда, используя выражения (1) и (2), а также информацию о широте расположения стенда  $\varphi$ , можно записать равенство

$$\begin{bmatrix} \frac{\Omega}{\sqrt{3}} \\ \frac{\Omega}{\sqrt{3}} \\ \frac{\Omega}{\sqrt{3}} \end{bmatrix} = A_c^{xyz} A_{ГСК}^c \begin{bmatrix} 0 \\ \Omega \cos \varphi \\ \Omega \sin \varphi \end{bmatrix},$$

которое выполняется при следующих значениях  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$ :

$$\varepsilon_2 = \begin{cases} \arccos\left(\frac{\sin \varphi}{\sqrt{3}}\right), & \text{если } K_0 = 0, \\ -\operatorname{arctg}\left(\left(\frac{1}{\sqrt{3}} - \sin \varphi\right) \frac{1}{\sin K_0 \cos \varphi}\right), & \text{если } K_0 \neq 0, \end{cases}$$

$$\varepsilon_1 = \operatorname{arctg}\left(\left(\frac{1}{\sqrt{3}} - \cos K_0 \cos \varphi\right) \frac{1}{\cos \varepsilon_2 \sin K_0 \cos \varphi + \sin \varepsilon_2 \sin \varphi}\right).$$

Оценки постоянных составляющих дрейфов гироскопов определяются как средние за время измерения  $\Delta t_2$ :

$$\Delta \omega_i^s = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left( U_{ij}^\Gamma - \text{MK}_i^\Gamma \frac{\Omega}{\sqrt{3}} \right),$$

где  $i = x, y, z$  и  $N = \Delta t_2 \Delta f$ .

Время  $\Delta t_2$  выбирается таким образом, чтобы обеспечить требуемую оценку постоянной составляющей дрейфа гироскопа ( $\sigma_{\Delta \bar{\omega}^s}^{\text{треб}}$ ):

$$\sigma_{\Delta \bar{\omega}^s}^{\text{треб}} > \sigma_{\Delta \bar{\omega}^s}^{\Delta t_2}.$$

Выполнение условия по точности оценки  $\sigma_{\Delta \bar{\omega}^s}^{\text{треб}}$  также обеспечивает требование к оценке нестабильности дрейфа ( $\sigma_{\delta \bar{\omega}^s}^{\text{треб}}$ ):

$$\sigma_{\delta \bar{\omega}^s}^{\text{треб}} > \sigma_{\delta \bar{\omega}^s}^{n_{\text{ч}}} = \sqrt{\frac{1}{n_{\text{ч}} - 1} \sum_{j=1}^{n_{\text{ч}}} \left( \frac{\sigma_{U^\Gamma}}{\sqrt{N_{\text{ч}}}} - \sigma_{\delta \bar{\omega}^s}^{\Delta t_2} \right)^2},$$

где  $n_{\text{ч}}$  – целое количество часов в  $\Delta t_2$ ;  $N_{\text{ч}}$  – количество отсчетов за час.

Оценки случайных дрейфов гироскопов определяются с использованием метода вариаций Аллана [2], предполагающего расчет зависимости среднеквадратичного случайного дрейфа гироскопа от времени усреднения, что позволяет оценить величины различных шумовых составляющих в данных.

Из последовательности с  $N$  измерениями гироскопов, записанной с дискретом по времени  $\tau_0 = 1/\Delta f$ , формируются массивы данных длительностями  $\tau_0, 2\tau_0, \dots, k\tau_0$ , где  $k \leq N/2$ , и определяются средние суммы данных для каждого массива по их длине.

Вариации Аллана определяются как

$$\sigma^2(\tau) = \left( \frac{1}{MK^\Gamma} \right)^2 \frac{1}{2(N-2n)} \sum_{m=1}^{N-2n} (\bar{U}_{m+n}^\Gamma - \bar{U}_m^\Gamma)^2,$$

где  $\tau = n\tau_0$ ;  $n = 1, 2, \dots, (N-1)/2$ ;  $\bar{U}_m^\Gamma = \frac{1}{n+1} \sum_{j=m}^{n+m} U_j^\Gamma$  – среднее значение данных по длине

сформированного массива.

Зависимость изменения СКО Аллана строится в логарифмическом масштабе от времени усреднения  $\tau$  и аппроксимируется следующим полиномом:

$$\sigma^2(\tau) = \frac{R^2\tau^2}{2} + \frac{K^2\tau}{3} + B^2 \left[ \frac{2}{\pi} \right] \ln 2 + \frac{E^2}{\tau} + \frac{3Q^2}{\tau^2},$$

где  $R$  – коэффициент линейно нарастающего изменения сигнала угловой скорости;  $K$  – коэффициент случайного дрейфа угловой скорости;  $B$  – коэффициент нестабильности сдвига нуля внутри запуска;  $E$  – коэффициент случайного дрейфа угла;  $Q$  – коэффициент шума квантования.

*Оценка неортогональностей измерительных осей гироскопов.* Оценка выполняется с использованием трех массивов, записанных для оценки масштабных коэффициентов (см. табл. 2). Тогда, на примере  $x$ -гироскопа, значение угла  $\alpha_y^\Gamma$  может быть оценено при вращениях вокруг оси  $y$  (см. рис. 5, б):

$$\alpha_y^\Gamma = - \frac{(U_x^\Gamma - MK_x^\Gamma \Delta \omega_x^s)}{MK_x^\Gamma \omega_y}$$

при  $\sigma_{\alpha_y^\Gamma} = \frac{\sigma_{U^\Gamma}}{MK_x^\Gamma \omega_{y \min} \sqrt{2N}}$ , а при вращениях вокруг оси  $z$  (см. рис. 5, в):

$$\beta_z^\Gamma = \frac{(U_x^\Gamma - MK_x^\Gamma \Delta \omega_x^s)}{MK_x^\Gamma \omega_z}$$

при  $\sigma_{\beta_z^\Gamma} = \frac{\sigma_{U^\Gamma}}{MK_x^\Gamma \omega_{z \min} \sqrt{2N}}$ .

В статье приведен алгоритм испытаний триады гироскопов, входящих в состав ИНС, с помощью двухосного автоматизированного стенда, разработанного усилиями научного коллектива кафедры ЛИНС СПбГЭТУ (ЛЭТИ) им. В. И. Ульянова (Ленина). Рассмотрен метод вариаций Аллана как инструмент оценки случайных дрейфов гироскопов.

Также с помощью двухосного стенда, опираясь на международные стандарты калибровки IEEE [3], можно оценить основные характеристики блока акселерометров.

Результаты испытаний триады гироскопов и блока акселерометров позволяют применять разработанный алгоритм калибровки инерциальных чувствительных элементов к ИНС в целом, используя двухосный стенд как средство такой калибровки. Перед проведением испытаний ИНС в алгоритм ее работы в качестве начальных условий вводятся оценки погрешностей соответствующих датчиков. Далее, при необходимости, в систему управления движением стенда могут вводиться законы изменения углов курса, крена и дифферента при постоянных значениях географических координат и нулевых значениях линейных скоростей.

Исследования в данном направлении проводятся на кафедре ЛИНС, и уже сейчас очевидно, что разработанный алгоритм совместно с двухосным стендом с частотой решения задач ориентации и навигации, принятой в испытываемой ИНС, позволят оценить погрешности:

- в выработке углов;
- в выработке проекций линейной скорости движения на оси ГСК;
- в выработке географических координат.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Working Draft P952/D25 (June 1997) IEEE Standard Specification Format Guide and Test Procedure for Single-axis Interferometric Fiber Optic Gyros.
2. Буравлев А. С., Лисин Л. Г. Использование вариации Аллана при исследовании шумовых характеристик волоконно-оптических гироскопов//Мат-лы VIII конф. молодых ученых “Навигация и управление движением”, СПб., 14–16.03.2006. С. 150–156.
3. P836/D7 (June 2006) «Draft Recommended Practice for Precision Centrifuge Testing of Linear Accelerometers».

*S. A. Anisimov, A. M. Boronachin, M. N. Burnashov,  
P. A. Ivanov, L. N. Oleynik, I. L. Surov, A. N. Tkachenko, Y. V. Filatov*

#### *A GYRO TRIAD TESTING ALGORITHM ON A TWO AXES ROTATION TEST TABLE*

*A two axes rotation test table for inertial navigation systems is described. Its functional diagram and specification is given. A gyro triad calibration technique for estimation of the main sensors characteristics is shown.*

**Calibration technique, inertial navigation system, fiber-optic gyro, two axes test table**



УДК 504.7

*И. С. Захаров, Е. В. Саидмурадова*

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ФОТОКОЛОРИМЕТРИИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕДИ В ВОДЕ

*Исследован метод обработки колориметрического спектра абсорбции методом расчета СКО и коэффициента корреляции для повышения чувствительности обнаружения концентраций меди в водных средах.*

**Колориметрия, медь, токсичность, спектр, спектрофотометр, СКО, корреляция**

Медь относится к веществам 3-го класса опасности – тяжелым металлам, распространенным загрязнителям окружающей среды. Токсические дозы солей меди при попадании внутрь находятся в пределах 3,3...8,3 мг/кг массы тела (см. табл.1). В дозах 17...34 мг/кг они вызывают тяжелые отравления, в части случаев – со смертельным исходом [1], [2]. Поэтому контроль концентраций меди в воде является актуальной задачей.

Таблица 1

Доза для человека, мг/кг массы тела	Проявления интоксикации
≥1 г в виде CuSO <sub>4</sub> ~ 16,6	Тошнота, рвота, головная боль, слабость, тахикардия, при увеличении дозы до десятков грамм – желтуха, гемоглобинурия и другие проявления отравления
1–2 г 17–34	Тяжелое отравление, в части случаев со смертельным исходом
0,2–0,5 г солей меди 3,3–8,3	Выраженная интоксикация
10–12 мг 0,17–0,2	Токсические проявления при однократном поступлении

Загрязнение медью может привести к гибели рыб, поэтому разработаны колориметрические тест-методы обнаружения концентраций ионов меди в воде.

При больших концентрациях ионов меди они образуют раствор голубого цвета, оптическая плотность которого линейно зависит от концентрации (согласно закону Бэра [3]), поэтому растворы меди используются для проверки колориметров. При уменьшении концентрации ионов меди оптическая плотность также линейно уменьшается, и на ее определение начинают оказывать влияние различные погрешности.

Целью статьи является исследование метода повышения чувствительности колориметрического метода, когда оптическая плотность раствора сравнима с уровнем помех при ослаблении потока, проходящего через кювету с чистой средой.

Для достижения цели были применены моделирование погрешности измерения проходящего потока, математическое обоснование информативности параметра статистической обработки спектра и экспериментальная проверка полученных математических зависимостей.

Оптическая плотность жидкости рассчитывается по формуле

$$D = -\lg(\Phi_{\text{пр}} / \Phi_0),$$

где  $\Phi_{\text{пр}}$  – поток, прошедший через кювету с опытным раствором,  $\Phi_0$  – поток, прошедший, через кювету с чистой водой (холостая проба).

При проведении эксперимента эти две величины измеряются независимо, каждая кювета имеет свои оптические загрязнения; в результате поток  $\Phi_0$  может быть больше или меньше истинного, что приводит к ошибкам измерения оптической плотности.

Выражая величины потоков излучения через холостую или опытную пробу формулами  $\Phi_0(1 \pm \delta)$  и  $\Phi_{\text{пр}}(1 \pm \delta)$ , получим выражения для оптической плотности:

$$D = -\lg\left[\left(\Phi_{\text{пр}} / \Phi_0\right)\left(1 / (1 \pm \delta)\right)\right] = D_0 - \lg[1 / (1 \pm \delta)],$$

$$D = -\lg\left[\left(\Phi_{\text{пр}} / \Phi_0\right)(1 \pm \delta)\right] = D_0 + \lg(1 \pm \delta),$$

где  $\delta$  – погрешность измерения потоков,  $D_0$  – оптическая плотность раствора. Постоянные относительные погрешности измерения потоков через холостую пробу обуславливают постоянное смещение величины оптической плотности раствора, зависящей от длины волны  $\lambda$  падающего излучения  $D_0(\lambda)$  вверх или вниз, в зависимости от знака  $\delta$ . Особенно выражен этот эффект при измерении малых концентраций ионов, когда оптическая плотность опытной пробы близка к холостой пробе. В этом случае оптическая плотность вследствие погрешности измерения значений потока  $\Phi_0$  может принимать даже отрицательные значения.

Форма спектра при этом не меняется, что позволяет идентифицировать вид иона, рассчитав коэффициент корреляции между множествами значений образцового и измеренного спектров меди.

Оптическая плотность окрашенного истинного раствора соли в некотором диапазоне длин волн определяется как линейная функция от концентрации ионов. Множество значений оптической плотности  $D_1 \dots D_n$  связано общей зависимостью

$$D_i = \varepsilon_i C b,$$

где  $C$  – концентрация меди в водной среде,  $\varepsilon_i$  – экстинкция раствора на  $i$ -й длине волны,  $b$  – толщина слоя раствора.

Тогда дисперсия и СКО спектра оптической плотности:

$$\sigma^2 = (1/n)(Cb)^2 \sum_{k=1}^n (\varepsilon_k - \bar{\varepsilon})^2,$$

$$\sigma = Cb \left[ (1/n) \sum_{k=1}^n (\varepsilon_k - \bar{\varepsilon})^2 \right]^{1/2} = Ck,$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности, зависящий от вида спектра и толщины слоя раствора.

Для обнаружения ионов цветной соли необходимы два взаимосвязанных критерия: коэффициент корреляции опытного спектра с образцовым спектром и СКО значений спектра, линейно зависящее от концентрации ионов соли.



Для проверки метода были проведены опыты на спектрофотометре СФ-56 с концентрациями меди 20...0,02 г/л (соли категории ХЧ, растворены в дистилляте) в диапазоне 650...750 нм при ширине спектральной щели 6 нм. Оптическая плотность раствора соли CuSO<sub>4</sub> с концентрацией 20 г/л имеет спектр оптической плотности, приведенный в [3]. В диапазоне длин волн красной области спектра он представляет собой график, приведенный на рис. 1, при условии, что  $\Phi_0$  измерено правильно. Спектр оптической плотности рассчитывался с помощью специализированной программы спектрофотометра.

Результаты измерения оптической плотности представлены на рис. 1. При концентрации 20 г/л образцовый и опытный спектры совпадают, но при 100-кратном разбавлении раствора (рис. 1) видно, что опытный спектр (Эксп.) смещен вверх относительно пересчитанного по закону Бэра образцового (Теор.) за счет оптической погрешности, и измерение концентрации по закону Бэра приведет к значительной ошибке.

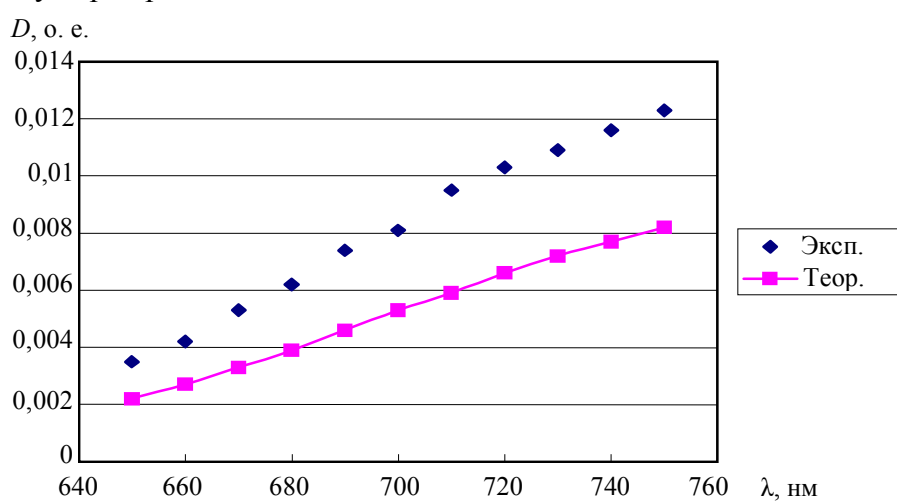


Рис. 1

По результатам экспериментов была рассчитана зависимость СКО спектров оптической плотности от концентрации и значения коэффициентов корреляции между образцовыми и опытными спектрами (табл. 2). Из таблицы видно, что с уменьшением концентрации уменьшается значение коэффициента корреляции между спектрами и увеличиваются ошибки в определении концентрации.

