

6' 2008

Известия
СПбГЭТУ "ЛЭТИ"

Ежемесячный журнал



Содержание

Редакционная коллегия:

Пузанков Д. В.
(председатель)
Афанасьев В. П.
(заместитель председателя)
Кутузов В. М.
(заместитель председателя)
Мейев В. А.
(ответственный секретарь)
Мальшев 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 информационные
технологии")
Попечителей Е. П.
("Биотехнические системы
в медицине и экологии")
Степанов С. А.
("Экономика и менеджмент")
Маркова О. Ю.
("Гуманитарные науки")
Вендик О. Г.
("История науки,
образования и техники")
Лысенко Н. В.
("Современные технологии
в образовании")

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

Нгуен Ван Нам, Аникин А. П., Кутузов В. М. Обнаружение
низковысотных точечных объектов в условиях переотражений
с морской поверхностью методом анализа собственных чисел
матрицы данных 3

Лавренко А. Е., Лавренко Б. Е., Мальшев В. Н. Эффективность
блочного помехоустойчивого кодирования в беспроводной системе
передачи данных 10

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА И ЭЛЕКТРОНИКА

Грачева И. Е., Мошников В. А., Осипов Ю. В. Анализ процессов
на поверхности газочувствительных наноструктур методом
спектроскопии полной проводимости 19

Белявский П. Ю., Никитин А. А., Карманенко С. Ф., Семенов А. А.
Слоистый феррит-сегнетоэлектрический резонатор с электрическим
и магнитным управлением 24

ИНФОРМАТИКА, УПРАВЛЕНИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Новакова Н. Е., Мотасем А., Мотасем В. Подсистема поддержки
принятия решения для выбора оптимальной конфигурации САПР 29

Каплун Д. И. Цифровые фильтры в конечных полях 33

ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ

Дрецинский В. А., Марков М. А. Особенности продвижения
инноваций в сфере информационных технологий 43

Гаврилова Т. О., Гаврилов С. Е. Особенности внедрения
корпоративных информационных систем 49

* * *

197376, Санкт-Петербург,
ул. Проф. Попова, 5
СПбГЭТУ "ЛЭТИ"
тел.: 346-28-57

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

- Воробьева А. В.* Идеальная модель семьи и ее влияние на трансформацию архитектурной формы конца XVII – начала XX вв. (на примере Вятского региона) 55
- Склярова А. М.* Нравственный потенциал системы дополнительного образования в России 67

ИСТОРИЯ НАУКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И ТЕХНИКИ

- Феклова Т. Ю.* К истории академических экспедиций первой половины XIX века 77
- Гецова Н. С., Северинова В. П.* Реставрация надгробного памятника директору Электротехнического института Николаю Григорьевичу Писаревскому 83

Учредитель:

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

Свидетельство о регистрации

ПИН № ФС2-8390
от 04.12.2006 г. выдано
Управлением Федеральной службы по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия по Северо-Западному федеральному округу

* * *

Редакторы:

*Э. К. Долгатов, Н. В. Лукина,
Н. В. Рощина, И. Г. Скачек*

Комп. верстка:

*Е. Н. Паздниковой,
А. В. Зангиевой, М. В. Новиковой*

Подписано в печать 08.09.08 г.

Формат 60 × 84 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура "Times New Roman".

Печ. л. 11,0.

Тираж 300 экз. Заказ 37.

Издательство СПбГЭТУ "ЛЭТИ"

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

Уважаемые авторы!

При подготовке материалов к изданию пользуйтесь требованиями, предъявляемыми к оригиналам работ, публикуемых в Издательстве СПбГЭТУ "ЛЭТИ".

С требованиями вы можете ознакомиться в Издательстве СПбГЭТУ "ЛЭТИ", а также на сайте www.eltech.ru/information/publishers/index.htm файл Требования НТЛ.doc

Издание входит в перечень изданий ВАК России

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

Подписка производится в любом почтовом отделении России



УДК 621.396.62

Нгуен Ван Нам, А. П. Аникин, В. М. Кутузов

ОБНАРУЖЕНИЕ НИЗКОВЫСОТНЫХ ТОЧЕЧНЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕОТРАЖЕНИЙ С МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ МЕТОДОМ АНАЛИЗА СОБСТВЕННЫХ ЧИСЕЛ МАТРИЦЫ ДАННЫХ

Рассматриваются пороговые статистики, основанные на анализе собственных чисел матрицы данных, и выводятся основные расчетные соотношения, позволяющие применять их в задачах обнаружения сигналов в эквидистантных антенных решетках на фоне переотражений от взволнованной морской поверхности.