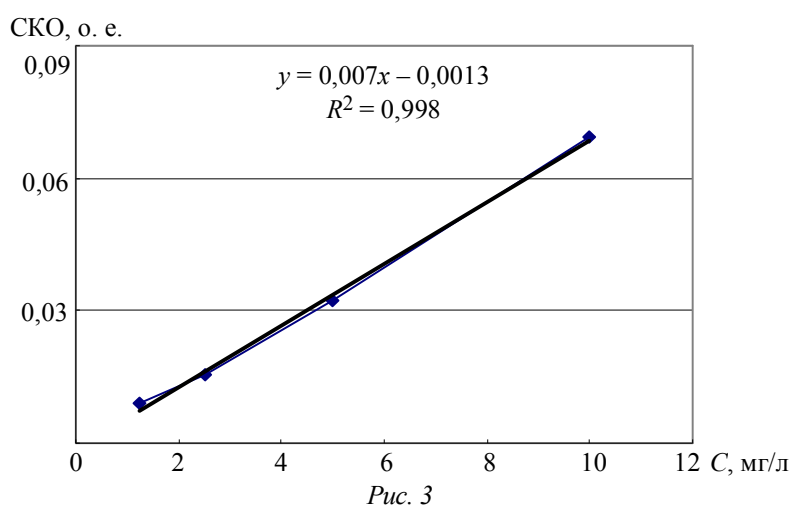
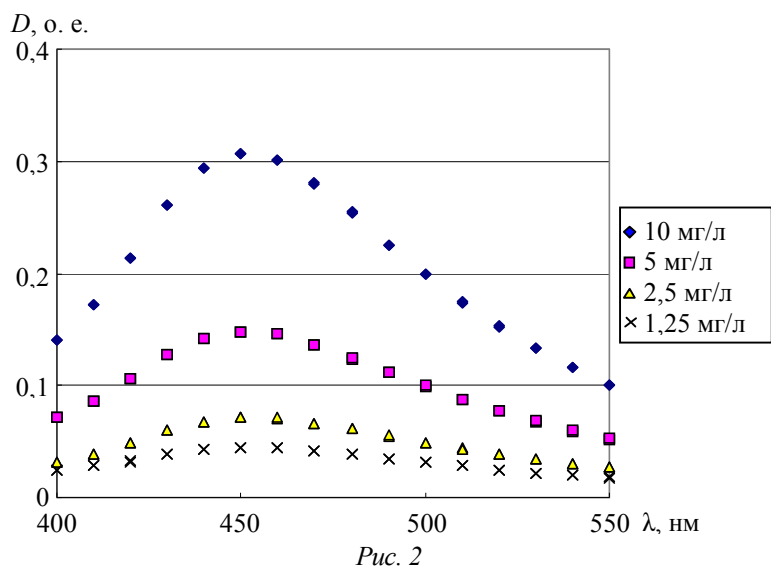
Таблица 2

Концентрация CuSO <sub>4</sub> , г/л	СКО спектров оптической плотности		Коэффициент корреляции между спектрами
	Теор.	Эксп.	
20,0	0,20	0,20	0,999
2,0	0,02	0,02	0,999
0,2	0,002	0,003	0,998
0,02	0,0002	0,0006	0,985

Линейная регрессионная зависимость СКО от концентрации, рассчитанная с помощью пакета анализа приложения Excel, имеет функцию вида  $Y = 0,0024 + 0,0099X$  с коэффициентом детерминации  $R^2 = 0,999$  и p-value для наклона 0,0003. При этом расчет концентрации по СКО значений спектра оптической плотности раствора снижает требования к чистоте кюветы для холостой и опытной пробы.

Применение колориметрических растворов для обнаружения ионов меди увеличивает чувствительность их обнаружения в водных средах. В экспериментах использовался аквариумный индикатор меди «НИЛПА». С помощью спектрофотометра был определен его спек-

тральный диапазон поглощения при разных концентрациях  $\text{CuSO}_4$  (рис. 2). С помощью пакета анализа Excel были рассчитаны СКО спектров оптической плотности и параметры линейной регрессии от концентрации (рис. 3) ( $p$ -value = 0,001 для наклона,  $R^2 = 0,998$ ), коэффициенты корреляции со спектром для 10 мг/л составляют для 5; 2,5; 1,25 мг/л, соответственно,  $r = 0,999$ ; 0,995; 0,993.



В результате проделанной работы можно сделать вывод, что измерение СКО спектра оптической плотности цветных и колориметрических растворов и одновременно коэффициента корреляции между образцовым и опытными спектрами позволяет получать линейную зависимость СКО от концентрации обнаруживаемого иона, но повышает чувствительность метода и уменьшает влияние оптических помех.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крамаренко В. Ф. Токсикологическая химия. Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1989. 447 с.
2. Безвредность пищевых продуктов / Г. Р. Робертс, Э. Х. Март, В. Д. Сталтс и др; Под ред. Г. Р. Робертса: Пер. с англ. М.: Агропромиздат, 1986. 287 с.
3. Бабко А. К., Пилипенко А. Т. Фотометрический анализ: общие сведения и аппаратура/ Под ред. акад. АН УССР К. Бабко. М.: Химия, 1968. 387 с.

*Method for developing date of colorimetical analyze. It include computing standard square deviation of optical density data and correlation between data of etalon end experiment spectral data. Method is investigated on copper solutions and colorimetical test-solution*

**Colorimetry, copper, toxicity, spectrum, spectrophotometer, SSD, correlation**

УДК 007: 57+007:573

*К. А. Абакумова, И. И. Аль Муджагед*

## **КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ ОРТОТОПИЧЕСКИХ МОЧЕВЫХ ПУЗЫРЕЙ И БИОМЕХАНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ИХ СТРУКТУР**

*Разработан алгоритм построения биомеханических моделей и анализа напряженно-деформированного состояния реконструированного мочевого пузыря. Проведено исследование зависимости напряженно-деформированного состояния трех вариантов конструкций искусственных ортотопических мочевого пузыря в момент открытия внутреннего сфинктера от их геометрических параметров.*

**Мочевой пузырь, подвздошная кишка, напряжения, деформация, содержательная модель, резервуар**

Более века проблема полного или частичного замещения мочевого пузыря (МП) была и продолжает оставаться актуальной в современной урологии [1].

Это обусловлено существованием множества патологических состояний, приводящих к сморщиванию МП и утрате им сократительной способности. При лечении возникает необходимость в полном или субтотальном удалении МП и последующем его замещении либо же – в увеличении его емкости. Особую значимость проблема заместительной цистопластики обретает при поражениях, требующих цистэктомии.

Искусственный ортотопический мочевой пузырь (ОМП) является оптимальным для больного методом отведения мочи, так как при этом сохраняется возможность самостоятельного мочеиспускания. Удержание мочи происходит за счет наружного сфинктера мочеиспускательного канала, сохраненного при удалении мочевого пузыря. Опорожнение сформированного резервуара осуществляется путем расслабления уретрального сфинктерного механизма и/или пассивным вытеснением содержимого этого резервуара с помощью напряжения брюшной стенки.

При существующем множестве технологий операций по реконструированию мочевого пузыря нет ни одной абсолютно успешной. В каждой методике есть недостатки. Единого мнения среди специалистов по поводу «наилучшего» метода на сегодняшний день не существует. Многие клиники отдают предпочтение той или иной технике операции, однако хирурги, активно занимающиеся этой проблемой, полагают, что выбор метода формирования резервуара искусственного мочевого пузыря индивидуален для каждого пациента [2]–[5]. Для предоперационного прогнозирования результатов реконструкции необходимо моделирование ОМП и проведение биомеханического анализа состояния его структур.

При формировании нового мочевого пузыря из отрезка подвздошной кишки, возникает патофизиологическое подтверждение в феномене «матурации» использованной для отведе-

ния мочи стенки кишки – динамический, структурный и фармакологический ответ имплан- тированного в мочевые пути кишечного сегмента, который постепенно приобретает свойст- ва естественного мочевого пузыря. Этот феномен присущ только подвздошной кишке. Ма- турация резервуара продолжается около 1–6 недель после реконструкции, являясь для паци- ента идеальным вариантом.

Существует множество конструкций искусственного мочевого пузыря, сформированного из подвздошной кишки, в данной работе рассмотрены три наиболее часто используемые.

*Конструкция 1.* Резервуар искусственного мочевого пузыря (рис. 1, а) формируют из де- тубуляризованного сегмента подвздошной кишки в виде сферы. Изолированному сегменту подвздошной кишки длиной 60–80 см придают W-образную форму. После сшивания внут- ренних краев образуется пластина, в основании которой справа делается отверстие

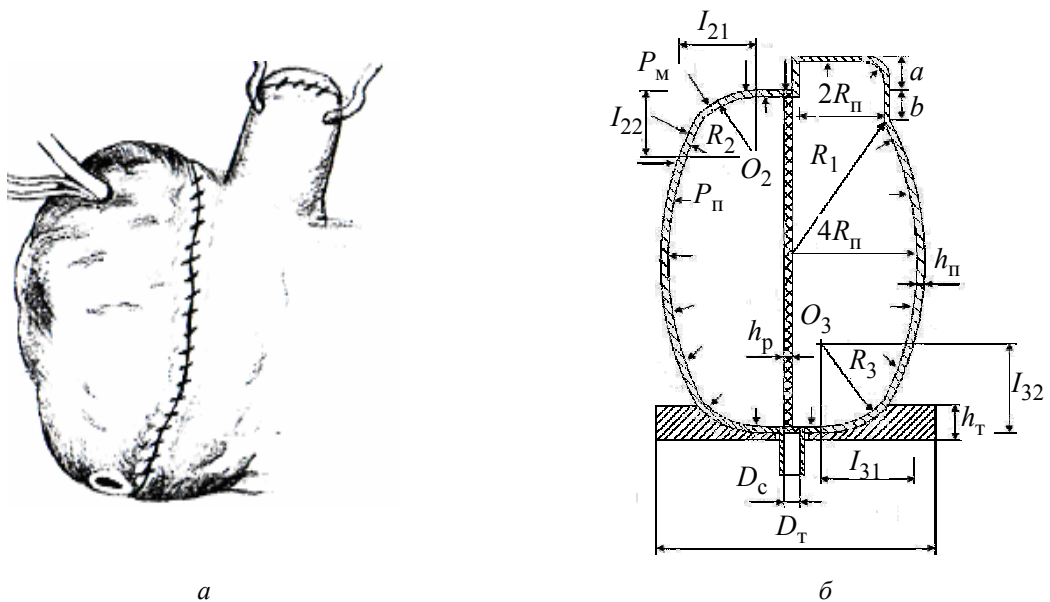


Рис. 1

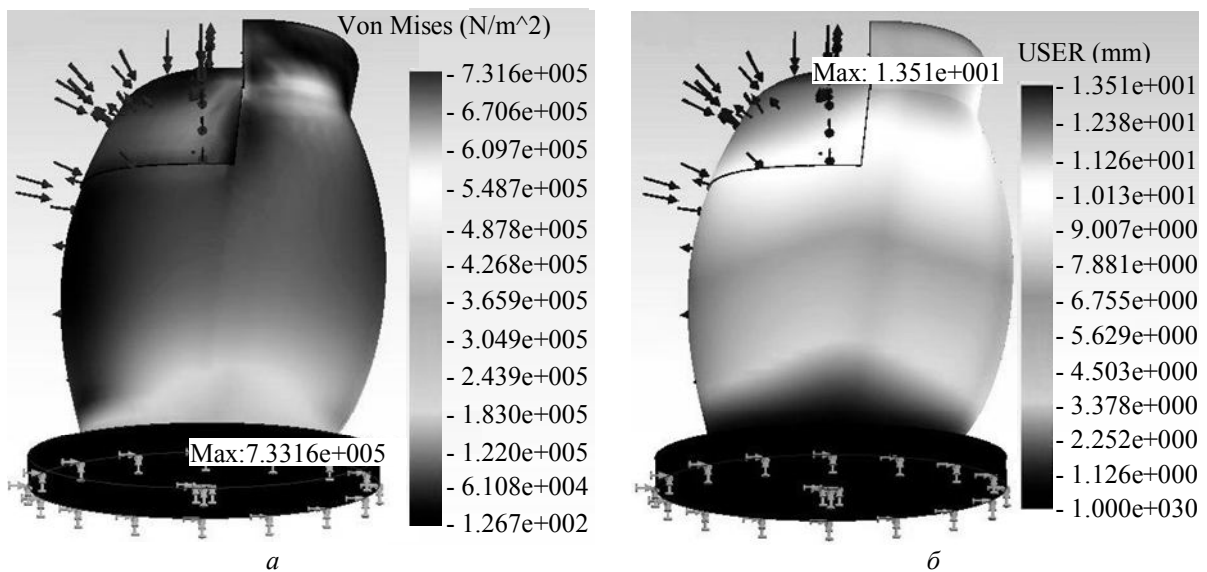


Рис. 2

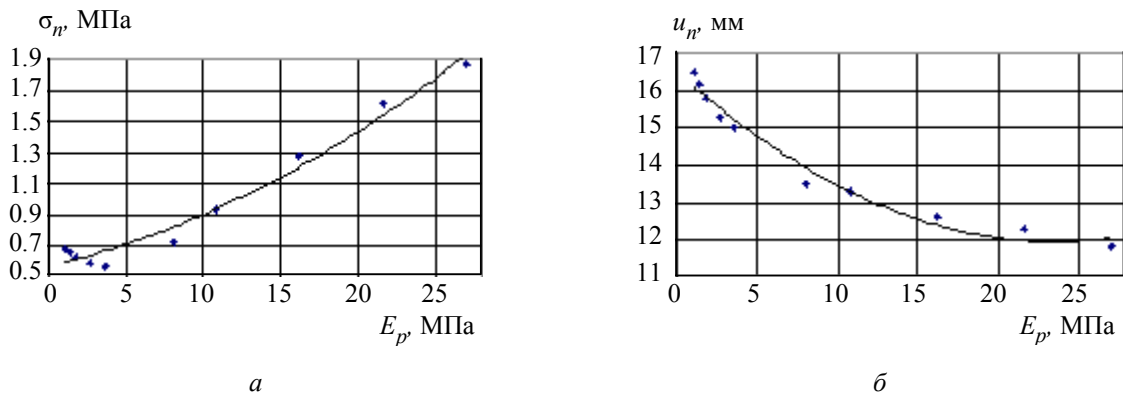


Рис. 3

диаметром 8...10 мм для анастомоза с культей уретры. В проксимальный отдел сегмента подвздошной кишки в недетубуляризованном виде (длиной 8...12 см) имплантируются мочеточники «конец в бок». Емкость мочевого пузыря через год после операции колеблется от 500 до 1000 мл.

**Конструкция 2.** Резервуар искусственного мочевого пузыря (рис. 4, а) формируют из сегмента подвздошной кишки длиной 55 см. Ушивают по краям и вскрывают по противобрыжеечному краю на протяжении 10 см от дистального края. Проксимальный (невскрытый) участок сегмента подвздошной кишки длиной 15 см обеспечивает антирефлюксный механизм искусственного мочевого пузыря.

После имплантации мочеточников детубуляризованной части кишечного сегмента придают U-образную форму. Заднюю стенку сшивают для создания резервуара. В дне резервуара вырезают отверстие для анастомоза между резервуаром и культей уретры. Диаметр отверстия в дне резервуара – 8...10 мм. Емкость мочевого пузыря через год после операции составляет в среднем 500 мл.