MUSIC, антипод, подстилающая поверхность, статистическое разрешение, антенная решетка

При низком расположении лоцируемых объектов над морской хорошо проводящей поверхностью переотраженный от нее сигнал воспринимается радиолокатором как ложная цель (антипод). Возникающая при этом интерференция прямого и переотраженного морем сигналов приводит к ухудшению обнаружения низковысотных объектов и затрудняет их траекторное сопровождение. В статье рассматриваются 2 характерных случая гладкой (рис. 1) и взволнованной (рис. 2) морской поверхности, для которых механизм формирования антиподных сигналов существенно отличается и описан в работе [1].

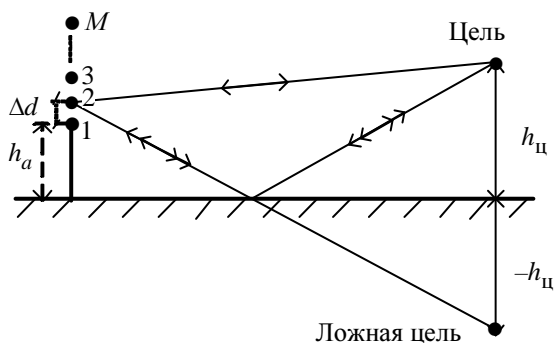


Рис. 1

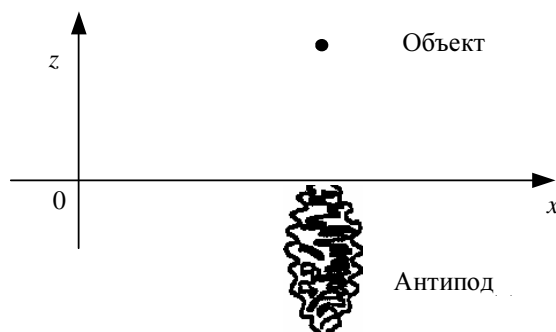


Рис. 2

Рассмотрим радиолокатор с антенной решеткой, формирующей диаграмму направленности (ДН) в угломестной плоскости (рис. 1). Если сигналы от объекта и его антипода оказываются в пределах главного луча ДН, мощность суммарного сигнала может существенно уменьшиться при противофазном суммировании, что обычно характерно для низковысотных объектов. Для ослабления или полного устранения этого негативного эффекта необходимо обеспечить раздельное наблюдение (разрешение по углу места) прямого и переотраженного сигналов. Задачу разделения прямого и переотраженного морской поверхностью сигналов будем рассматривать как задачу оценивания спектра пространственных частот в угломестной плоскости [1]. Традиционная схема диаграммоформирования в эквидистантных антенных решетках эквивалентна пространственному преобразованию Фурье (ПФ). В случае, когда число антенных элементов M ограничено, качество спектральных оценок, получаемых с помощью ПФ, не позволяет эффективно выделять полезный сигнал на фоне отражений от морской поверхности. Это заставляет обращаться к альтернативным методам спектрального оценивания с высоким разрешением, которые позволяют решать указанные задачи при ограниченных значениях M . К числу таких методов относится большая группа модельно-параметрических методов, среди которых наивысшим рэлеевским разрешением обладает метод анализа собственных значений матрицы данных [2]. Возможность его использования в различных радиолокационных приложениях отмечена в работах [3], [4]. При бесконечно большом отношении сигнал/шум он позволяет решать бесконечно близко расположенные друг относительно друга точечные объекты и способен полностью устранять влияние боковых лепестков, свойственных ПФ.

Ключевой операцией в методах анализа собственных значений является разделение информации, содержащейся в матрице данных, на 2 векторных подпространства – подпространство сигнала и подпространство шума. В указанных подпространствах можно определять различные функции от векторов сигнала и шума для получения спектральных оценок с высоким разрешением. К классу методов оценивания, основанных на анализе собственных значений корреляционных матриц, принадлежат алгоритмы гармонического разложения Писаренко (ГРП) и классификации множества сигналов (MUSIC – multiple signal classification) [2].

Возьмем свободную от шума последовательность комплексных данных $X[m]$, снятых с M -элементной антенной решеткой. Составим матрицу сигнала \mathbf{T} по следующим правилам:

$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} X[N] & X[N-1] & \dots & X[0] \\ X[N+1] & X[N] & \dots & X[1] \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X[M-1] & X[M-2] & \dots & X[M-N-1] \end{pmatrix},$$

где N характеризует фактический размер матрицы данных (см. далее), а M – число входных данных. Матрица $\mathbf{T}^H \mathbf{T}$, где символ H означает операцию сопряжения по Эрмиту, называется ковариационной матрицей, имеет размер $N \times N$ и является, фактически, оценкой корреляционной матрицы сигнала, полученной по конечному числу входных данных M . Она имеет N собственных значений $\lambda_i, i \in [1; N]$ [2], из которых K отличны от нуля, а остальные $N - K$ равны нулю, поскольку эта матрица имеет ранг K . Матрица \mathbf{T} будет иметь K ненулевых сингулярных чисел, которые просто равны корням квадратным из собственных значений матрицы $\mathbf{T}^H \mathbf{T}$.

Если данные содержат шум, то описанные свойства будут справедливы не точно, а приближенно. Следовательно, K главных сингулярных чисел матрицы \mathbf{T} , составленной из зашумленных отсчетов, чаще всего будут иметь значения, превосходящие значения $N - K$ наименьших сингулярных чисел (которые точно равны нулю в случае отсутствия шума). Сравнив весь набор из N собственных чисел с заранее выставленным порогом γ_0 , за оценку количества \hat{I} синусоидальных компонент в анализируемом процессе X можно принять количество K собственных чисел, превысивших данный порог: $\hat{I} = K$ (рис. 3). На этом принципе основывается работа статистик, описанных в работе [4] и рассматриваемых в рамках данной статьи.

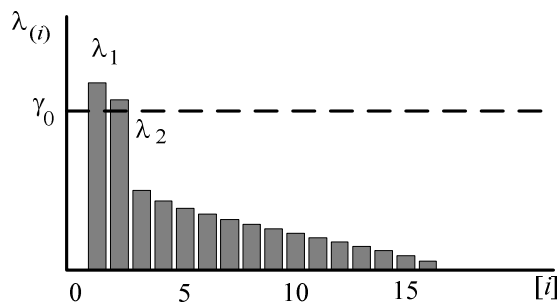


Рис. 3

В случае гладкого моря (рис. 1) в поступающем на антенну процессе X будет присутствовать только 2 сигнала: прямой и переотраженный. При отдельном приеме этих сигналов необходимо их классифицировать. В случае, когда мощность P_s полезного сигнала значительно превосходит мощность P_p переотраженного, максимальное собственное число, превысившее порог γ_0 , следует отнести к полезному сигналу. Если упорядочить весь набор собственных чисел по убыванию, как это показано на рис. 3, то первое собственное число λ_1 можно классифицировать как сигнальное.

В том случае, когда $P_p \gg P_s$, первое (максимальное) собственное число λ_1 следует относить к переотраженному сигналу (антиподу). Второе собственное число λ_2 , превысившее порог γ_0 , будет сигнальным. Это означает, что произведено разрешение двух сигналов в смысле их отдельного обнаружения [5].

Рассмотрим зависимости первых двух собственных чисел λ_1 и λ_2 от отношения антипод/шум $q_p = A_p/\sigma$, где A_p – амплитуда переотраженного сигнала, σ – среднеквадратическое отклонение (СКО) шума, при фиксированной мощности прямого сигнала ($q_s = 100$). Рис. 4 построен для ситуации, когда углы места сигнала и антипода отличаются на значение $\Delta\theta$, превышающее разрешающую способность пространственного ПФ, определяемое как $\Delta\theta_{FT} = 1/(\Delta d(M - 1))$. Из графиков на рис. 4, полученных для $M = 32$, видно, что при $q_p < 100$ зависимость $\lambda_1(q_p)$ имеет вид константы. Это означает, что собственное число λ_1 является сигнальным, и для обнаружения сигнала необходимо использовать это собственное число. При $q_p > 100$ λ_1 становится антиподным, а λ_2 – сигнальным, и для обнаружения сигнала необходимо теперь использовать λ_2 . Остается неопределенной ситуация, когда $q_p = 100$. Амплитуды обоих собственных чисел примерно одинаковы, и невозможно произвести их четкую классификацию.

Подобная ситуация сохраняется и при $\Delta\theta < \Delta\theta_{FT}$ (рис. 5). На рис. 5 переход обеих зависимостей через точку $q_p = 100$ стал более плавным, поскольку собственные числа λ_1 и λ_2 оказывают сильное взаимное влияние друг на друга. Основная энергия передается собственному числу λ_1 . Это приводит, с одной стороны, к увеличению вероятности об-

наружения сигнала при $q_p < 100$ (поскольку λ_1 велико), а с другой – к ее уменьшению при $q_p > 100$ (поскольку λ_2 мало). Можно сказать, что в данной ситуации разрешающая способность ухудшается.