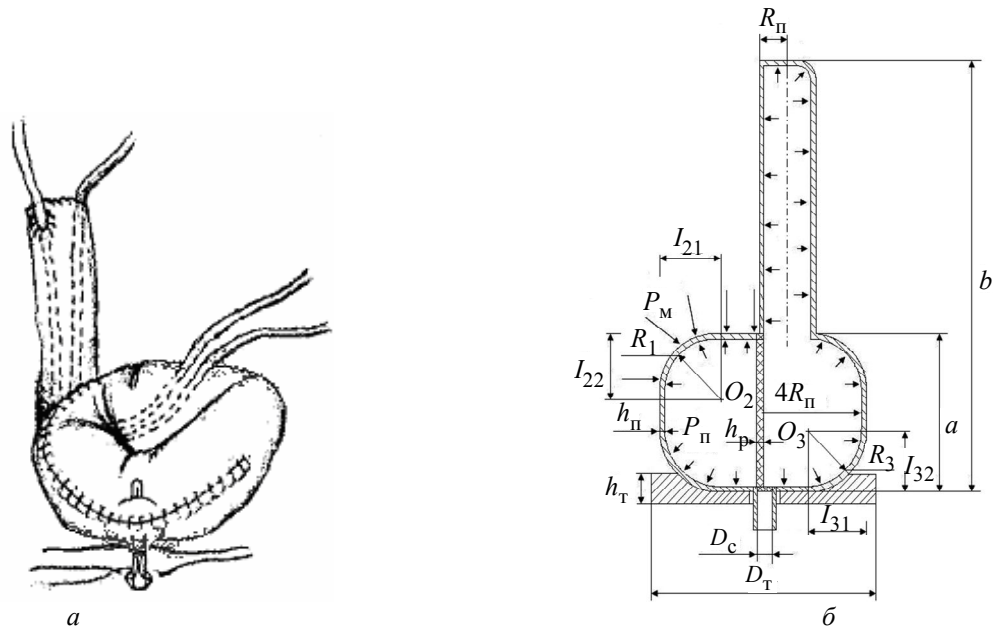


Рис. 4

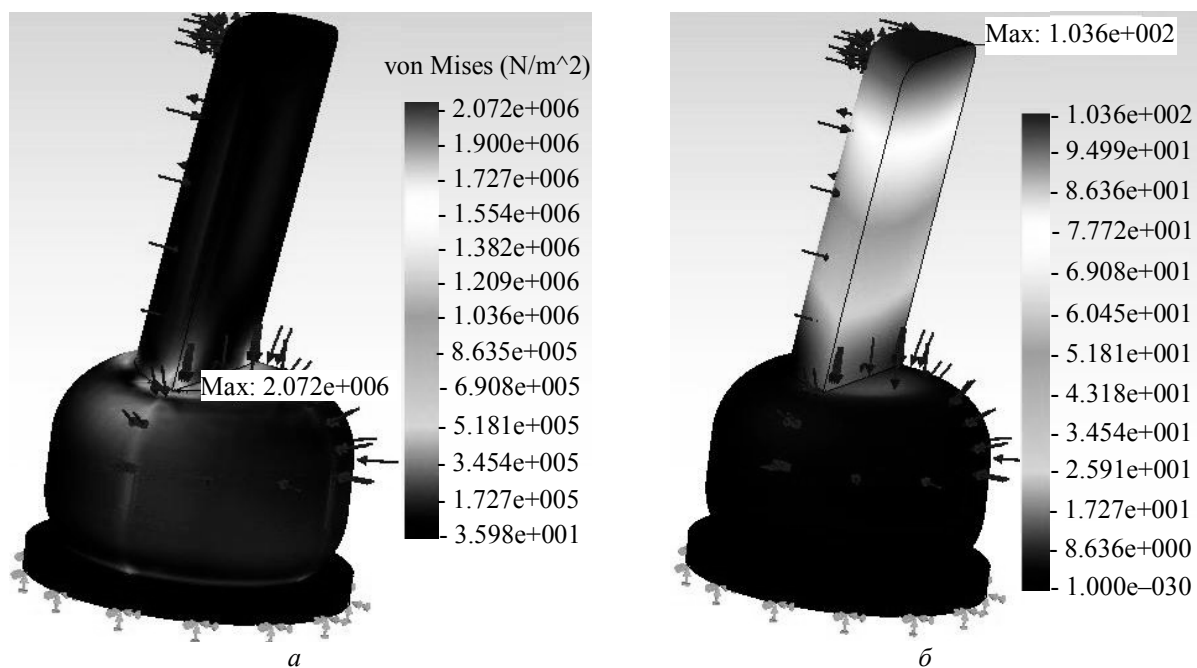


Рис. 5

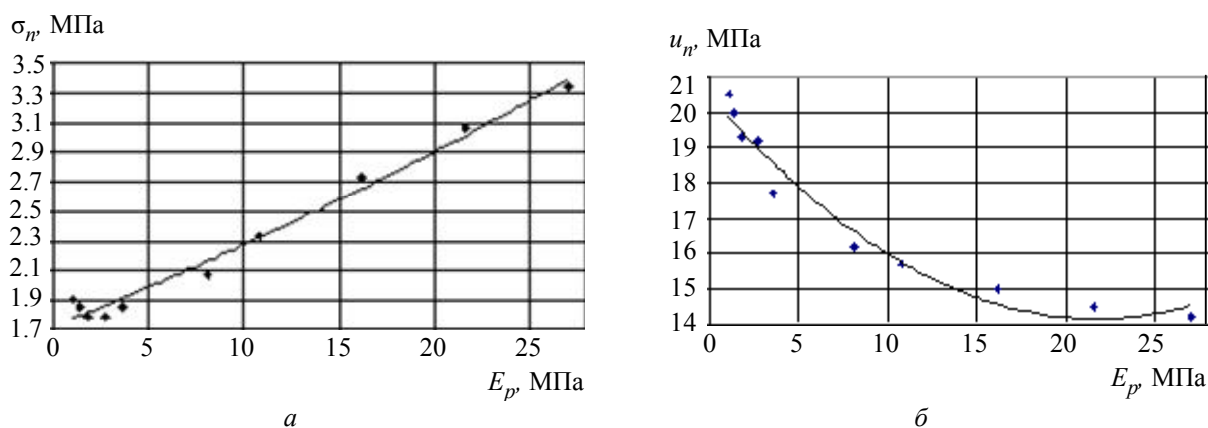


Рис. 6

*Конструкция 3.* Для создания резервуара (рис. 7 а), отступив 15 см от илеоцекального угла, выделяют 40 см сегмента подвздошной кишки. Сегменту подвздошной кишки придается W-образная форма и выполняется его детубуляризация по противобрыжеечному краю. Края нижнего угла W-образно сложенного сегмента кишки сшивают. Верхние углы W-образного сегмента сшивают, отступив по 5 мм от края сегмента. Это способствует образованию желоба. В области дна резервуара вырезают отверстие для последующего анастомоза с уретрой. Переднюю поверхность резервуара ушивают.

На рис. 1, б, 4, б и 7, б представлены схемы содержательных моделей описанных конструкций, построенные при следующих допущениях: 1) материалы ОМП и рубцов однородные и изотропные, с приведенными модулями нормальной упругости  $E_{п}$ ,  $E_{р}$  и коэффициентами Пуассона  $\nu_{п}$ ,  $\nu_{р}$ ; 2) к внутренней поверхности ОМП приложено гидростатическое давление  $p_{п}$ , при котором открывается наружный сфинктер; 3) к участку площадью  $S_i$ , наружной поверхности  $i$ -го резервуара приложено мышечное давление  $p_{м}$ , обеспечивающее его опорожнение; 4) внутренний радиус подвздошной кишки  $R_{п}$ , толщина стенки  $h_{п}$ , ширина рубца  $h_{р}$ ; 5) шейка искусственного мо-

чевого пузыря зафиксирована на тазобедренной кости. Диаметр жестко защемленного по основанию сегмента тазобедренной кости  $D_T$ , ширина  $h_T$ , внутреннее отверстие 10 мм; б) материал кости однородный и изотропный с модулем нормальной упругости  $E_T$  и коэффициентом Пуассона  $\nu_T$ .

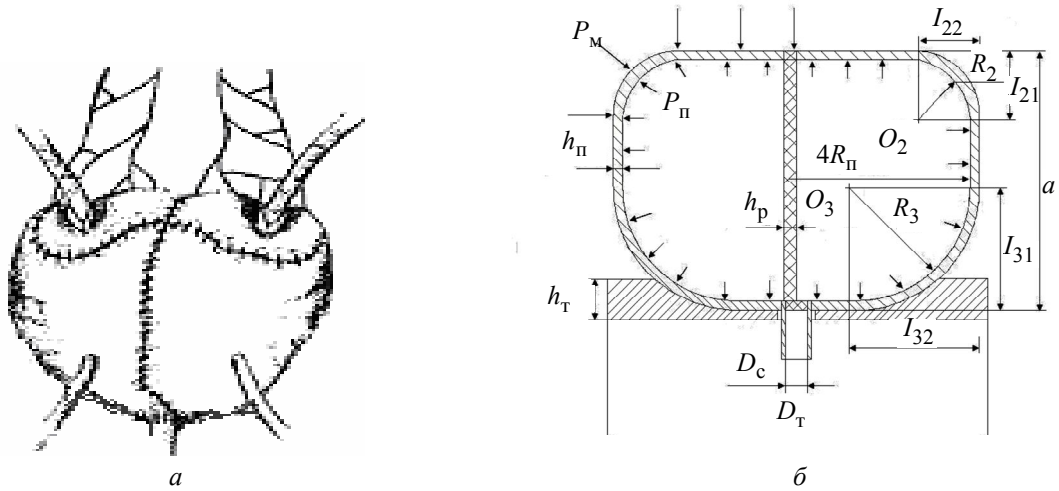


Рис. 7

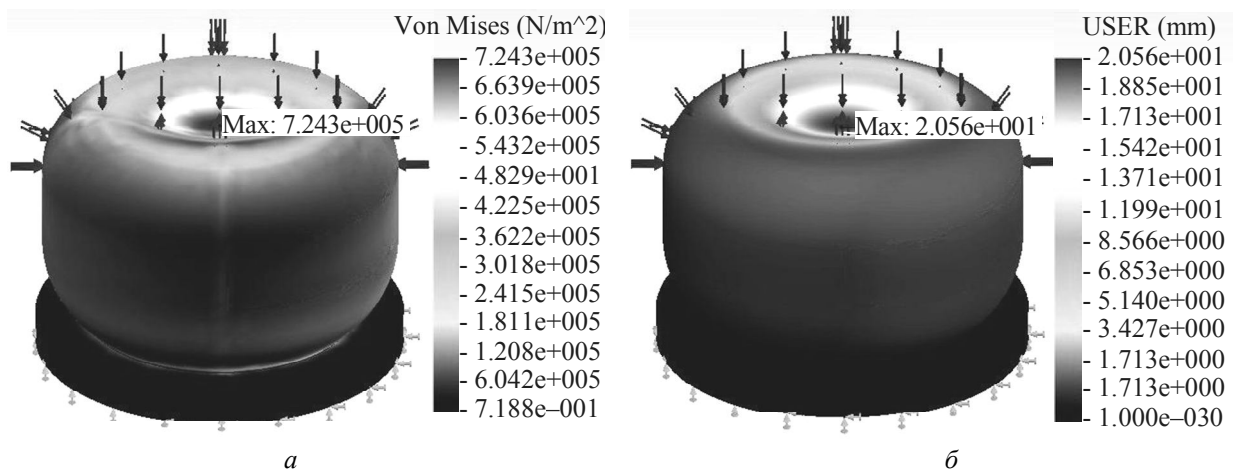


Рис. 8

Приведены эпюры напряжений (рис. 2, а; 5, а; 8, а) и перемещений (рис. 2, б; 5, б; 8, б) в момент открытия внутреннего сфинктера в реконструированном мочевом пузыре, сформированном из сегмента подвздошной кишки длиной 70 см для первой реконструкции, 55 см – для второй, 40 см – для третьей, радиусом  $R_{II} = 13.5$  мм и толщиной стенки сегмента  $h_{II} = 3$  мм. Заданы следующие механические свойства и геометрические характеристики сформированного резервуара:  $E_{II} = 5.4$  МПа;  $E_p = 8.1$  Мпа,  $E_T = 3 \cdot 10^4$  Мпа;  $\nu_{II} = \nu_p = \nu_T = 0.45$ ;  $h_p = 4$  мм;  $p_{II} = 2$  кПа;  $D_T = 128$  мм;  $h_T = 10.9$  мм;  $p_M = 6.3$  кПа,  $S_1 = 52$  см<sup>2</sup>,  $a = 15$  мм,  $b = 13.3$  мм,  $R_1 = 74.94$  мм,  $R_2 = 36.4$  мм,  $l_{21} = 39.9$  мм,  $l_{22} = 40.2$  мм,  $R_3 = 36.7$  мм,  $l_{31} = 38.6$  мм,  $l_{32} = 36.9$  мм – для первой реконструкции;  $p_M = 9.45$  кПа,  $S_2 = 69.6$  см<sup>2</sup>,  $a = 86.6$  мм,  $b = 237$  мм,  $R_2 = 28.1$  мм,  $l_{21} = 31.1$  мм,  $l_{22} = 31.1$  мм,  $R_3 = 31.1$  мм,  $l_{31} = 34.1$ ,  $l_{32} = 34.1$  мм – для второй;  $p_M = 9.65$  кПа,  $S_3 = 72.2$  см<sup>2</sup>,  $R_2 = 16.8$  мм,  $l_{21} = 20.8$  мм,  $l_{22} = 19.9$  мм,  $R_3 = 36.8$  мм,  $l_{31} = 40.7$  мм,  $l_{32} = 39$  мм – для третьей.



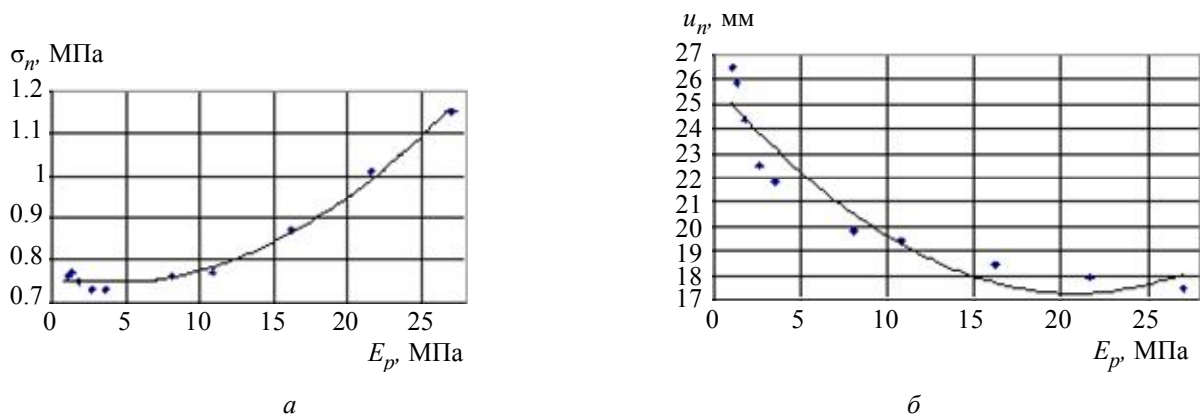


Рис. 9

На рис. 3, а; 6, а; 9, а и рис. 3, б; 6, б; 9, б приведены зависимости напряжений и перемещений в реконструированном мочевом пузыре от модуля нормальной упругости рубца (давление на сфинктер 4 кПа).

Таким образом, в результате проведенных исследований, было установлено, что наибольшее напряжение возникает во второй конструкции, наименьшее – в первой, наибольшее перемещение – в третьей конструкции, наименьшее – в первой.

Клинический и функциональный успех любой операции по созданию искусственного мочевого пузыря неотъемлемо связан с геометрией получающегося при этом резервуара. Рассмотренные ОМП обеспечивают одинаковое качество жизни, которое определяется прежде всего по функции удержания мочи в дневное время и по сохранению метаболизма. Однако они отличаются друг от друга по длине использованного отрезка кишки, и, следовательно, по объему. Большой по объему искусственный мочевой пузырь, сформированный из подвздошной кишки, вмещает больший объем жидкости при давлении, равном давлению в меньших резервуарах. При этом в меньших резервуарах напряжение в стенках больше. Более низкое давление в крупных искусственных мочевых пузырях позволяет достичь большей степени мышечного сопротивления в зоне удержания мочи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К. А. Павленко, А. В. Морозов Ортопический «энтеро–неоцистис» низкого давления. М.: Медпрактика, 2006. 160 с.
2. Комяков Б. К.: Реконструкция мочевого пузыря резервуаром из илеоцекального отдела кишечника// Урология. 1996. № 5. С. 17–19.
3. Ортопическая пластика мочевого пузыря сегментом желудка / Б. К. Комяков, А. И. Новиков, А. И. Горелов и др. //Урология 2004. № 3. С. 32–35.
4. Лоран О. Б. Функциональное состояние мочевых путей после пластики мочевого пузыря сегментом подвздошной кишки (Экспериментальное исследование) / О. Б. Лоран, В. И. Кирпатовский, К. С. Мудрая и др.// Урология. 1999. № 2. С. 17–23.
5. Метод формирования мочевого резервуара у больных после цистэктомии / И. Г. Русаков, А. А. Теплов, Д. В. Перепечин и др. М.: ФГУ МНИОИ им. П. А. Герцена Росздрава, 2006. 12 с.

*K. A. Abakumova, I. I. Al Mudjahed*

#### *COMPUTER MODELS OF RECONSTRUCTED URINARY BLADDERS AND THEIR BIOMECHANICAL STRUCTURES' STATE ANALYSIS*

*Algorithm of biomechanical modelling and stressedly-deformed state analysis of reconstructed urinary bladder was devised. Stressedly-deformed state of three artificial urinary bladder's constructions depended on their geometric parameters at sphincter's opening were analyzed.*

**Bladder, ileum, stress, strain, conceptual model, reservoir**





УДК 004.032.6

*И. Р. Кузнецов*

## **МУЛЬТИМЕДИЙНАЯ ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА КАК КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА**

*Рассматривается подход к построению мультимедийных обучающих программ на основе теории формальных грамматик порождающего типа для автоматической генерации траектории обучения с учетом предпочтений и особенностей восприятия учащегося.*

**Образовательная технология, обучающая программа, мультимедиа, гипермедиа, интерактивность, формальные грамматики, дидактические принципы**

Уже более 500 лет обучение основывается на книге и наглядном пособии, а преподаватель для передачи знаний использует устное слово. Однако совершенно ясно, что по силе воздействия текст проигрывает изображению. Поэтому для мультимедийных обучающих программ вопрос состоит в том, в какой степени в каждой предметной области вербальную информацию можно обогатить видео, звуком, интерактивными моделями. Это позволит не только значительно пополнить содержание образования, но и создать особое обучающее пространство – своего рода виртуальную обучающую реальность.

Из всех каналов восприятия визуальный – самый информативный, поэтому его использование в области образования наиболее разработано, в том числе и средствами мультимедиа. Однако это не отменяет важности и значения других модальностей восприятия. Например, эффективность усвоения учебного материала значительно повышает создание в каждом разделе мультимедийного пособия собственной ритмической доминанты путем подбора оптимального музыкального сопровождения [1].

Поскольку во многих науках есть объекты, которые никогда до конца не вербализуются (например: географическая карта; технический чертёж; математические, химические или физические формулы; нотная запись и др. – семиотика определяет их как иконический знак, который, в отличие от текста, исходно нелинеен), то необходимо разделить учебный материал на тот, который требует реальных наглядных примеров, и тот, который учащемуся следует увидеть целиком. При этом их необходимо визуализировать таким образом, чтобы в долговременной памяти ученика осталась схема, которая поможет в дальнейшем с легкостью вспомнить изученный материал.

Экран мультимедийной обучающей программы лишь частично сохраняет свойства книжной страницы. В отличие от печатного типографского текста, в котором всё организовано так, чтобы его было удобно читать и который в целом воспринимается как изображение, экран уже не двумерен и не имеет константных характеристик. В нём всё подвижно, поэтому компьютерный текст обладает свойством динамичности – как во времени, так и в пространстве, хотя в целом он должен соответствовать формату и композиции кадра. Экран монитора по характеру представления материала больше похож на свиток, что позволяет использовать поля кадра для внесения собственных замечаний к изучаемому тексту, т. е. разрешает активную работу с осваиваемым материалом (в кодикологии подобные заметки именуется маргиналиями).

Процесс преобразования различных видов информации в цифровую форму привел к созданию мультимедийных технологий, позволивших не только хранить разнообразные данные в компьютере (тексты, изображения, анимацию, звук, видео и др.), но и организовывать их взаимные связи, создавая гипермедиа-среду, получившую новые возможности взаимодействия с данными. Это влияние пользователя на мультимедийную среду, оперативный обмен с ней информацией получили название интерактивности, определив новые возможности в способах организации данных и позволив перейти к компьютерным системам представления знаний, одним из видов которых можно считать и мультимедийные обучающие программы [2].

Поэтому продуманное взаимодействие органов управления (для компьютера это клавиатура и мышь) в мультимедийных учебниках в сочетании с использованием других каналов восприятия добавляет ещё одно преимущество мультимедийной образовательной технологии. Поскольку известно, что мануальные упражнения существенно развивают память – не случайно раньше в гимназиях контурные карты рисовали, чтобы «набить» руку и лучше запомнить материал.