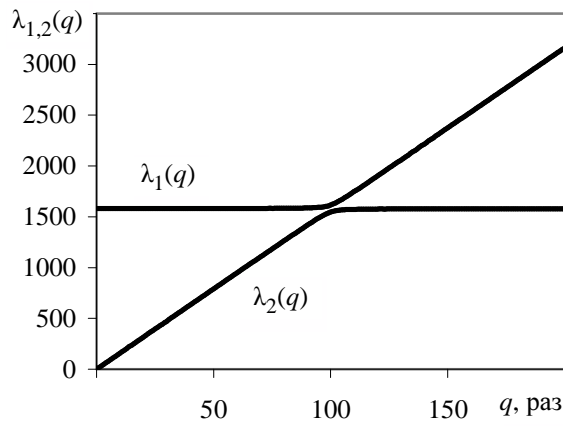


Рис. 4

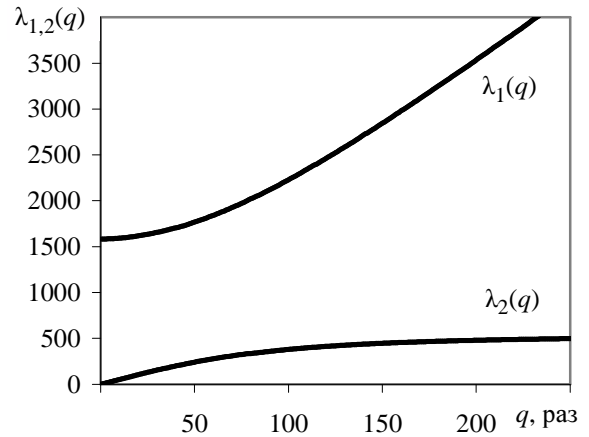


Рис. 5

До сих пор использование рассматриваемых статистик, основанных на анализе собственных чисел, велось в предположении, что $I \ll K \ll N$. Только при этом условии становится возможным раздельное наблюдение всех компонент и адекватное оценивание их общего количества. В приложении к радиолокационным задачам остается нерассмотренным случай, когда заведомо известно, что $I \gg N$. Это наблюдается в ситуации, проиллюстрированной рис. 2, когда количество антиподных отражений от морской поверхности чрезвычайно велико.

В случае взволнованной морской поверхности использовалась модель, предложенная в работе [6]. Расчет местоположения точек переотражений сигнала с морской поверхностью производился в приближении физической оптики (угол падения луча равен углу его отражения). Задача заключалась в анализе спектра собственных чисел при обнаружении сигнала на фоне облака переотражений от взволнованной морской поверхности. На рис. 6 приведена группа зависимостей собственных чисел λ от отношения сигнал/шум q_s при фиксированном отношении антипод/шум ($q_p = \text{const}$). Каждый график был построен для своего значения q_p : график 6, а соответствует $q_p = 50$; 6, б – $q_p = 100$; 6, в – $q_p = 200$; 6, г – $q_p = 300$; 6, д – $q_p = 500$ и 6, е – $q_p = 1000$. Из графиков видно, что поведение собственных чисел резко меняется в двух точках: q_0 и q_1 . При $q_s < q_0$ сигнальным собственным числом является λ_3 , при $q_0 < q_s < q_1$ им является λ_2 , при $q_s > q_1$ для обнаружения сигнала следует использовать λ_1 . Теоретически получить оценки значений q_0 и q_1 не представляется возможным, поэтому в ходе исследования экспериментальным путем были выведены следующие расчетные соотношения:

$$q_0 = q_p \sqrt{(I-1)/N} \quad (1)$$

и

$$q_1 = q_p \sqrt{I-1}, \quad (2)$$

где $I - 1$ – количество точек переотражений сигнала с морской поверхностью, а N – размерность ковариационной матрицы $\mathbf{T}^H \mathbf{T}$.