Более того, в области учебных мультимедиа-изданий широко используются системы программного слежения за пользователем (отмечаются его реакция, предпочтения, особенности восприятия и маршрутизации). На основе результатов такого слежения возможно построение индивидуальной траектории изучения учебного издания с помощью функциональных возможностей, предоставляемых компьютером, и конкретного инструментария данной программы.

Именно здесь применимы идеи искусственного интеллекта, усиленно разрабатывавшиеся в конце XX в. Мультимедийная обучающая система совмещает в себе черты семиотической системы и компьютера, предоставляющего этой информации дополнительные возможности функционирования. На этом принципе строятся компьютерные системы представления знаний, однако особенностью человеческого мышления являются ассоциации. Добавив в образовательное пространство построение, основанное по большей части на ассоциациях визуально-мыслимой реальности, возможно существенно повысить эффективность обучения.

Известно, что для организации банка данных или банка знаний необходимо положить в их основу некоторую модель представления данных (сетевую, иерархическую или реляционную) или знаний (семантические сети, фреймы, продукционные модели, формальные грамматики) и разработать систему управления, функционирующую в диалоговом режиме. Как правило, диалоговые компьютерные системы строятся на основе планирования графа диалога, т. е. структурной схемы взаимодействия человека с ПК. Однако усложнение подобной структуры и наличие разных форм представления информации на каждом этапе взаимодействия требуют более подробного ее моделирования и описания.

В качестве теоретического аппарата подобной модели может выступить теория формальных грамматик, применяемая для описания искусственных и ограниченно-естественных языков. Причем для мультимедийных обучающих программ применим аппарат грамматик порождающего типа.

Как известно, порождающей грамматикой называют четверку  $G = (T, N, P, S)$ , где  $T$  – конечное непустое множество символов, называемых терминальным (основным) словарем;  $N$  – конечное непустое множество символов, называемых нетерминальным (вспомогательным) словарем;  $P$  – конечное непустое множество правил вывода (правил переписывания, продукций);  $S$  – начальный символ.

Терминальный словарь представляет собой набор исходных символов, из которых строятся цепочки, порождаемые грамматикой. В компьютерной обучающей программе он состоит из мультимедиа объектов – текстов, изображений, звуков, видео, анимаций и программных модулей, обеспечивающих интерактивное взаимодействие пользователя с системой.

Нетерминальный словарь – набор вспомогательных символов, обозначающих классы исходных символов. В случае компьютерной обучающей программы – это те отношения, которые существуют между исходными символами, что позволяет системе самостоятельно генерировать необходимые структурные связи. Интересно, что в некоторых программах создания мультимедиа (например Adobe Flash), готовые элементы анимации так и называются – символами. В программах видеомонтажа отдельные временные последовательности (sequences) принято называть клипами или кадрами, последнее название распространено в кинопроизводстве.

Объединение терминального и нетерминального словарей образует полный словарь грамматики  $G$ . Начальный символ  $S$  (цель грамматики или ее аксиома) – это выделенный нетерминальный символ, обозначающий класс языковых объектов, для которых предназначена данная грамматика. Если при описании какого-либо языка цель грамматики заключается в порождении предложений этого языка, то в случае обучающей системы целью является формирование учебных единиц, содержащих все виды информации, связанные с изучаемым вопросом.

Правила вывода в грамматике – конечное непустое множество двухместных отношений вида  $\varphi \rightarrow \psi$ , где  $\varphi$  и  $\psi$  – цепочки в словаре  $V$ , а « $\rightarrow$ » интерпретируется как «заменить на». Последовательность цепочек  $\varphi = \varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_n \rightarrow \psi$ , для  $n \geq 1$ , называют выводом  $\psi$  из  $\varphi$ , если для каждого  $i$  ( $0 \leq i \leq n$ ), цепочка  $\varphi_{i+1}$  непосредственно выводима из  $\varphi_i$ . Длина вывода равна числу применений правил вывода. Вывод цепочки  $\psi$  считается законченным, если не существует цепочки, которая следует из  $\psi$ .

В качестве правил вывода могут выступать системность и структурно-функциональная связанность представления учебного материала в мультимедийной обучающей программе, обеспечение полноты (целостности) и непрерывности дидактического цикла обучения в ней, а также дидактические принципы, реализуемые при дистанционном и электронном образовании (такие как – научность, доступность, проблемность, наглядность, активность и сознательность, систематичность и последовательность, прочность усвоения знаний, единство образовательных, развивающих и воспитательных функций обучения [2], [3]).

Подобный подход уже был апробирован на тестирующих программах, в которых идеи искусственного интеллекта использовались для автоматического порождения тестовых заданий. При этом формальное описание процессов генерации тестов заданной структуры и содержания основывалось на канонических средствах исчислений Э. Поста, а лингвистическое содержание конкретных тестов определялось с помощью формальных грамматик [4].

Структурная организация мультимедийной обучающей системы и ее интерфейс, необходимый для реализации взаимодействия с обучающимся, должны основываться на особенностях восприятия и могут быть проанализированы методами искусствоведческого анализа. Поскольку мультимедийное учебное пособие является продуктом цифровой техники, то его можно рассматривать с таких же позиций, как и виды искусства, основанные на применении технических средств (кино, телевидение и т. п.). Одним из методов их анализа является семиотический подход, позволяющий учебный материал определить как знаковую систему, характеризующую его информационное наполнение.

Известно, что семиозис:  $Z = \{E, P, O, K, I\}$ , где  $E$  – означающее,  $P$  – приемник,  $O$  – означаемое,  $K$  – контекст,  $I$  – интерпретатор, служит основой для осуществления информационного процесса. Семиозис на основе значений, которые заранее заложены в приемник, обеспечивает реализацию двух функций: восприятия и интерпретации приемником поступившей от источника сообщений информации. В зависимости от аспекта восприятия и интерпретации знака полученную информацию можно разделить на следующие виды:

- прагматическая, характеризующая ценность сообщения с точки зрения той цели, которую преследует в данный момент приемник сообщения, и того решения, которое является наилучшим для ее достижения;
- семантическая, которая означает отношения, возникающие в ходе приема информации между означающим и концептом знака, т. е. между именем и его смыслом;
- сигматическая, характеризующая отношение означающего и денотата, т. е. имени знака и предмета реального мира;
- аффективная, включающая эстетическое воздействие и характеризующая отношение означающего и экспрессивно-оценочное и эстетическое восприятие знака, обобщенное в его коннотате;
- синтаксическая, представляющая собой оценку приемником тех ограничений, которые накладываются на комбинаторику и частоту употребления знаков.

В коммуникативной системе приемник может обладать тремя различными уровнями интерпретационной способности: первый уровень характеризуется простейшими реакциями на сигнал или цепочку сигналов, реализующую синтаксическую и аффективную информацию; второй уровень – это адаптивная обучаемость, в процессе которой осуществляется восприятие не только синтаксической и аффективной, но и сигматической информации; третий уровень основывается на восприятии прагматической, семантической и других видов информации, что находит свое выражение в интеллектуальной деятельности.

В художественном творчестве способности знаковых систем представлять одно и то же содержание разными структурными средствами обнаруживают ту условность, которая существует в искусстве. В отличие от художественных произведений учебные коммуникативные системы имеют строго заданную структуру языка, поэтому информативным является само сообщение, но не его язык (способ представления).

Синтетические виды представления информации, к которым можно отнести и мультимедиа, объединяют различные типы кодов: музыку (саундтрек), литературу (диалоги), живопись (композиция и освещение) и т. д. При использовании видео уникальным кинематографическим кодом является ускоряющийся или замедляющийся монтаж, который имеет значение сам по себе. Кинематографические и телевизионные коды включают жанр, операторскую работу (крупность кадра, движение камеры, ракурс, композицию), монтаж (способы монтажных склеек, темпо-ритм), саундтрек, а также сам способ рассказа истории.

Благодаря знакомству с теле- и кинокодами уже в раннем возрасте и поскольку они очень схожи с теми, которыми мы кодируем реальный мир, мы не всегда воспринимаем их как коды, как условности, что широко используется в учебных целях.

Мультимедийное учебное пособие еще более синтетично, поэтому в нем появляются новые типы кодов и способы взаимодействия между ними. Это требует формирования новых структурных средств знаковых систем, позволяющих составить формализованное описание такого материала. В мультимедийной обучающей программе ее автор обретает новую роль – он становится создателем контекста, предназначенного для исследования обучающимся, который имеет возможность самостоятельно принимать решение о порядке и характере действий, не всегда подозревая, что все они заранее predeterminedены разработчиком мультимедийного пособия. На подобную новизну и сложность форм визуальной символизации в мультимедиа указывала еще Л. Березовчук, отмечая, что в подобном учебном пособии благодаря взаимодействию с ним обучаемого визуальный образ превращается в замещающий знак [5].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разлогов К. Э. Новые аудиовизуальные технологии. Сер. «Учебники и учебные пособия по культуре и искусству». – М.: Едиториал УРСС, 2005.
2. Андреев А. А. Дидактические основы дистанционного обучения. – М.: РАО, 1999.
3. Роберт И. В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы; перспективы использования. – М.: Школа-Пресс, 1994.

4. Сергушичева А. П., Сергушичева М. А. Проблема интеллектуализации тестирующих систем // Мат. XIX Межд. конф. «Применение новых технологий в образовании», 26–27 июня 2008 г. Троицк.

5. Березовчук Л. Инструментальные и психологические основания интерактивности в контексте визуальных практик // Искусство и новые технологии. 2001. Вып. 7. СПб.: Изд-во РИИИ.

*I. R. Kuznetsov*

*THE MULTIMEDIA TRAINING PROGRAM AS COMPUTER INFORMATION SYSTEM*

*The approach to construction of multimedia training programmes on the basis of the theory formal grammar for automatic generation of a training trajectory taking into account preferences and perception features of the student is considered.*

**The educational technology, the training programme, multimedia, hypermedia, interactivity, formal grammar, didactic principles**



# УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ, ИННОВАЦИОННЫЙ И АНТИКРИЗИСНЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

УДК 338.22

В. Ю. Амелин

## ОЦЕНКА ПОЛИТИЧЕСКИХ РИСКОВ РЕАЛИЗАЦИИ ТРУБОПРОВОДНЫХ ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ПРОЕКТОВ

*Рассматриваются политические риски и проблемы, возникающие при строительстве трубопроводных газотранспортных систем. Представляются основные методики оценки политических рисков. Приведены примеры политических проблем при реализации проекта «Северный поток».*

### Политические риски, дестабилизирующие факторы, методы оценки политических рисков

Проблема учета политических рисков любого крупного международного проекта в настоящее время становится одним из основополагающих условий его реализации. Особенно важна экономическая безопасность при планировании и осуществлении крупномасштабных международных проектов, таких как трубопроводные газотранспортные системы.

Значение термина «политический риск» достаточно широко – от прогнозирования политической стабильности до оценки всех некоммерческих рисков, связанных с деятельностью в различных социально-политических средах.

Под *политическим риском* в узком смысле слова понимается вероятность финансовых потерь для фирмы в результате воздействия неблагоприятных политических факторов со стороны стран-участников проекта. Для трубопроводных газотранспортных проектов существенно влияние не только стран-участниц проекта, но и стран-транзитеров и соседних стран, интересы которых затрагиваются в той или иной сфере.

Значительная часть специалистов по политическому риску придерживается мнения, что политическое событие не обязательно несет риск для бизнеса, но может также означать новые возможности. Они предлагают под термином «политический риск» понимать «неопределенность Среды, в которой действуют все нерыночные силы». Это означает, что при прогнозировании политического риска необходимо учитывать не только негативные изменения, но также и позитивные, представляющие дополнительные возможности для бизнеса, при этом в финансовом анализе базовый риск является нейтральным, предполагающим как положительные, так и отрицательные отклонения.

Классификация политических рисков проводится на основе деления событий, вызванных либо действиями правительственных структур в ходе проведения определенной государственной политики, либо силами, находящимися вне контроля правительства.

По мнению некоторых исследователей (М. Фицпатрик, В. Ашер, Т. Брювер), основное внимание должно уделяться динамике политического действия, из которого возникают события, поскольку можно точнее спрогнозировать природу конфронтации или понять действия политических сил, чем предсказать победителей и проигравших.

Для этого некоторые исследователи [1] дают сводную таблицу политических рисков.

<i>Непредвиденные обстоятельства</i>	<i>Действия легитимных структур</i>	<i>События, вызванные действиями неконтролируемых правительством сил</i>
Потеря контроля за деятельностью фирмы	Полная или частичная экспроприация; насильственное лишение прав управления; конфискация собственности фирмы – разрыв договора	Война; революция; терроризм; забастовки
Падение ожидаемой прибыли	Неприменимость «национального режима»; уменьшение доступа к финансовым, трудовым и сырьевым рынкам; контроль над ценами, товарами, деятельностью; валютные ограничения; ограничения денежных переводов за границу; требования к экспортным характеристикам	Националистически настроенные продавцы и поставщики; угрозы враждебных группировок; навязанные извне финансовые ограничения; навязанные извне ограничения на импорт и экспорт

Задача прикладных исследований риска состоит в том, чтобы снизить остроту неопределенности, предусмотреть возможные негативные и позитивные последствия ее развития. Современные методы позволяют количественно и качественно оценить вероятность достижения цели, отклонения от цели или неудачи.

Другим методом анализа и оценки политического риска является создание рейтинга стран по уровню риска на основе структурированного и стандартизированного списка вопросов.

Наиболее сложный, но эффективный подход, разработанный «Shell Oil» для оценки возможностей разведки, разработки и переработки нефти в определенной стране (и его последующие варианты; например, модели, разработанные «Risk Insights, Inc.»), включает формальную спецификацию рассматриваемых отношений, экспертные мнения, обработанные методом лимитирования сужденческих ошибок, сложный статистический алгоритм, комбинирующий результаты агрегированных эконометрических данных и индивидуальных оценок. Главным ограничением метода является его дороговизна.

Для оценки личностного фактора при анализе политического риска М. О'Лири и В. Коплиным была разработана модель под названием «Prince model». Анализируя твердость позитивной, нейтральной или негативной позиции конкретного лица, степень его влияния и значение для него данного вопроса (каждый критерий оценивается по пятибалльной шкале, затем перемножается и суммируется по всем участникам), модель позволяет количественно (долей положительных баллов в общем количестве) рассчитать вероятность принятия того или иного решения правительством.

Б. Ливи разработал аналитическую сеть, интегрирующую социально-культурные переменные наряду со всеми неэкономическими факторами в количественный структурированный подход к оценке странового риска.



На рисунке показана общая схема взаимодействия политических, социальных и экономических факторов, определяющих уровень риска в стране, представленная Ч. Кеннеди в работе «Управление политическим риском».



Все приведенные методики оценки политических рисков имеют общую особенность: они направлены на анализ политической ситуации и рисков внутри отдельной страны. При реализации крупных международных проектов, таких как газопровод «Северный поток», необходимо учитывать политическую ситуацию сразу в нескольких странах. К таким странам можно отнести: Россию, Германию, Швецию, Финляндию, Эстонию, Латвию, Литву и Польшу. При этом наибольшую ангажированность проявляют те страны, которые напрямую в проекте не участвуют.

Противодействие этих 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, мотивирующие 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» [2]. Этот документ – «Проектная информация морского газопровода через Балтийское море».

Для борьбы с указанными 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 этого 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.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. De la Torre J., Neckar D. H. Forecasting political risks for international operations. London: Macmillan, 2007. P. 223.
2. Проектная информация газопровода «Северный поток» // Nord Stream AG. Ноябрь. 2006.

*V. Amelin*

#### *ESTIMATION OF POLITICAL RISKS OF REALIZATION OF PIPELINE GAS-TRANSPORT PROJECTS*

*In article, there are points of solving political risks and problems with building gas pipeline. I'm writing about main methodizes of estimation of political risks. Also there are some examples of solving this problems by Nord Stream AG.*

**Political risks, destabilizing factors, methodizes of estimation of political risks**

УДК 658.114.5

*Е. В. Давыденко*

## **СЛИЯНИЯ И ПОГЛОЩЕНИЯ В НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРЕ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

*Посвящена выявлению особенностей развития процесса слияний и поглощений в нефтегазовом секторе мировой экономики. Автор выделяет этапы развития слияний и поглощений в нефтегазовом секторе, начиная с середины 80-х гг. XX в. вплоть до настоящего времени, анализирует специфику и особенности каждого этапа. Особое место отведено изучению слияний и поглощений в нефтегазовом секторе России на современном этапе.*

**Слияния и поглощения, нефтегазовый сектор, мировая экономика, нефтегазовые компании, Россия**

Мировой опыт корпоративного управления показывает, что рост является неотъемлемой частью жизненного цикла компании и важным элементом успешного и динамичного ее развития. В процессе своего развития компания достигает этапа, когда ее менеджмент принимает решение о целесообразности внешнего роста. Одним из источников внешнего роста компании являются прямые иностранные инвестиции, привлекаемые в одной из трех возможных форм – создание нового предприятия (Greenfield), создание совместного предприятия (joint venture) либо слияние или поглощение уже существующих предприятий (mergers and acquisitions – M&A).

Слияния и поглощения (M&A) всегда являлись составной частью развития нефтегазовой отрасли. Достаточно вспомнить созданную Джоном Рокфеллером более 120 лет назад глобальную корпорацию «Standard Oil». Тогда Рокфеллер построил свою гигантскую империю, скупая практически за бесценок компании, находящиеся в бедственном положении.

В настоящее время развитие мировой экономики выражается в ее глобализации, диверсификации, научно-техническом прогрессе, либерализации рынков, что, безусловно, сказывается

ся на операциях слияний и поглощений. Изучая операции M&A, можно выявить любопытную корреляцию между данными сделками и стадиями экономического цикла. Интересен тот факт, что слияния и поглощения характерны и для экономики, находящейся в состоянии подъема, и для экономики, испытывающей кризисные явления, правда, для каждого из вышеуказанных этапов экономического цикла характерны свои мотивы, причины, стратегии и механизм осуществления M&A [1]. Так, например, в период кризисов снижается доля данных операций, осуществляемых путем привлечения заемных средств<sup>1</sup>, компании начинают избавляться от непрофильных активов, нажитых во времена экономического подъема, используют достаточно агрессивные стратегии осуществления слияний и поглощений, так как именно в этот период относительно легко и дешево можно устранить конкурентов. И, наоборот, в период экономического процветания компании, стремясь к получению максимально высоких прибылей, наращивают свой потенциал, активно и быстро (в большей степени за счет кредитных ресурсов) скупают другие компании, используя все возможные формы осуществления интеграции<sup>2</sup>.

В современной истории развития слияний и поглощений в нефтегазовом секторе можно выделить несколько этапов<sup>3</sup>. Первая волна M&A началась в середине 80-х гг., когда операции слияний и поглощений осуществлялись с целью повышения суммарной стоимости объединившихся компаний. С этой целью проводилась политика оптимизации управления компаний, внедрялись новейшие достижения НТП, модернизировались структура затрат и активов. Причиной первой волны был обвал цен на нефть в 1986 г. Однако именно в этот период крупные компании получили хорошую возможность приобрести более слабые компании со значительным дисконтом, что подтолкнуло к увеличению доли враждебных поглощений.

Очередное падение цен на нефть в 1997–1999 гг. спровоцировало вторую волну M&A. Цены упали с 20 до 10 долларов за баррель, что вызвало атмосферу неопределенности и в какой-то степени паники и опасения дальнейшего снижения цен. Нестабильность цен привела к диспропорции между собственным капиталом и заемными средствами, и нефтегазодобывающие компании стали рассматривать слияния как единственный способ выживания в непредсказуемом мире. Именно в этот период состоялись дружественные сделки между компаниями-гигантами «Еххон» и «Mobil», «British Petroleum» и «Амосо», «Total» и «Petrofina». С финансовой точки зрения масштабы сделок были колоссальными. Так, суммарный объем составил \$ 164 млрд, что равно 84 % от общей стоимости сделок года. Только лишь стоимость сделки «Еххон» и «Mobil» составила около \$ 90 млрд [2]. Таким образом, эта волна M&A привела к созданию сверхкрупных компаний, в результате чего логично усилился государственный контроль на рынке корпоративного контроля в нефтегазовом секторе, так как рынок становился все более и более консолидированным.

---

<sup>1</sup> Данная тенденция характерна для M&A 2008–2009 гг., когда практически все страны поразил кредитный и финансовый кризис.

<sup>2</sup> В данном ключе можно упомянуть про вертикальные, горизонтальные, родовые и конгломератные сделки. Хотя речь может идти и о разнообразных механизмах осуществления M&A.

<sup>3</sup> Автор рассматривает процесс развития рынка корпоративного контроля, начиная с середины 80-х гг., когда операции M&A стали носить в большей степени трансграничный характер в связи с распространением глобализационных тенденций. Критерием выделения этапов в развитии M&A служат скачки цен на нефть и газ (нефтяные шоки).

Важным мотивом, стоящим за процессами M&A-активности в то время, была также необходимость объединения усилий в поиске новых месторождений нефти и газа, который перемещался во все более отдаленные регионы с суровыми климатическими условиями и обходился все дороже. При этом в связи с резким снижением цен на нефть и газ доходы на вложенный капитал в данной сфере резко сократились, и инвесторы предпочитали вкладывать деньги в динамично развивающийся сектор телекоммуникаций и high tech, что также стимулировало процесс M&A.

Кроме того, в этот же период стала наблюдаться тенденция снижения роли США – в мировую практику слияний и поглощений стали активно подключаться компании европейских и азиатских стран.

Третья волна слияний и поглощений началась в 1999 г., когда цены на нефть и газ снова стали расти, что привело к перераспределению денежных потоков в пользу нефтегазовой отрасли. Прибыльность данной сферы росла на глазах. Разрыв между сверхкрупными, обладающими значительным собственным капиталом и укрепившимися в период второй волны корпорациями и остальными добывающими компаниями стал огромным. Это привело к дальнейшему росту числа интеграционных сделок, так как крупные нефтегазовые компании стали рассматривать варианты M&A в качестве возможного пути выживания. Помимо того, лишь мощные компании могли позволить себе реализацию крупномасштабных проектов, приносящих сверхдоходы, да и инвесторы поощряли сверхкрупные компании, предоставляя надбавку за величину собственного капитала. Это привело к слияниям самих сверхкрупных компаний. Так, в 1999 г. произошло слияние «TotalFina» и «Elf Aquitaine» (сделка составила \$ 63 млрд), «BP Amoco» приобрела «ARCO» (\$ 39 млрд). В 2000–2001 гг. процессы M&A продолжались. Так, можно отметить сделки по слиянию между компаниями «Chevron» и «Техасо» (2000), «Philips Petroleum» и «Conoco» (2001) [2].

Стоит отметить, что процесс M&A затронул не только крупные и сверхкрупные компании. Так называемые независимые компании (добывающие структуры, не имеющие собственных нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств, например: «Andarco Petroleum», «Apath Corp.», «Devon Energy» и др.) также начали активно поглощать другие нефтедобывающие компании, что привело к созданию нового вида игроков в нефтегазовой сфере – сверхнезависимых компаний. Характерно, что на этом этапе сверхкрупные компании стали отказываться от неэффективных неприбыльных активов, приобретенных ранее, которые теперь доставались независимым компаниям. С этой точки зрения можно говорить о реструктуризации и оптимизации рынка корпоративного контроля и новой тенденции в этой сфере.

Однако уже в конце 2000 г. стало понятно, что очередная волна слияний и поглощений пошла на спад. Основными причинами уменьшения рынка стал обвал во второй половине 2000 г. рынка высокотехнологичных компаний, потянувший за собой финансовые рынки. В сентябре 2001 г. произошли террористические акты в Нью-Йорке. Важным фактором, оказавшим влияние на рынок корпоративного контроля в это время, стали военные действия в Афганистане, а затем Ираке, а также ряд крупнейших корпоративных скандалов, начатый с банкротства «Enron» в декабре 2001 г. Тем не менее, начиная с 2003 г. рынок слияний и поглощений снова стал оживать, демонстрируя устойчивый рост.

В настоящее время можно говорить о возникновении четвертой волны M&A, вызванной финансовым кризисом в мире и резким снижением цен на нефть в 2008 г. Хотя анализи-

ровать и прогнозировать особенности данного этапа пока рано, тем не менее, можно выделить следующие закономерности:

1. Основным трендом М&А-активности компаний нефтегазовой отрасли стала ситуация на международных энергетических рынках. Спрос на нефть резко снизился, что поколебало уверенность компаний в своем будущем. Тем не менее, аналитики компании «Ernst & Young» считают, что 2009 г. сулит много сделок М&А. По их мнению, именно нефтяные компании выступают основными поглотителями как в электроэнергетике, так и в самой нефтяной отрасли, где рынок ожидает сделок со скорректированными ценовыми параметрами.

2. Дальнейшая консолидация нефтегазовой сферы. Объем сделок М&А в 2007 г. в нефтегазовом секторе, несмотря на кредитный кризис, сохранился на прежнем уровне. Так, общая стоимость реализованных сделок выросла с \$ 291,1 млрд в 2006 г. до \$ 292,2 млрд в 2007 г. [<http://pr.utro.ru> // Доклад компании PricewaterhouseCoopers]. Крупные международные компании в этот период не проявляли высокой активности в области М&А. Более динамичными становятся национальные нефтегазодобывающие компании, которые используют сделки в качестве стратегии замещения запасов.

3. Усиление позиций сверхкрупных компаний. Например, в России крупнейшей сделкой 2007 г. в нефтегазовой сфере стало приобретение «Газпромом» контрольного пакета в проекте «Сахалин-2» (50 % плюс одна акция).

4. Увеличение совокупной стоимости сделок в секторе. Так, в 2007 г. крупнейшей сделкой стало приобретение голландской группой «Basell» (производство химикатов) компании «Lyondell» (сумма сделки составила около \$ 20 млрд) [<http://pr.utro.ru> // Доклад компании PricewaterhouseCoopers].

5. Снижение числа сделок, осуществляемых путем привлечения заемных средств.

6. Углубление специализации. Так, медленно развивающиеся виды деятельности с высокой степенью регулирования отделяются от быстро развивающихся (например, система трубопроводного транспорта от разведки и разработки). Собственно говоря, нефтесервисный сектор и сектор переработки и сбыта являются основными движущими факторами активности всей отрасли на рынке М&А. Общая стоимость сделок нефтесервисных компаний увеличилась в 2007 г. на 165 % и составила \$ 67,3 млрд – это 23 % стоимости всех сделок [<http://pr.utro.ru> // Доклад компании PricewaterhouseCoopers].

7. Усиление государственного контроля в нефтегазодобывающей сфере. Эти процессы в основном касаются трансформирующихся и развивающихся стран – России, Казахстана, Белоруссии и др. Так, в апреле 2008 г. в РФ был принят ФЗ «О порядке осуществления иностранных инвестиций в коммерческие организации, имеющие стратегическое значение для национальной безопасности РФ», в соответствии с которым ограничивается участие зарубежных компаний в стратегически значимых отраслях. Согласно данному закону, даже сделки между иностранными компаниями, предметом которых становятся российские стратегические активы, должны согласовываться с правительством России.

Что касается России, то в нашей стране нефтегазовый сектор продолжает лидировать по числу операций М&А, несмотря на определенные сложности и проблемы. Так, в 2007 г. состоялось 45 сделок на общую сумму \$ 45,7 млрд против 26 сделок на сумму \$ 8,38 млрд в 2006 г. [[www.ocenchik.ru](http://www.ocenchik.ru)]. Наиболее крупные сделки в нефтегазовом комплексе РФ за первое полугодие 2007 г. представлены в таблице. Как видно из приведенных данных, основ-

ными игроками выступали и продолжают выступать ведущие «голубые фишки» российской экономики – «Газпром», «ЛУКОЙЛ» и «ТНК-ВР».

Объект приобретения	Доля, %	Покупатель	Стоимость сделки, млн дол. США
«Caspian Investments Resources» («ЛУКОЙЛ»)	50	«Mittal Investments»	980
«Салаватнефтеоргсинтез»	53,9	«Газпром»	734
«Белтрансгаз» (Беларусь)	12,5		625
«Вареганнефть»	50	«ТНК-ВР»	485
376 автозаправочных станций «ConocoPhillips»	100	«ЛУКОЙЛ»	400
«Геойлбент»	34		300
«Севернонефтегаз»	66,2	«ТНК-ВР»	205

Нефтегазовые компании в России используют M&A с целью экспансии на западные рынки и усиления вертикальной интеграции. В России энергетическая отрасль является сильно консолидированной. Так, 11 нефтедобывающих холдингов обеспечивают 95 % всего объема добычи [[www.gzt.ru](http://www.gzt.ru)]. Безусловно, в настоящее время Россия, являясь частью глобального экономического пространства, находится под влиянием процессов, происходящих на мировом рынке, и развитие M&A на российском рынке будет соответствовать процессам, происходящим в мире [3]. Следует ожидать, что вступление России в ВТО еще в большей степени подстегнет российский рынок к усилению активности в области слияний и поглощений.

В заключение можно отметить, что настоящий кризис подхлестнет слияния и поглощения в нефтегазовом секторе мировой экономики. Рынок и дальше будет консолидироваться, что приведет к новой расстановке сил в этом сегменте, укрупнению старых игроков, исчезновению компаний, неспособных сопротивляться существующим реалиям. Путем M&A компании стремятся объединиться, укрепить свои позиции на мировом рынке, повысить рыночную привлекательность на мировом уровне [[www.k2kapital.com](http://www.k2kapital.com)].

В будущем можно ожидать, что нефтегазовая промышленность станет отраслью с крайне высокой степенью концентрации, находясь в руках нескольких крупнейших международных корпораций, осуществляющих разведку и добычу углеводородов в самых отдаленных уголках Земли. При этом удовлетворить спрос будет все сложнее в силу дальнейшего развития производительных сил в мире, роста спроса на ресурсы и одновременно истощения этих ресурсов. Не случайно уже сейчас прогнозируют возможный кризис в 2014 г. Поэтому можно говорить, что обострение конкуренции и появление альтернативных источников энергии (биотоплива, в частности) в ближайшем будущем приведет к распаду уже произошедших слияний [[www.k2kapital.com](http://www.k2kapital.com)].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савчук С. В. Анализ основных мотивов слияний и поглощений // Менеджмент в России и за рубежом. 2002. № 5.
2. Главный нефтяной бизнес – покупка конкурента // Прил. к газ. «Коммерсант». № 114 (2483). 04.07.2002.
3. Российские активы дорожают // Российская бизнес-газета. № 565 от 01.08.2006.

*E. Davydenko*

#### *MERGERS AND ACQUISITIONS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY OF THE WORLD ECONOMY*

*The article is devoted to the analysis of the tendencies of M&A in the oil and gas industry of the world economy. The author marks out the stages of M&A from the mid-80-s till nowadays. The author pays special attention to the place and role of M&A in the oil and gas industry of the Russian economy.*

**M&A (mergers and acquisitions), oil and gas industry, world economy, oil and gas companies, Russia**



УДК 123; 124.5

*М. Е. Кудрявцева*

## **К ВОПРОСУ О СООТНОШЕНИИ ВНЕШНИХ И ВНУТРЕННИХ УСЛОВИЙ СВОБОДЫ ЛИЧНОСТИ**

*Рассматриваются различные уровни свободы личности в аспекте соотношения внутренних и внешних условий, её определяющих. Свобода личности как ценность представлена в диалектическом единстве терминального и инструментального аспектов. Высшим уровнем свободы личности утверждается способность осуществления личностью своего социального служения.*

**Свобода личности, социализация, ментальное развитие, социальное служение, ценность инструментальная, ценность терминальная**

Согласно самому общему философскому определению, свобода является универсалией культуры, фиксирующей для субъекта возможность деятельности и поведения в условиях отсутствия внешнего целеполагания. Это определение в общепринятом мнении, как правило, переносится и на понятие свободы личности, хотя отсутствие внешнего целеполагания ещё не является гарантом подлинной свободы, потому что деятельность всегда связана с условиями её протекания. Это, как представляется, в полной мере относится и к внутрисубъектной деятельности личности, которая во многом определяется индивидуальными психологическими условиями.

Для того чтобы стало возможным анализировать категорию «свобода личности» в аспекте психологических условий, её определяющих, необходимо, как представляется, поднять вопрос о ценностном аспекте данной категории. Этот вопрос может быть увязан с вопросом об уровнях свободы личности. Таких уровней целесообразно выделить три:

- уровень социализации (свобода самоопределения в обществе);
- уровень ментального развития (свобода от общества);
- уровень служения обществу (свобода для общества).

Для успешной социализации индивида необходима определённая степень свободы его личности, обуславливающая осознание человеком себя как полноценного члена общества, и на этом уровне самосознания свобода личности может быть определена как ценность инструментальная. Осознание себя в качестве полноценного члена социума, однако, не может быть исчерпывающей целью человеческого бытия, более высокий уровень самосознания

предполагает ментальное развитие личности вне зависимости от её социального существования, и на этом уровне свобода личности может быть определена как ценность терминальная. Однако осознание человеком свободы своей личности от социума всё еще не является, с нашей точки зрения, наивысшим уровнем свободы личности. Таким высшим уровнем является не свобода личности *от* общества, но свобода личности *для* общества, и на этом высшем уровне, предполагающем реализацию личностью своей функции служения обществу, индивидуальная свобода личности опять становится ценностью инструментальной. Таким образом, свобода личности как ценность становится неким диалектическим единством инструментального и терминального аспектов. То же самое, как представляется, можно было бы сказать и о других категориях, таких, например, как «развитие личности» и «образование личности», а возможно, и о ряде других категорий.

Принимая во внимание тесное переплетение в содержании понятия свободы личности индивидуального и общего, можно сделать вывод, что свобода личности обусловлена единством внешних и внутренних факторов. Внешние факторы обеспечиваются государством, обществом в целом, внутренние факторы являются психологическими и обеспечиваются личностным развитием человека. Внешние факторы связаны с физическими и ментальными аспектами свободы, внутренние – с ментальными и духовными аспектами. Связь между внешними и внутренними факторами является неоднозначной, диалектической.

В самом общем виде закономерность этой взаимосвязи можно сформулировать следующим образом: рост внешней свободы обеспечивает рост внутренней свободы личности до определённого момента, некоторой критической точки, после которой внешняя свобода становится фактором, препятствующим росту внутренней свободы. Критическая точка определяется индивидуально в случае с каждой конкретной личностью.

Данную взаимосвязь можно проследить на всех трёх уровнях человеческого бытия: физическом, ментальном, духовном. Однако реализуется она на этих уровнях по-разному.

Полное ограничение физической свободы человека (представим себе гипотетическую ситуацию с человеком, закованным в кандалы, лишённым возможности общения с людьми, с окружающим миром) оставляет возможность лишь внутрисубъектного общения, которое, однако, также обусловлено единством внешних и внутренних факторов, и потому, будучи лишённым внешней составляющей, постепенно затухает, оставляя человеку последнюю свободу выбора – выбора смерти.

В реальной жизни, как правило, ограничения физической свободы носят в той или иной степени частичный характер. Пребывание человека даже в таких экстремальных условиях, как концентрационный лагерь, предполагающее ежечасную борьбу за физическое выживание, тем не менее оставляет ему минимальный уровень свободы (хотя бы свободы общения с сокамерниками). Этот минимальный уровень свободы может в единичных случаях стимулировать развитие свободы внутренней, на ментальном и духовном уровнях (возможно даже в большей степени на духовном, чем на ментальном уровне; о различиях между свободой ментальной и духовной речь пойдёт далее). Это, разумеется, касается редких, если не сказать уникальных человеческих личностей. Реальным примером является психотерапевтическая деятельность Виктора Франкла в фашистском концлагере, которая была бы для



него невысказанной без определённого, и достаточно высокого уровня внутренней свободы. В большинстве же случаев борьба за физическое выживание в прямом смысле слова делает невозможным развитие внутренней свободы.