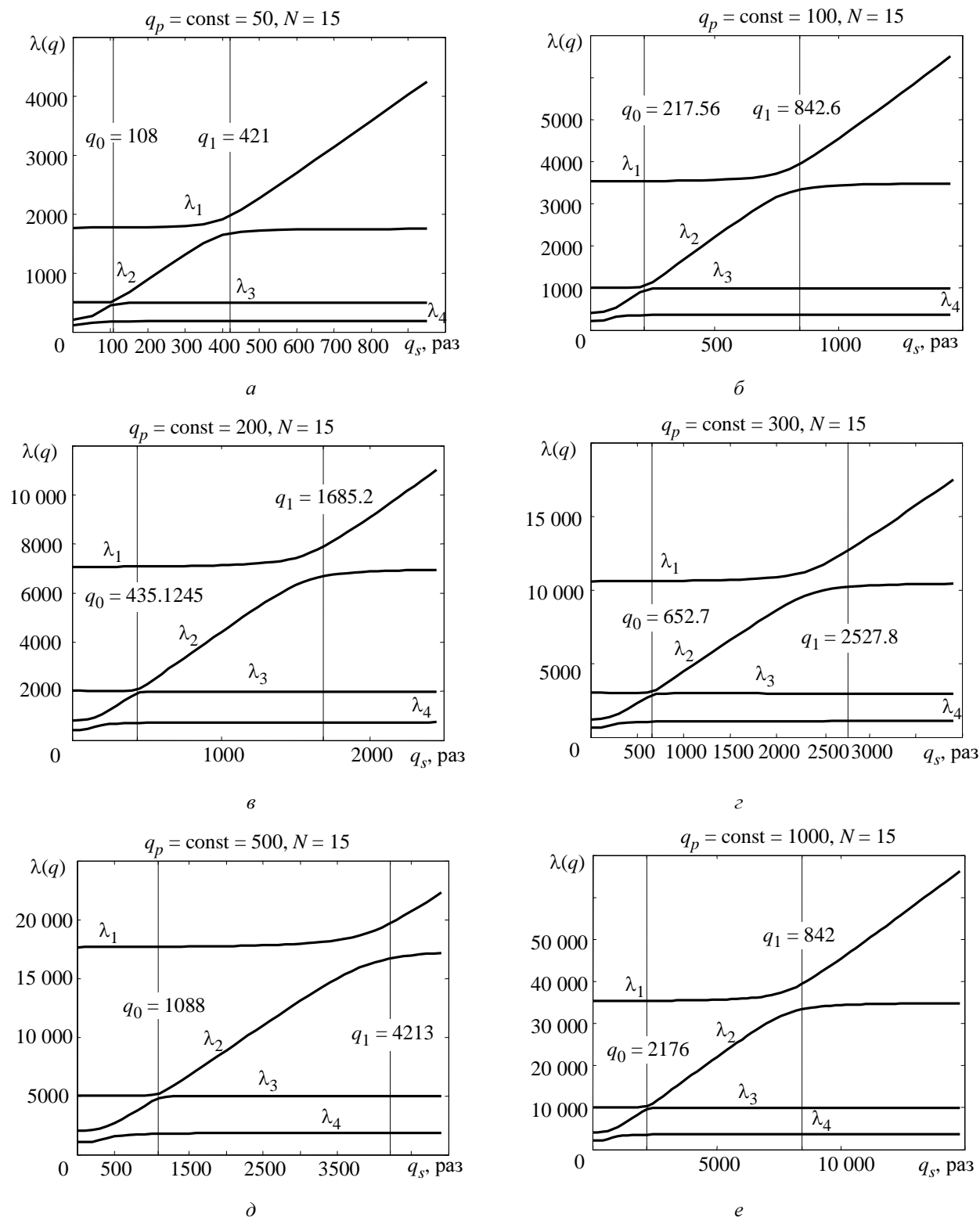


Рис. 6

На следующем этапе исследований был получен ряд зависимостей, изображенных на рис. 7. На каждом графике изображено поведение собственных чисел в зависимости от мощности переотраженного сигнала от морской поверхности (отношения антипод/шум q_p) при фиксированной мощности сигнала ($q_s = \text{const}$). График 7, а построен при $q_s = 50$; 7, б – при $q_s = 100$; 7, в – при $q_s = 200$; 7, г – при $q_s = 300$; 7, д – при $q_s = 500$; 7, е – при $q_s = 1000$.

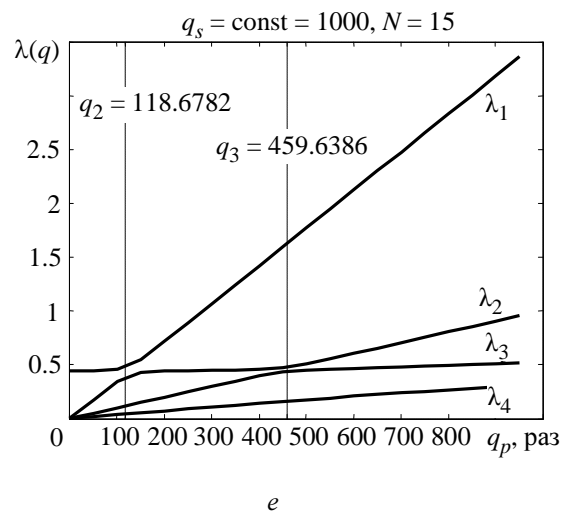
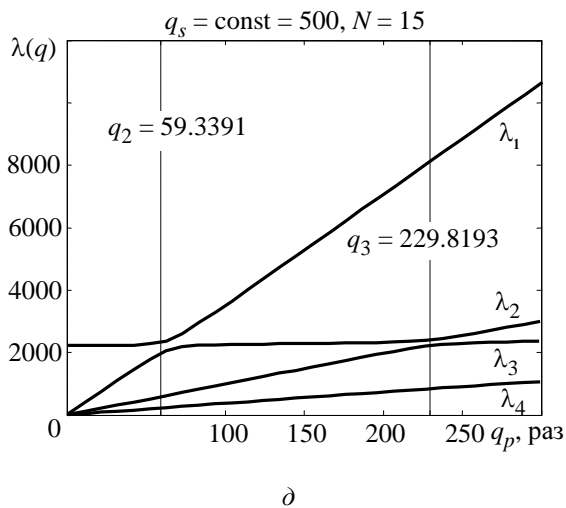
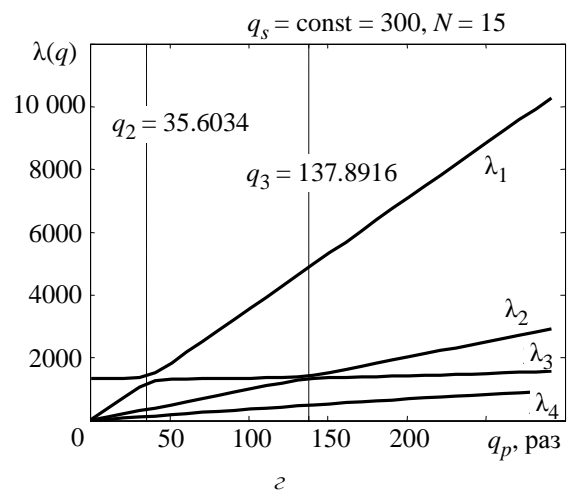
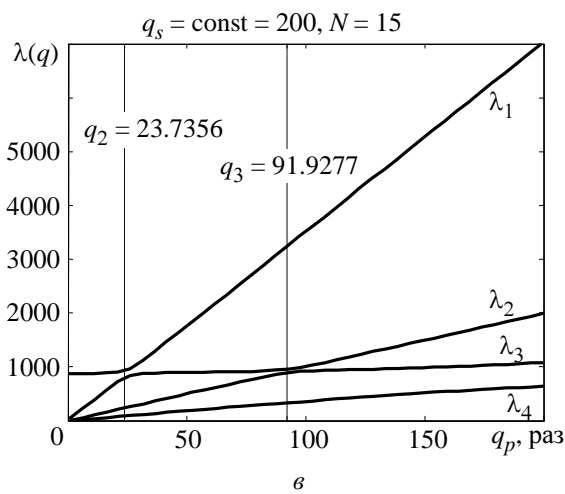
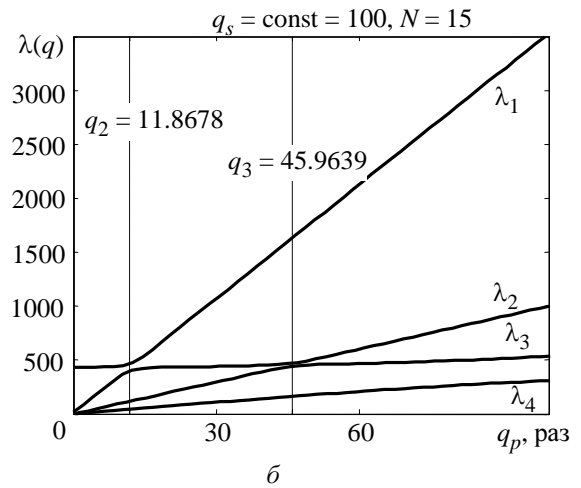
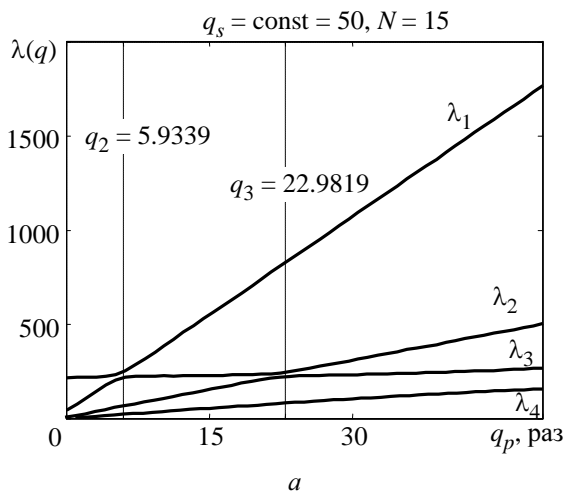


Рис. 7

На всех графиках, изображенных на рис. 7, также наблюдаются две точки $q_p = q_2$ и $q_p = q_3$, в которых монотонный характер поведения собственных чисел меняется. Если $q_p < q_2$, сигнальным собственным числом является λ_1 , если $q_2 < q_p < q_3$, то им является λ_2 , при $q_p > q_3$ для обнаружения сигнала следует использовать λ_3 . Экспериментально в рамках проведенного исследования было установлено, что

$$q_2 = \frac{q_s}{\sqrt{I-1}}, \quad (3)$$

$$q_3 = \frac{q_s}{\sqrt{(I-1)/N}}. \quad (4)$$

Полученные результаты, в частности зависимости (1)–(4), могут использоваться для определения порогов обнаружения полезного сигнала на фоне переотражений от морской поверхности. Задача разрешения-обнаружения прямого и переотраженного сигналов в случае гладкого моря эквивалентна задаче разрешения двух пространственно-гармонических сигналов [5]. Для получения статистических характеристик качества можно воспользоваться известными результатами [4]. В работе было проведено исследование статистического разрешения-обнаружения для рассматриваемых рабочих статистик в приложении к задаче обнаружения полезного сигнала и антиподного облака. Полученные статистические характеристики в виде зависимости вероятности раздельного обнаружения полезного сигнала и облака переотражений от морской поверхности D от отношения сигнал/шум q_s приведены на рис. 8. Штрихами на рисунках показаны исходные характеристики обнаружения предложенного метода, построенные при отсутствии отражений от морской поверхности при тех же условиях работы РЛС.