Ограничения государством, обществом ментальной свободы отдельной личности, или, иными словами, свободы мысли, свободы слова, также должны тормозить развитие внутренней свободы человека, невысказанной без определённой свободы интеллектуального выбора, и, наоборот, снятие этих ограничений должно способствовать росту внутренней свободы. Однако в «некритических» случаях (там, где нет угрозы жизни) дело обстоит намного сложнее. Для сильной, социально активной личности навязанные извне ограничения свободы мысли и слова могут в иных случаях способствовать росту внутренней свободы, проявляющейся в творчестве, в другой социальной деятельности или даже просто в демонстрации. Множество конкретных примеров даёт российская социально-политическая и культурная жизнь последних веков начиная с А. Н. Радищева. Один из убедительных примеров: та группа несогласных, которая вышла на улицу в 1968 г. по поводу событий в Чехословакии (рискуя своей физической свободой), состояла из людей, располагавших гораздо большей внутренней свободой, чем те, кто анализировал эти события и осуждал действия СССР в 90-х г. Для личности малосоциальной внешние ограничения интеллектуальной деятельности могут быть причиной различных форм эскапизма, который отнюдь не исключает высокого уровня внутренней свободы, проявляющейся в продуктивном творчестве или в общем житворчестве человека.

Рост внешних свобод первоначально, безусловно, влечёт за собой рост внутренней свободы личности. Это объясняется увеличением свободы выбора и интерпретации многочисленных и разнообразных текстов культуры. Возможность такого выбора и интерпретации стимулирует и сам выбор, и интерпретацию, способствует в итоге развитию личности и её творческой реализации. Однако совершенно очевидно, что чем больше становится объём внешних свобод в обществе, тем более актуальными являются внутренние ограничения этих свобод у каждой конкретной личности, отсутствие таких ограничений свидетельствует о неспособности жить в условиях свободы. Эти ограничения зависят от уровня свободы, уровня развития личности, возможностей её самосовершенствования.

Для того чтобы можно было говорить о созидательных процессах для личности в условиях внешних свобод, необходимо, чтобы поле возможного выбора было обозримым для конкретного индивида, кроме того варианты выбора должны в целом увязываться с системой ценностей этого индивида. Неозримое поле выбора создаёт ментальный и ценностный хаос и затрудняет для индивида подъём по уровням личной свободы. Степень и характер этих затруднений связаны с индивидуальным личностным развитием человека. При сравнительно низком уровне общего развития личности ментальный и ценностный хаос делает невозможным подъём даже на первый уровень свободы – уровень социализации. Осознание человеком себя в качестве полноценного члена общества предполагает самоопределение в этом обществе – своей роли, своих возможностей, своего статуса, своих социальных связей. Излишнее же многообразие в принципе возможных (а на самом деле невозможных) ролей, статусов и связей затрудняет (особенно для молодых людей) реальный выбор, реальное определение своего места в обществе, реальную оценку своих возможностей. Как писал Г. Маркузе,

«для определения степени человеческой свободы решающим фактором является не богатство выбора, предоставленного индивиду, но то, что может быть выбрано и что действительно им выбирается» [1, с. 10]. Для человека, не поднявшегося даже на этот начальный уровень, свобода тождественна вседозволенности, внутренние же ограничения такой свободы, как правило, стихийны, связаны в худшем случае со страхом перед наказанием, в лучшем случае – с неосознанным нравственным чувством.

Для индивидов, находящихся на том уровне развития свободы личности, который предполагает уже осуществившуюся социализацию, необозримость возможного выбора делает невозможным подъём на следующий уровень – уровень ментального развития, осознания своей свободы от общества. Часто это люди уже социально состоявшиеся, обладающие определённым социальным статусом, способные оценить свои возможности, однако связывающие их только с социальным измерением своей жизни – они хотят получить от общества своим трудом то, что общество может им дать, и в этом видят цель существования. Необозримость того выбора, который предоставляет им общество, не позволяет им заглянуть за пределы этого выбора – туда, где кончается социум и начинается индивидуальное существование личности. Понимание и внутренние ограничения свободы на этом уровне в основном связаны с её внешними, нормативно-правовыми, а также моральными аспектами. В отношении таких людей справедливо следующее замечание Э. Фромма: «Мы гордимся тем, что в своём образе жизни человек теперь не зависит от внешних властей, уже не диктующих ему, что делать и чего не делать. Но не замечаем роли таких анонимных авторитетов, как общественное мнение и “здравый смысл”, которые так сильны именно потому, что мы готовы вести себя в соответствии с ожиданиями остальных, что мы внутренне боимся как-то отличаться от них. Иными словами, мы зачарованы ростом свободы от сил, внешних по отношению к нам, и, как слепые, не видим тех внутренних препон, принуждений и страхов, которые готовы лишить всякого смысла все победы, одержанные свободой над традиционными её врагами» [2, с. 91]. Проблема свободы для этих людей, как справедливо отмечает Э. Фромм далее, состоит исключительно в том, чтобы обеспечить ещё больше этой самой внешней свободы, хотя на самом деле проблема свободы является проблемой не только количественной, но и качественной.

На уровне ещё более высокого личностного развития человек уже становится способным «вместить» в себя идею самодостаточности свободы, т. е. идею свободы личности как терминальной ценности, предполагающей независимость от социума, осознание своей самооценки. Достижение этого уровня требует от личности не только высокого интеллекта, но и незаурядности, установки на свободомыслие и творческую реализацию. Однако этот высокий уровень свободы личности таит в себе некоторые потенциальные опасности, которые тем более актуализируются, чем более личность осознаёт себя свободной от общества. И эти опасности как раз и связаны с высоким интеллектом человека и установкой на свободомыслие. Дело в том, что на этом уровне человек, как правило, реализует социал-атомистические социальные связи (по терминологии К. Маркса), при которых он утверждает свою субъектность и свою уникальность, осознаёт себя своеобразным индивидом-атомом, выключившимся из сущностной сопричастности с другими членами общества. «Человек как обособленный индивид предоставлен только самому себе, средства же для утверждения его как обособленного индивида состоят, однако, в том, что он делает себя всеобщим коллективным существом» [3, с. 486].

Неограниченная свобода внутреннего ментального выбора, продиктованного этим «всеобщим коллективным существом», будь это выбор моделей мышления, моделей взаимоотношений, выбор ценностей, ведёт, как представляется, к хаосу духовному, связанному с невозможностью опять-таки реального выбора, соотносимого теперь уже не с внешними возможностями человека, а с его внутренними духовными возможностями. По сути дела эта невозможность реального выбора связана с трудностью ответить на вопрос о смысле своего существования. Так, иногда интеллектуально развитые, ментально свободные люди в поисках духовной опоры мечутся от одной мировоззренческой системы к другой, и бывает, что некоторые из этих систем, их ценности, воспринятые и глубоко усвоенные, ставят этих людей в оппозицию к обществу. Подобно тому, как в случае с людьми, ещё не поднявшимися на начальный уровень свободы, мы говорим об отождествлении ими свободы с вседозволенностью поступков, применительно к людям, поднявшимся на уровень ментальной свободы, можно говорить о том, что они отождествляют свободу с вседозволенностью мысли. И если в первом случае вседозволенность так или иначе ограничивается самим человеком, его страхом перед наказанием или совестью, то во втором случае существует большой соблазн не ограничивать эту вседозволенность мысли ничем, коль скоро она не выходит за пределы собственной личности. Приведём в связи с этим убедительную цитату Г. С. Батищева: «(Человек) испытывает своего рода эйфорию или головокружение от свалившихся ему “в руки” даров, от новой, непривычной и негаданной меры свободы... Человека опьяняет перспектива не только быть применяющим к себе более высокие Мерила, а самому тоже стать субъектом таких Мерил, возможность не только чтить безусловные ценности, а и самому тоже обрести их внутри себя и понести в себе, в своей душе как своё неотъемлемое достояние, как свой собственный атрибут субъектности» [4, с. 326]. Свобода личности, всё ещё рассматриваемая на данном этапе индивидом в качестве терминальной ценности, способна привести личность лишь к сосредоточению на себе самой и в итоге – к полному одиночеству.

В данном случае, как представляется, можно говорить о том, что слишком высокий уровень ментальной свободы индивида, являющейся на данном этапе внешней по отношению к свободе духовной, тормозит развитие этой внутренней, духовной свободы. Духовная свобода личности, по нашему представлению, связана со способностью преодоления ментальной вседозволенности, преодоления собственного «эго», и лишь она способна вывести индивида на высший уровень свободы – свободы для служения обществу. Служение обществу предполагает выбор лишь тех идей и ценностей, тех моделей мышления, поведения и взаимоотношений, которые будут способствовать активной созидательной деятельности человека на благо других людей. Если уровень ментальной свободы предполагает ответственность человека лишь за себя, то уровень духовной свободы предполагает ответственность и за себя, и за других.

Возвращаясь к выделенным выше уровням свободы личности, в аспекте соотношения общего и индивидуального, а также в аспекте той цены, которую индивид готов платить за свою свободу, можно отметить следующее:

– Первый уровень свободы предполагает способность преодоления нижних уровней своего «эго» для успешной жизни в обществе. Во имя этой социальной свободы и социального успеха человек готов жертвовать своим своеволием. Внешние факторы свободы на этом уровне играют для человека достаточно большую роль.

– Второй уровень свободы предполагает способность преодоления своего социального «эго» для как можно более полной самореализации, удовлетворения своих высших потребностей. Во имя этой ментальной свободы человек готов жертвовать социальным успехом. Внешние факторы на этом уровне уже гораздо менее значимы для человека.

– Третий, высший уровень свободы предполагает способность преодоления своего ментального «эго» для осуществления социального служения. В имя этого человек готов жертвовать неограниченными возможностями своего интеллектуального развития, ограничивая его только тем, что необходимо ему для реализации своих целей служения. Внешние факторы свободы на этом уровне не играют уже практически никакой роли (вспомним пример с Виктором Франклом).

Отметим, что переход на более высокие уровни свободы в большинстве случаев связан с этапами взросления личности, хотя, безусловно, возможны и исключения. Представляется также, что если в одних случаях подъём на высший уровень свободы происходит последовательно, путём постепенного осознания необходимости преодоления в себе всех уровней своего «эго», то в других случаях может быть резкий, неожиданный и неосознанный подъём на высший уровень, толчком к которому становятся какие-то значительные, видимые или невидимые для внешнего мира события в жизни личности. Необходимо отметить и тот факт, что далеко не каждая личность оказывается способной в течение жизни подняться по всем указанным уровням, хотя подъём большинства граждан хотя бы на первый уровень свободы личности способен обеспечить в обществе определённый уровень стабильности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маркузе Г. Одномерный человек. М.: REFL-book, 1994.
2. Фромм Э. Бегство от свободы. М.: Флинта; МПСИ; Прогресс, 2006.
3. Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 46. Ч. 1.
4. Батищев Г. С. Введение в диалектику творчества. СПб., 1997.

*M. E. Kudryavtzeva*

#### *ON THE CORRELATION OF EXTERNAL AND INTERNAL CONDITIONS OF THE PERSONAL FREEDOM*

*The different levels of personal freedom is explored in the aspects of correlation of the external and internal conditions. Personal freedom as a value presented in the dialectical unity of terminal and instrumental aspects. The highest level of personal freedom asserts as an ability of social service.*

**Personal freedom, social integrating, mental development, social service, terminal value, instrumental value**



УДК 621(099)

*В. В. Косарев*

## **МАЛОИЗВЕСТНЫЕ СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ЛЭТИ. СТРАНИЦА ВОСЬМАЯ**

*Рассматриваются события, связанные с реорганизацией военной подготовки в гражданских вузах страны и на ФВО нашего учебного заведения, происходившие с 2000 г. по настоящее время.*

**Военное обучение, военно-морской флот, Министерство обороны, Министерство образования, факультет военного обучения СПбГЭТУ «ЛЭТИ», военная кафедра**

1 января 2000 г. страна вступила в новое тысячелетие.

В этом же году, почти одновременно, закончился срок службы как у начальника ФВО – канд. техн. наук, капитана 1 ранга Ю. А. Склярского, так и у его заместителя – капитана 1 ранга В. Н. Шубинского. Завершился и самый сложный период в жизни нашего подразделения.

Новым начальником факультета был назначен канд. техн. наук, доцент, капитан 1 ранга И. Л. Коршунов. Его заместителем стал капитан 1 ранга В. Г. Пушкин, учебную часть возглавил капитан 1 ранга М. А. Филиппов, затем капитан 2 ранга А. Ю. Лысенко. Такая серьезная подвижка в верхнем звене руководства факультета позволила осуществить движение по служебной лестнице ряда офицеров-преподавателей.

Начальником ВМК-1 (ракетной) стал капитан 1 ранга Ю. С. Глазов, ВМК-2 (радиотехнической) остался капитан 1 ранга В. В. Пластунов, ВМК-3 (гуманитарной и общей военно-морской подготовки) – канд. техн. наук, доцент, капитан 1 ранга С. Ч. Тюгай. Вместе с тем, в том же году Ю. С. Глазов был назначен старшим преподавателем Военно-морской академии Сирийской Арабской Республики и его должность начальника кафедры ФВО была «заморожена» на два года. Только в 2002 г. на нее назначили капитана 2 ранга Г. Н. Первушеву. Кроме того, в конце 2000 г. окончательно закончилась служба В. В. Пластунова в связи с достижением 50-летнего возраста. Но еще в 1995 г., будучи капитаном 2 ранга, он планировал свое увольнение в 45-летнем возрасте. Однако из-за отсутствия постоянной жилплощади уволить его не могли. Присвоив же В. В. Пластунову очередное воинское звание капитана 1 ранга, продлили его кадровую службу на 5 лет. Но и в 2000 г. он жилья не имел, а потому снова его уволить было невозможно. Так и продолжал он номинально оставаться начальником кафедры до мая 2007 г.

Начало рассматриваемого периода не предвещало никаких особых изменений в жизни ФВО. Учебный процесс в вузе осуществлялся в обычном режиме, учебные сборы на флоте проходили в береговых частях Кронштадта и Ломоносова.

В марте 2001 г. факультет подвергся комплексной проверке со стороны Управления кадров ВМФ. Бывшее Управление военно-морскими учебными заведениями было ликвидировано и стало одним из подразделений Управления кадров. Инспектирование осуществляли 32 офицера – представители ВМФ. Проверялись все направления служебной деятельности командования факультета и преподавателей. Итоговая оценка – хорошо. За успехи, достигнутые в ходе подготовки офицеров запаса в вузе, командование ВМФ сочло необходимым поощрить ряд преподавателей факультета.

Министром обороны РФ 28.03.2001 г. был назначен С. Б. Иванов – бывший выпускник военной кафедры ЛГУ. Годовщина пребывания С. Б. Иванова в новой должности стала поводом для его встречи с журналистами. В газете «Красная звезда» от 30.03.2002 г. была опубликована передовая статья, посвященная проблемам Российской армии и ее развития. Отдельным пунктом рассматривался вопрос о военном образовании. В нем отмечалось, что «сейчас большинство военных кафедр (ВК) в институтах и университетах не делают ничего для закладки основ военных знаний студентов, а только ведут теоретические занятия». По словам министра, получившие «якобы военное образование» на ВК лейтенанты запаса никому не нужны, хотя государство тратит на их содержание (в 229 вузах) большие средства. Поэтому новые кафедры создаваться не будут, а те, «которые работают вхолостую», будут закрыты.

В 2002 г. ФВО СПбГЭТУ «ЛЭТИ» посетил представитель Управления кадров Министерства обороны РФ генерал-майор Варфоломеев, ведающий подготовкой резерва для Вооруженных сил страны.

После беседы с начальником факультета и осмотра помещений Варфоломеев подошел к группе стоявших в коридоре офицеров факультета. Представился. Кратко рассказал о своей предыдущей и, пока еще не очень долгой, нынешней службе. Посетовал на то, что, вникнув в суть кадровых вопросов, понял необходимость расширения перечня специальностей, по которым ведется подготовка офицеров запаса в гражданских вузах (гуз). Наряду с этим, некоторые специальности, ввиду избытка кадров, необходимо сократить. Поделится своими впечатлениями о ВК страны, которые он посетил.

Этот человек произвел очень благоприятное впечатление. Чувствовалась его заинтересованность в дальнейшем совершенствовании системы подготовки офицеров запаса.

Продолжающееся реформирование Вооруженных сил страны коснулось и ВК. В конце 2002 г. должностные категории заместителей начальников кафедр по воинским званиям были понижены на одну ступень. В печати и на телевидении министр обороны продолжал заявлять о низком уровне подготовки студентов на ВК, приводил в пример своих сыновей, которые, якобы, ничего, кроме стрелкового оружия, на ВК не познали.

И в то же время на ФВО СПбГЭТУ «ЛЭТИ» поступила директива Министерства обороны, предусматривающая увеличение числа профилей подготовки с 6 до 11. Общее направление подготовки не изменилось, но число обучаемых уменьшилось примерно на 30 %. Численный состав преподавателей остался прежним. Директива устанавливала и срок перехода на новые профили – 2003/04 учебный год.

Вновь возникли проблемы, связанные с разработкой новых учебных программ, подбором преподавательских кадров, созданием специализированных кабинетов.