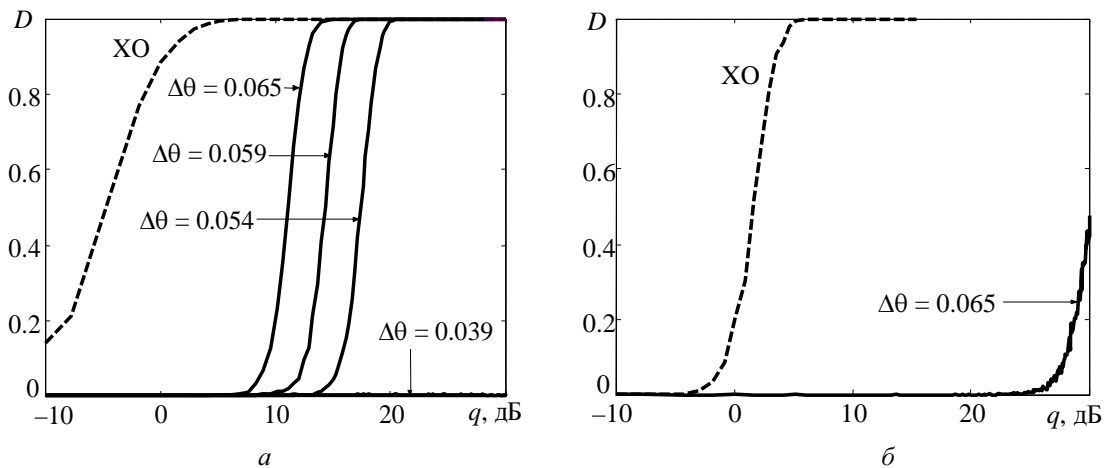


Рис. 8

Из графиков на рис. 8 видно, что исследуемые статистики, основанные на анализе собственных чисел, в задачах статистического разрешения оказываются эффективнее (рис. 8, а), чем преобразование Фурье, поскольку разрешение происходит в области главного луча ДН при $\Delta\theta < \Delta\theta_{\text{ГТ}} = 0.065$. Для сравнения получены и приведены аналогичные статистические характеристики метода MUSIC (рис. 8, б), которые значительно, порядка 20 дБ, уступают пороговым рабочим статистикам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кутузов В. М., Нгуен Ван Нам. Пространственная авторегрессионная обработка сигналов при обнаружении маловысотных целей над морской поверхностью // Изв. СПб ГЭТУ «ЛЭТИ». 2006. Вып. 1. С. 41–46.
2. Марпл. С. Л., мл. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1990.
3. Сотников А. А. Применение метода собственных векторов в задачах обнаружения сигналов // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2003. Вып. 2. С. 37–39.
4. Аникин А. П., Кутузов В. М. Рабочие статистики модельно-параметрического метода собственных векторов в задачах обработки радиолокационных сигналов // Изв. вузов России. 2006. Вып. 2. С. 59–68.

5. Кутузов В. М. Проблемы и перспективы применения параметрических методов обработки радиолокационной информации // Радиоэлектроника в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете. 1996. Вып. 2. С. 86.

6. Ушаков И. Е., Шишкин И. Ф. Радиолокационное зондирование морской поверхности. М.: РИЦ «Татьянин день», 1997.

Nguen Van Nam, A. P. Anikin, V. M. Kutuzov

LOW-ALTITUDE OBJECT DETECTION USING DATA MATRIX EIGENVALUES ANALYSIS IN CONDITIONS OF RADIO REFLECTIONS FROM SEA SURFACE

Threshold statistics with using data matrix eigenvalues analysis are considered in this paper. Simple calculating formulas for radio signal detection in equidistant antenna arrays against a background of radio reflections from sea surface are obtained.

MUSIC, antipode, underlying terrain, statistical division, antenna array

УДК 621.396

А. Е. Лавренко, Б. Е. Лавренко, В. Н. Малышев

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БЛОЧНОГО ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВАНИЯ В БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Рассматриваются особенности реализации и результаты тестирования алгоритма помехоустойчивого кодирования на основе кодов Рида–Соломона в сочетании с перемежением. Выбор кода, а также схемы и параметров перемежения обусловлен специфическими условиями распространения, воздействием импульсных помех и форматом передачи данных.