Получив от заинтересованных управлений ВМФ квалификационные требования к выпускникам ФВО и новое распределение часов, преподаватели факультета взялись за разра-

ботку программ по всем 11 профилям. Эта серьезная работа была осуществлена. Проведено согласование. На уровне Министерства обороны программы были утверждены и как руководящие документы возвращены на ФВО. Здесь осуществлялась разработка требуемых учебно-методических и сопутствующих материалов. Сразу возник вопрос: кто же будет проводить занятия по новым профилям подготовки?

Кадровые проблемы по-прежнему решались с большим трудом. Военные учебные заведения заметно снизили уровень подготовки кадровых офицеров. Нам же нужны были не только грамотные, но и опытные, прошедшие корабельную службу офицеры, – люди, обладающие хотя бы некоторыми педагогическими навыками. В решении этой проблемы исключительную активность проявил В. Г. Пушкин. Благодаря его настойчивости и широкому кругу флотских знакомств на факультете появились два преподавателя гуманитарных дисциплин, три – по ракетному оружию, три – по АСУ и вычислительной технике, четыре – по общей военно-морской подготовке, один – по радиотехническим средствам.

Появление новых профилей подготовки и ликвидация некоторых старых потребовали переоборудования имевшихся и создания новых учебных кабинетов. В соответствии с существующим положением каждый профиль военной подготовки должен быть обеспечен специальным помещением. И эту работу на свои плечи возложил В. Г. Пушкин. В соответствии с разработанным планом силами преподавателей и студентов была демонтирована учебная техника трех кабинетов. Если ранее эту технику можно было разобрать на отдельные узлы и использовать их как наглядные пособия или передать в другие заинтересованные организации, то теперь ее полным комплектом необходимо было сдать в так называемые довольствующие органы. С немалыми усилиями эта работа была выполнена.

Силами самих преподавателей были отремонтированы два учебных помещения. Ими же для наиболее многочисленной кафедры факультета (за счет небольшого служебного помещения) была создана и оборудована преподавательская. Два офицера – руководители факультета В. Г. Пушкин и А. Ю. Лысенко аналогичным образом преобразили кабинеты начальника ФВО, его заместителя и прилегающее помещение. Значительная работа была проведена преподавателем А. И. Пономаревым, который со студентами переместил очень тяжелую и крупногабаритную технику из одного кабинета в другой, находящийся на значительном расстоянии от первого.

Руководство университета обратило внимание на инициативу офицеров и выделило средства на ремонт других помещений силами вузовской бригады мастеров.

К сожалению, Министерство обороны, изменив профили подготовки, не предусмотрело поставку на факультет техники для оборудования учебных кабинетов. Было рекомендовано создавать такие наглядные пособия, которые способствовали бы более успешному восприятию изучаемого студентами материала. При этом предполагалось, что конкретное знакомство с техникой будет происходить во время учебного сбора студентов на флоте. И опять преподаватели взялись за разработку демонстрационных стендов. Хорошо хотя бы то, что на их изготовление вузом были выделены денежные средства.

Усилиями командования факультета удалось уплотнить 1-й отдел университета и получить еще одно помещение. Ремонтные работы продолжились.

Еще в конце 90-х годов в военных кругах начался разговор о возможности подготовки кадровых офицеров инженерных профилей в гражданских вузах. Командованию ФВО СПбГЭТУ «ЛЭТИ» даже было предложено рассмотреть этот вопрос, высказать свои пред-

ложения и подготовить соответствующие материалы. После неоднократного их обсуждения Министерство обороны сочло целесообразным начать такую подготовку в 2006 г. Вместе с тем, в 2003 г. в газете «Красная звезда» появилось сообщение о том, что в трех гражданских вузах Сибирского региона на армейских военных кафедрах такая подготовка уже ведется. Проходит она успешно. Положительные результаты такого эксперимента позволяли высказать предположение о возможности создания военно-учебных центров в тех вузах, в которых профили гражданской и военной подготовок полностью совпадают. Годом образования таких центров был назван 2008-й.

Летом 2003 г. в средствах массовой информации (СМИ) появляется сообщение о гибели генерал-майора Варфоломеева. Вертолет, в котором он находился с группой других генералов, был сбит над Чечней. Не стало человека, знающего свое дело и ратующего за него.

В 2003 г. капитан 1 ранга И. Л. Коршунов, достигший предельного возраста военной службы, был уволен в запас и некоторое время, проработав помощником проректора, ушел в другую сферу деятельности. Факультет возглавил капитан 1 ранга В. Г. Пушкин. Его заместителем стал капитан 1 ранга А. Ю. Лысенко, затем капитан 2 ранга А. Ю. Котков, начальником учебной части – канд. техн. наук, доцент, капитан 1 ранга С. И. Топталов.

Начальники кафедр: ВМК-1 – капитан 1 ранга Г. Н. Первушев, ВМК-2 – капитан 1 ранга В. В. Пластунов, ВМК-3 – капитан 1 ранга С. Г. Никифоров, затем капитан 2 ранга А. Н. Трофимов.

К этому моменту все уже было готово для перехода на новые профили подготовки, что и произошло в установленный срок.

Постоянное отслеживание публикуемых СМИ материалов о состоянии дел в российском высшем образовании позволяет заметить некоторую конфронтацию Министерства обороны и Министерства образования. Министерство образования постоянно проявляло заинтересованность в том, чтобы в большинстве государственных вузов страны были ВК, готовящие офицеров запаса. Министерство обороны, особенно в разгар перестройки, начало противиться этому. Первые хотели получить большее количество абитуриентов и тем самым повысить конкурс среди поступающих в вузы. Вторым требовалось большее количество призывников. Несмотря на реформирование вооруженных сил, сокращение их численного состава, все труднее становилось пополнять ряды новобранцев. Казалось бы, есть выход: отменить отсрочку военной службы для учащихся в вузах. Но с этим не соглашается Госдума. Тогда Министерство обороны настаивает на существенном сокращении числа ВК. Невольно возникает предположение, что именно в ответ на это Министерство образования заявляет о непризнании дипломов о высшем образовании выпускников военных училищ. Ведь до сих пор все было нормально. Выдвигаемые доводы: «училище» – это профессионально-техническое учебное заведение: техникум, колледж и т. п.; иначе говоря – среднее учебное заведение. Кроме того, программы подготовки военных специалистов изобилуют специфическими дисциплинами, направленными на формирование военной личности, что сокращает время, выделяемое на изучение фундаментальных наук. Срок же обучения такой же, как и в гражданском вузе. При такой постановке вопроса количество желающих учиться в военных учебных заведениях явно резко сократится.

Чтобы исправить создавшееся положение, военные училища направили своих представителей в однопрофильные гражданские вузы для корректировки и переработки своих программ подготовки курсантов. Так, в СПбГЭТУ «ЛЭТИ» такую работу проводили преподава-



тели многих технических кафедр ВВМУРЭ им. А. С. Попова. Когда требования Министерства образования были удовлетворены, военные училища переименовали в военные институты. Их дипломы стали правомочными.

Тем временем учебный процесс на ФВО продолжался. Как всегда он завершался учебным сбором студентов на флоте, выпускным экзаменом и присвоением офицерских званий. С 2004 г. учебные сборы вошли в прежнее русло. Они возобновились на Северном, Балтийском, Черноморском флотах и даже дополнились Каспийской флотилией. Студенты начали публиковать в газете «Электрик» оригинальные заметки о своих флотских впечатлениях.

Факультет ежегодно получал издательскую разрядку. Выделяемое количество печатных листов позволило значительно расширить перечень издаваемой учебной и методической литературы для студентов. Продолжались научно-технические конференции. Наряду с командирской подготовкой они расширяли кругозор офицеров. Ряд из них занимались разработкой научных проблем. Начальник ВМК-3 С. Г. Никифоров в 2004 г., а начальник ФВО В. Г. Пушкин в 2006 г., не прерывая служебную деятельность, защитили свои кандидатские диссертации.

ФВО отмечал 24.02.2005 г. свое 60-летие. К этой дате были подготовлены материалы для публикации в газете «Электрик». Одновременно начальник ФВО дал интервью сотруднице этой газеты. В нем говорилось, что факультету приходится сталкиваться с рядом проблем: одна из них – кадровая; другая – недостаток помещений для проведения занятий; третья – отсутствие современной компьютерной техники; четвертая – нерациональное использование офицеров-преподавателей в ходе общевузовских мероприятий. Буквально на следующий день после выхода газеты из печати ректор Д. В. Пузанков пригласил к себе двух проректоров, имеющих отношение к организации обучения на ФВО, и начальника факультета. На коротком совещании были даны необходимые распоряжения. Прошло совсем немного времени, как на ФВО начались серьезные подвижки в ремонтных работах: был оборудован класс компьютерной техники; в трех помещениях появилась новая мебель. Факультет пополнился техническими средствами обучения. Все три кафедры получили современные компьютеры.

В день 60-летия в актовом зале вуза состоялось торжественное собрание: выступили ректор Д. В. Пузанков, председатель Комитета по науке и высшей школе Администрации Санкт-Петербурга А. Д. Викторов, представители родственных факультетов вузов города, деканы факультетов нашего университета. Прозвучало музыкальное поздравление студентов и сотрудников вуза. Мартовские «Вести ЛЭТИ» отметили, что «замечательный праздник завершился очень красиво – звучала песня «Офицеры» в исполнении лауреата Всемирного фестиваля молодежи и студентов Михаила Булатова. На сцену вышли все офицеры ФВО. Зал встал, отдавая дань традициям, чести, доблести».

Однако не успели еще затихнуть отзвуки торжества, как для военных кафедр гузов начались смутные времена.

В конце апреля 2005 г. Управление кадров ВМФ передает ФВО нашего региона распоряжение о необходимости доукомплектования кафедр преподавательским составом. В газете «Метро» 14.06.2005 г. появляется сообщение о реформе военной подготовки в вузах.

В соответствии с этой реформой «из имеющихся 229 ВК к 2010 г. должно остаться 30, а число обучаемых на них студентов сократится со 170 000 до 10 000–12 000. Уже с сентября 2005 г. Министерство обороны перестанет делать заказ на подготовку офицеров на 199 ВК

страны. ВК останутся только в вузах, которые готовят специалистов, нужных министерству: финансистов, инженеров, юристов. Кроме того, вузы будут отбирать по принципу качества обучения студентов: кафедры оставят только тем, кто уже много лет имеет прочную репутацию достойного учебного заведения. Поэтому основная часть кафедр будет отдана московским и петербургским вузам». В тот же день в СПбГЭТУ «ЛЭТИ» из Управления кадров ВМФ поступила телефонограмма, требующая прекратить набор студентов на ФВО, начиная с 2005/06 учебного года. Поскольку такая работа осуществляется заблаговременно, то набор на ФВО уже был произведен. Об этом ректорат немедленно сообщил московскому руководству. Последовал ответ: в таком случае указанное распоряжение выполнять с 2006/07 учебного года.

Вновь 27.07.2005 г. газета «Метро» возвращается к вопросу о ВК гражданских вузов. Со ссылкой на Министерство обороны сообщает, что в число тридцати вошло 9 московских, 5 петербургских и 16 вузов из других регионов. Согласно планам Министерства обороны студенты будут заключать контракт на 3–5 лет обязательной офицерской службы по окончании вуза. Те же, кто не станет обучаться на ВК, будут служить рядовыми и сержантами. В приведенном списке из пяти петербургских вузов СПбГЭТУ «ЛЭТИ» отсутствовал.

В августе 2005 г., все в том же источнике, Интерфакс сообщал, что к 2010 г. в Министерстве обороны останется 61 высшее учебное заведение (из 78): среди них 15 академий, 3 университета и 43 военных института. Часть военных специалистов предполагается готовить на базе гражданских вузов.

На традиционном собрании профессорско-преподавательского состава 30.08.2005 г., к большому удивлению и сожалению всех офицеров ФВО, ректор Д. В. Пузанков сообщил, что вузу, по-видимому, придется расстаться с военной подготовкой студентов, так как мы к этому не готовы. Очевидно, он имел в виду подготовку кадровых офицеров.

Газета «Метро» 28.03.2006 г. опубликовала окончательный список петербургских вузов, в которых будут сохранены ВК: СПбГУ, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», СПбУ информационных технологий, механики и оптики, СПб горный институт, СПб политехнический университет. ВК будут готовить офицеров запаса, которые в соответствии с заключенными контрактами и необходимостью могут быть призваны на военную службу. Наряду с этим были названы и петербургские вузы, в которых откроются военно-учебные центры: БТУ «Военмех», Гидрометеорологический университет, СПб морской технический университет, СПбУ телекоммуникаций. В них будут готовить кадровых офицеров, которые в соответствии с контрактами должны в обязательном порядке прослужить в вооруженных силах минимум три года. Чуть позднее министр обороны заявил, что «выбор вузов был сделан с учетом их престижа, уровня подготовки специалистов и максимального совпадения профилей гражданской и военной подготовок». При этом было добавлено, что «больше никаких изменений в перечнях вузов происходить не будет».

Не прошло и двух месяцев, как министр обороны заявил о том, что его министерству ВК в вузах вовсе не нужны. Иначе говоря, резерв командных кадров стране больше не требуется. Госдума с этим не согласилась. В подтверждение тому – появление в начале сентября 2006 г. информации в Интернете о том, что 14.06.2006 г. Госдумой РФ принят, а 23.06.2006 г. Советом федерации одобрен и Президентом РФ уже подписан Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ по вопросам обороны и военной службы». Суть этого закона заключается в том, что с 01.01.2007 г. военная служба

кадровых офицеров – преподавателей на оставшихся ВК гузов приостанавливается. Дальнейшая же военная подготовка студентов должна осуществляться офицерами запаса и в отставке – гражданскими лицами. И это сообщение – в самом начале нового 2006/07 учебного года. Нетрудно представить себе состояние офицеров, которые должны были за короткий промежуток времени сделать выбор относительно своей дальнейшей военной службы. Вместе с тем, никаких официальных документов, подтверждающих интернетовскую версию, получено не было. Устные обращения к вышестоящим начальникам с просьбой прокомментировать сообщение оставались без вразумительных ответов.

Три месяца офицеры находились в неведении. И только 30.11.2006 г. на ФВО поступило Сообщение Управления делами Министерства обороны РФ от 25.07.2006 г. за № 11, подписанное начальником этого управления генерал-лейтенантом Д. Чуркиным. В сообщении указывалась дата принятия – 03.07.2006 г. и № 96-ФЗ вышеназванного Федерального закона, установлен срок вступления его в действие: для военных кафедр 01.01.2008 г., для других структур (в гражданских ведомствах) – 01.01.2007 г. Очень удачно заметили офицеры ФВО: «Нашу агонию продлили еще на один год».

В сообщении разъяснялось понятие «приостановление военной службы». Оно предусматривает:

- приостановление действия условий ранее заключенного с Министерством обороны контракта;
- прекращение выплаты денежного содержания офицерам;
- приостановку роста выслуги лет военнослужащим;
- прекращение присвоения очередных воинских званий;
- прекращение выдачи проездных документов для поездок к месту проведения ежегодных отпусков.

В этом документе также отмечалось, что «студенты федеральных государственных образовательных учреждений высшего профессионального образования, проходящие очное обучение:

- годные по состоянию здоровья; отвечающие профессионально-психологическим требованиям к конкретным военно-учетным специальностям;
- прошедшие конкурсный отбор,

вправе заключать с Министерством обороны РФ договор об обучении по программам военной подготовки офицеров запаса на военных кафедрах при этих образовательных учреждениях. Гражданину, успешно завершившему обучение на военной кафедре, при зачислении в запас присваивается воинское звание офицера».

В рассматриваемом документе ведется речь и о военно-учебных центрах (УВЦ). В гузах, где предусмотрены такие подразделения, обучаемые вправе заключать с Министерством обороны РФ договор о прохождении в них военной подготовки и дальнейшей обязательной военной службе по контракту. Минимальный срок службы – 3 года. После успешного окончания УВЦ выпускник подписывает контракт и ему присваивается звание офицера. За недисциплинированность, неуспеваемость и отказ подписать контракт обучаемые отчисляются из УВЦ и возмещают затраченные на них средства. Размер возмещения оговаривается заранее. Отчисленные после окончания своего учебного заведения призываются на военную службу рядовыми на общих основаниях.

Наступил 2007 г. Документов, определяющих порядок реализации «Закона», не появилось. По этой причине одна часть преподавателей ФВО начали самостоятельно подыскивать себе новые места военной службы, другая часть, у которой срок службы приближался к завершению, подумывали об увольнении в запас по организационно-штатным мероприятиям, третья – об увольнении в запас и продолжении работы на ФВО в качестве гражданских преподавателей.

Между тем, в ранее составленных Министерством обороны планах апрель 2007 г. являлся периодом очередного инспектирования нашего факультета. Позднее была установлена конкретная дата – 16 апреля. Началась подготовка.

19 января 2007 г. СПбГЭТУ «ЛЭТИ» посетил начальник одного из подразделений Главного управления кадров Министерства обороны генерал-лейтенант А. П. Павловский. Он встретился с ректором Д. В. Пузанковым, ознакомился с университетом, с перспективами его развития. Выразил большое удовлетворение по поводу того, что в вузе будет продолжаться подготовка офицеров запаса. Однако своего обещания встретиться и побеседовать с преподавателями ФВО не выполнил. Вопросов же к нему было подготовлено множество. И снова офицеры-преподаватели остались в полном неведении о своем будущем.

22 февраля 2007 г. факультет посетил ректор Дмитрий Викторович Пузанков. Он поздравил нас с праздником, упомянул о встрече с генералом, выразил сожаление по поводу «огражданивания» факультета. Пообещал увольняющимся в запас и остающимся на ФВО офицерам, по мере возможности, решить финансовые проблемы, ибо понимает, что при существующих условиях вряд ли кто-либо здесь останется.

Вместе с тем, представители военного ведомства, с которыми периодически общался начальник нашего факультета В. Г. Пушин, трактовали будущую деятельность ФВО следующим образом:

- Министерство обороны будет выдавать вузу заказ на подготовку требуемого числа офицеров запаса по соответствующим профилям;
- сопровождать заказ программами подготовки;
- организовывать и руководить учебными сборами студентов на флоте силами районных военкоматов;
- оформлять документы на присвоение офицерских званий выпускникам ФВО работниками тех же военкоматов;
- круглосуточная охрана помещений факультета будет возложена на учебное заведение;
- контроль за деятельностью ФВО будет осуществляться совместно Министерствами образования и обороны.

Отсюда следовало, что гражданские руководители и преподаватели ФВО должны будут организовывать и осуществлять учебно-воспитательный процесс так, как это предусмотрено в вузе.

Тем временем учебный процесс на факультете продолжался.

В начале весеннего семестра неожиданно-негаданно на факультет прибыла ремонтная бригада с просьбой как можно скорее освободить еще два учебных помещения и второй коридор, чтобы развернуть работы. По плану руководства вуза ремонт должен был завершиться к 16 апреля – моменту прибытия запланированной инспекции. Работы были выполнены в установленный срок.

Следовало задуматься и о продолжении учебного процесса в новом 2007/08 учебном году. Начальник ФВО В. Г. Пушин направился в Москву за «портфелем заказов». В Управлении кадров смогли лишь высказать предположение, что в СПбГЭТУ «ЛЭТИ» будут оставлены только традиционные профили подготовки. Среди них радиотехнические: радиолокационный, гидроакустический, боевых информационных управляющих систем, а также ракетного оружия (4 вместо 11). Возможно дополнение – связной профиль, но армейский. На том и остановились.

Время шло. Новый учебный год неумолимо приближался. Ни программ подготовки, ни официальных документов, подтверждающих переход на новые профили, нет. Как быть? Отвечают: ничего не изменять, работать по старым программам, профили подготовки оставить прежние.

На ФВО 5 апреля 2007 г. случайно попадает проект нового Положения о ВК вузов. В нем повторяется все то, что было отражено ранее в Положении о ВК для кадровых офицеров. Узнав об этом, даже те офицеры, которые планировали после увольнения в запас остаться на ФВО, решили покинуть вуз.

Подшло 16 апреля. На ФВО были готовы к инспекции. Однако ни в этот день, ни позднее инспектирующие не появились.

Новый 2007/08 год начали в условиях сокращения численного состава преподавателей. В течение летнего периода три офицера перешли на новые места службы, четыре уволились в запас, еще один завершал подготовку к увольнению. Командование факультета было вынуждено срочно заполнять освободившиеся штатные единицы офицерами запаса (в том числе и почасовиками). К декабрю 2007 г. осталось лишь 10 кадровых офицеров (из 24). Никакой определенности в их судьбе не появилось. Представители Министерства обороны неоднократно высказывали предположение о том, что необходимые документы вскоре появятся. Принимая это во внимание, зимние экзамены провели в конце декабря, а не в январе, как обычно. Однако и 1 января 2008 г. обстановка не изменилась. Вместе с тем, финансирование военной подготовки прекратилось. В таких условиях еще пять офицеров стали готовиться к увольнению из вооруженных сил.

В феврале, неожиданно для всех, финансирование ФВО было возобновлено. Весенний семестр начался своевременно и благополучно.

Только 12.03.2008 г. в «Российской газете» появилось Распоряжение Правительства РФ от 06.03.2008 г. за № 275-р «Об учебных военных центрах, факультетах военного обучения и военных кафедрах при федеральных государственных учреждениях высшего профессионального образования», подписанное В. Зубковым. В нем названо 37 вузов, в которых создаются учебные военные центры, перечисляются 18 вузов с ФВО и 52 с ВК. Кроме того, представлен перечень 163 закрываемых ФВО и ВК. В СПбГЭТУ «ЛЭТИ» ФВО заменяется на ВК.

Через несколько дней публикуется Постановление Правительства РФ от 06.03.2008 г. за № 152, подписанное В. Зубковым, «Об обучении граждан РФ по программе военной подготовки в федеральных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования», которым утверждается прилагаемое «Положение о ВК».

В Положении разъясняется, что ФВО образуется в вузе только в том случае, когда в нем проводится подготовка офицеров запаса по различным военным профилям, а ВК – по специальностям одного профиля. Количество обучаемых определяется заказом Министерства обороны. Перечень должностей обучающихся должен включать в себя: начальника кафедры, его заместите-

лей, начальников циклов, профессоров, доцентов, старших преподавателей и преподавателей. На некоторые из них Министерством обороны могут быть назначены военнослужащие – кадровые офицеры. На все остальные – офицеры запаса, назначаемые ректором вуза по согласованию с Министерством обороны.

В Положении произведено разграничение функций Министерства обороны, Министерства образования и ректора вуза, осуществляемых при подготовке офицеров запаса. Установлен порядок отбора студентов на ВК, порядок финансирования, материально-технического обеспечения и др.

В тексте Положения периодически фигурируют слова о том, что порядок выполнения того или иного пункта определяется соответствующими документами, совместно разрабатываемыми Министерствами обороны и образования. А поскольку таких документов в настоящее время нет, то и руководствоваться Положением в полной мере весьма затруднительно.

В качестве приложения к Положению дается форма индивидуального «Договора студента об обучении на ВК».

В конце марта 2008 г. из Министерства обороны на ФВО поступило сообщение о том, что 17 апреля планируется инспекторская проверка факультета. Она состоялась 25 апреля. Результаты были положительными.

Через несколько дней на имя ректора СПбГЭТУ «ЛЭТИ» поступила просьба заместителя Главнокомандующего ВМФ об организации отбора студентов для обучения на ВМК. В связи с этим должна быть назначена внутренняя отборочная комиссия, которую возглавит представитель Министерства обороны.

Прилагался образец протокола результатов конкурсного отбора студентов по следующим параметрам:

- результаты медицинского освидетельствования;
  - результаты проверки уровня физической подготовленности (сила, скорость, выносливость);
  - средний балл по зачетным книжкам;
  - результаты профессионально-психологического отбора (по четырем категориям).
- К письму прилагался перечень профилей подготовки и количество обучаемых:
- радиотехнические средства – 48 человек (ФРТ);
  - гидроакустические средства – 48 человек (ФЭЛ и ФПБЭИ);
  - боевые информационные управляющие системы – 48 человек (ФКТИ);
  - ракетное оружие – 48 человек (ФЭА).

Учитывая многолетний опыт набора студентов на ФВО, заблаговременно была проведена необходимая организационная работа и медицинское обследование желающих заниматься на ВМК.

Издается 11.06.2008 г. приказ ректора СПбГЭТУ «ЛЭТИ» за № 1112 о назначении отборочной комиссии. В ее состав вошли: проректор Ю. А. Склярский, начальник ФВО В. Г. Пушин, заместители деканов факультетов. Председатель комиссии – заместитель начальника отделения военного образования Ленинградской Военно-морской базы подполковник А. И. Сова. Срок представления списка студентов, отобранных для обучения на ВМК, – 17.09.2008 г.

В июле и августе силами кадровых офицеров факультета были проведены учебные сборы студентов 5-го курса на флоте.

В конце августа на ФВО поступило указание о необходимости разработки к 01.09.2008 г. программ по четырем установленным профилям подготовки. С этой же даты по ним было указано начать обучение студентов 3-го курса.

Наступило 1 сентября 2008 г. Начальник ФВО В. Г. Пушин собрал весь преподавательский состав и объявил, что кадровые офицеры (капитаны 1 ранга А. Ю. Котков, С. И. Топталов, А. Н. Трофимов, С. И. Мельников, капитаны 2 ранга С. А. Головатов, И. И. Орлов, А. В. Мукин, капитан 3 ранга А. А. Луговой) от проведения занятий освобождаются. Все они должны пройти медкомиссию для увольнения в запас или перевода на новое место службы. Открытым оставался вопрос о руководстве подразделением: официально факультет еще не ликвидирован, начальник военной кафедры не назначен. Кто будет проводить занятия – неизвестно. По согласованию с руководством вуза было принято решение начать занятия на ФВО в понедельник 29.09.2008 г.

С момента выхода постановления правительства о преобразовании ФВО в кафедру в вузе велся поиск кандидата на должность начальника ВМК. Начальник факультета В. Г. Пушин отказался от этой должности по причине того, что ему предложили возглавить военный учебный центр в «Военмехе».

Первым претендентом на должность начальника ВМК СПбГЭТУ «ЛЭТИ» стал бывший начальник одной из кафедр ВМИРЭ им. А. С. Попова д-р. техн. наук, профессор, капитан 1 ранга запаса Г. В. Лямов. Детально, в течение нескольких месяцев, ознакомившись с самой кафедрой и предстоящей деятельностью, он отказался.

Вторым претендентом стал начальник закрывающегося ФВО Санкт-Петербургской государственной морской академии им. адмирала С. О. Макарова д-р. техн. наук, профессор, капитан 1 ранга С. И. Биденко. Он рассчитывал на то, что ему будет продлена военная служба. Однако реформирование вооруженных сил страны скорректировало его планы. Ему было предложено сначала уволиться в запас и после этого возглавить ВК. На это он согласился. Вместе с тем, завершение всех дел в академии, сдача военного имущества и техники возлагались на него самого.

С 1 сентября 2008 г. кадровые офицеры ФВО прекратили преподавательскую деятельность. У всех преподавателей – офицеров запаса 31 августа закончились трудовые договоры. В течение нескольких дней ректоратом было принято решение о заключении с последними (девять человек) новых договоров на весь учебный год по предыдущим должностям.

К 12 сентября силами покидающих ФВО офицеров требуемые программы были разработаны, отпечатаны и подготовлены к отправке на утверждение. В этот же день поступило сообщение о том, что форма макета программ изменена, их содержание предполагает существенную терминологическую корректировку. Еще несколько дней работы – и программы были высланы в адрес московского руководства.

В процессе работы отборочной комиссии было установлено, что профессионально-психологическая составляющая отбора должна осуществляться районными военкоматами. С начала сентября студенты были направлены именно туда. В большинстве военкоматов психологи оказались в отпуске и возвращались только в начале октября. Поэтому формирование списков закончилось 10 октября.

Если на 4-м и 5-м курсах занятия, как и планировалось, начались 29 сентября, то на 3-м – лишь 13 октября. К этой дате программы утверждены не были, новое штатное расписание от-

существовало. Весь 3-й курс (192 студента) взяли два «полных» преподавателя, 4-й и 5-й курсы (398 студентов) – семь «полуставочников».

В сложившейся обстановке В. Г. Пушкин предложил ректору завершить занятия на ФВО в осеннем семестре 20 декабря 2008 г. и провести экзамен с 22 по 29 декабря. Ректор согласился.

Только в последних числах декабря появилось штатное расписание ВМК. В нем было предусмотрено 13 должностей профессорско-преподавательского состава (ППС) и столько же – учебно-вспомогательного персонала. В этом документе указано, что на должности ППС могут назначаться только офицеры запаса, но не офицеры в отставке, т. е. до 60 лет. Их военно-учетные специализации обязательно должны совпадать с профилями подготовки студентов. В течение двух месяцев кандидаты на должности ППС должны быть представлены в Министерство обороны на согласование. Только после этого они могут быть назначены ректором вуза.

Накануне нового года ректор издал приказ о закрытии ФВО 31.12.2008 г. и начале функционирования в вузе с 01.01.2009 г. военно-морской кафедры.

После новогодних праздников – 12.01.2009 г. уже бывший начальник ФВО капитан 1 ранга В. Г. Пушкин вручил кадровым офицерам предписания для перехода их в распоряжение командира Ленинградской военно-морской базы. В этот же день проректор Ю. А. Склярский поручил капитану 1 ранга С. И. Биденко начать подбор кандидатов на должности преподавателей и сотрудников ВМК.

В рассматриваемый период учебный процесс на ФВО обеспечивался группой сотрудников, включавшей в себя: капитана 2 ранга В. М. Воробьева, офицера в отставке Н. С. Сенчугова и незаменимых женщин О. А. Антонову, Т. В. Коровушкину, М. М. Куприянову, М. М. Чугаеву, Н. Г. Маркову.

Командование ВМФ и руководство СПбГЭТУ «ЛЭТИ» отметили успешную работу ФВО. Капитан 1 ранга Ю. Л. Коршунов в 2003 г. был награжден орденом «Почета», капитану 1 ранга В. В. Косареву в 2000 г. было присвоено звание «Почетный работник высшего профессионального образования РФ», а в 2002 г. – «Заслуженный работник высшей школы РФ». В 2003–2004 гг. капитаны 1 ранга В. Г. Пушкин, А. Ю. Лысенко, С. И. Топталов, С. Г. Никифоров, Г. Н. Первушев, А. Н. Трофимов, капитаны 2 ранга В. В. Капустин, В. В. Евстигнеев, А. Н. Пономарев были награждены медалями «За воинскую доблесть 2 степени».

Так закончился последний 9-летний период подготовки офицеров запаса кадровыми офицерами ВМФ в СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

*V. V. Kosarev*

*LITTLE-KNOWN PAGES OF LETI HISTORY. PAGE 8*

*Considered actions connected with reorganization of military education in the state institutions of higher education and on the faculty of military education of our university, since year 2000 up to now.*

**Military education, navy, ministry of defense, ministry of education, faculty of military education of SPSEU «ЛЭТИ», chair of military education**



## Сведения об авторах

*Абакумова Кристина Александровна*

Магистрант ФПБЭИ СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: +7(951)657-87-93. E-mail: kriss\_777@mail.ru.

*Аль Муджагед Исмаил Исхак*

Аспирант кафедры биомедицинской электроники и охраны среды СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: +7(904)-557-15-71. E-mail: ismailru@mail.ru.

*Анисимов Сергей Андреевич*

Инженер кафедры лазерных измерительных и навигационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», аспирант.

Тел.: +7(951)653-49-76. E-mail: pilamaster@gmail.com.

*Белов Михаил Петрович*

Доцент кафедры робототехники и автоматизации производственных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел.: (812)346-12-48. E-mail: milesa58@mail.ru.

*Боронахин Александр Михайлович*

Доцент кафедры лазерных измерительных и навигационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел.: (812)234-08-14. E-mail: AMBoronahin@mail.eltech.ru.

*Бурнашев Михаил Николаевич*

Старший преподаватель кафедры лазерных измерительных и навигационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: (812)234-08-14.

*Захаров Игорь Сергеевич*

Доцент кафедры инженерной защиты окружающей среды СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел.: (812)234-90-71. E-mail: Sergeich188@gmail.com.

*Иванов Павел Алексеевич*

Аспирант кафедры лазерных измерительных и навигационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: +7(962)698-92-78. E-mail: ivanov\_etu@mail.ru.

*Козлова Людмила Петровна*

Доцент кафедры робототехники и автоматизации производственных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел.: (812)346-12-48. E-mail: tigrenok59@mail.ru.

*Козлова Ольга Александровна*

Аспирант кафедры процессов управления и информационных систем Северо-Западного технического университета.

E-mail: K\_Olga\_A@mail.ru.

*Коновалов Сергей Ильич*

Доцент кафедры электроакустики и ультразвуковой техники СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

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

*Косарев Валерий Вячеславович*

Доцент военно-морской кафедры СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: (812)346-48-36.

*Кудрявцева Мария Евгеньевна*

Доцент кафедры связей с общественностью СПбГЭТУ «ЛЭТИ», д-р пед. наук.

Тел.: (812)234-47-40. E-mail: mashutka331@yandex.ru.

*Кузнецов Игорь Ростиславович*

Доцент кафедры радиоэлектронных средств СПбГЭТУ «ЛЭТИ», канд. техн. наук.

Тел.: (812)234-46-81. E-mail: i\_r\_kuznetsov@mail.ru.

*Кузьменко Андрей Григорьевич*

Доцент кафедры электроакустики и ультразвуковой техники СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

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

*Овчинникова Екатерина Александровна*

Ведущий инженер ОАО «ВНИИРА», аспирант кафедры корабельных систем управления СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: +7(911)761-52-11. E-mail: katto@list.ru.

*Олейник Людмила Николаевна*

Инженер кафедры лазерных измерительных и навигационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», аспирант.

Тел.: +7(921)976-03-79. E-mail: o\_ln@rambler.ru.

*Саидмурадова Елизавета Владимировна*

Студентка (бакалавр) кафедры инженерной защиты окружающей среды СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: (812)544-20-37. E-mail: slg6@yandex.ru.

*Сидоров Александр Иванович*

Профессор кафедры оптоинформационных технологий и материалов СПбГУИТМО, д-р физ.-мат. наук, ст. науч. сотр.

Тел.: (812)446-81-00. E-mail: aisidorov@newmail.ru.

*Скорородов Дмитрий Алексеевич*

Главный научный сотрудник ИПТ им. Н. С. Соломенко РАН, профессор СПбГЭТУ «ЛЭТИ», д-р техн. наук.

Тел.: +7(921)884-17-16. E-mail: skorohodda@mail.ru.

*Суров Илья Леонидович*

Студент кафедры лазерных измерительных и навигационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: +7(911)266-44-89. E-mail: surovfam@mail.ru.

*Ткаченко Анна Николаевна*

Инженер кафедры лазерных измерительных и навигационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», аспирант.

Тел.: +7(905)219-09-70. E-mail: tkachenko\_nv@mail.ru.

*Филатов Юрий Владимирович*

Заведующий кафедрой лазерных измерительных и навигационных систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», профессор, д-р техн. наук.

Тел.: 234-08-14. E-mail: YVFilatov@mail.eltech.ru.

*Цирухин Андрей Александрович*

Аспирант кафедры квантовых электронных приборов СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

Тел.: +7(905)201-46-27. E-mail: andy-atlant@mail.ru.

## 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 абзацным 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](mailto:Izvestiya-leti@yandex.ru)