Помехоустойчивое кодирование, исправляющая способность, поле Галуа, перемежение

Необходимость обеспечения достоверности передачи в стандартных для крупного города условиях, а значит, в сложной электромагнитной обстановке, одной из главных особенностей которой является нестационарный характер помех, а также строгие ограничения на вычислительную и выходную мощности передатчика, обусловили выбор в качестве схемы помехоустойчивого кодирования кодов Рида–Соломона. Результаты предварительных экспериментов показали, что в реальных условиях в качестве помехи выступает комбинация битовой ошибки (0.5...2 % от размера передаваемого файла) и пакетной ошибки (единицы процента от размера передаваемого файла), причем если распределение битовых ошибок достаточно равномерно, то пакетных – зачастую неравномерно и имеет характерные максимумы. Таким образом, основной задачей был поиск и реализация наиболее эффективного помехоустойчивого кодирования для передачи данных в одностороннем режиме без квитирования в условиях нестационарной трассы. При сравнительно невысоких вычислительных затратах, по отношению к существующим на сегодняшний день более эффективным и современным схемам кодирования, применение кодов Рида–Соломона и соответствующего перемежения потенциально в состоянии обеспечить помехоустойчивость при заданном уровне помех.

Коды Рида–Соломона – это недвоичные циклические коды, обеспечивающие любую наперед заданную исправляющую способность. Количество исправляемых кодом символов t зависит от параметров кода (n, k) следующим образом:

$$t = \frac{n - k}{2},$$

где n – длина кодового слова, k – длина блока информационных символов.

Основным достоинством этих кодов, позволяющим эффективно бороться с пакетными ошибками, является их недвоичность. Код в состоянии исправлять любые t символьные ошибки в пределах блока длиной n , вне зависимости от характера повреждения символа, представляющего собой m -битовую последовательность.

Опять же ввиду недвоичности кодов Рида–Соломона для осуществления процедур кодирования и декодирования незаменимым оказалось использование математического аппарата конечных полей, известных как поля Галуа.

Для любого положительного целого числа m можно построить конечное поле расширения $GF(2^m)$, содержащее 2^m элементов, включая нулевой, и замкнутое по отношению к операции умножения. Наиболее удобным способом построения конечного поля Галуа является использование примитивных полиномов. Существуют таблицы примитивных полиномов, определяющих наиболее часто используемые поля Галуа.

Таким образом, встает вопрос о выборе степени расширения поля Галуа m . В разрабатываемой системе реализован восьмибитовый код Рида–Соломона с размером блока соответственно $2^8 - 1 = 255$ байт. Такое решение обусловлено рядом соображений. Чем больше m , тем больше как кодовое слово, так и количество бит на символ, а следовательно, выше потенциальная помехоустойчивость. Однако при увеличении m резко возрастает вычислительная сложность алгоритмов кодирования/декодирования, поскольку в соответствующее число раз (равное степени двойки) увеличивается количество элементов поля. Также немаловажную роль играет удобство вычислений и представлений данных. И с этой точки зрения восьмибитовое (байтовое) представление, безусловно, является наиболее подходящим. В связи с этим стоит отметить, что осуществляется пакетная передача данных с размером пакета 128 байт, а потому $m = 8$ представляется в некотором смысле оптимальным значением для данной системы.

Для программной реализации был выбран код с избыточностью 10 % и параметрами (255, 229).

Для кода Рида–Соломона $(2^8 - 1, 2^8 - 1 - 2t)$ необходимо построить поле расширения $GF(28)$. Тогда каждому возможному значению восьмибитового символа будет однозначно соответствовать элемент поля (в общем случае представляющий собой степень некоторого элемента α). Для построения такого поля был использован примитивный полином $f(X) = 1 + X^2 + X^3 + X^4 + X^8$.

Перевод данных и операций над ними в соответствующее поле Галуа позволяет упростить процесс обработки за счет следующих свойств: процесс сложения и вычитания элементов поля сводится к сложению по модулю 2 коэффициентов при соответствующих степенях, образующих элементы полиномов, а следовательно, просто к поразрядному сложению по модулю 2 числовых эквивалентов суммируемых элементов; умножение элементов поля представляет собой сложение их степеней, а деление – вычитание из степени делимого степени делителя. Таким образом, существенно сокращается количество необходимых при программной реализации операций умножения.

Создание необходимого поля Галуа и организация вычислений с данными в поле представляет собой первую задачу при реализации алгоритма. Поскольку объем кодируемого символа фиксирован и составляет 8 бит, нет необходимости генерировать поле Галуа GF(256) «на лету». В связи с этим наиболее удобным и простым решением представляется создание таблиц переходов, другими словами, таблиц соответствия всех степеней элементов поля значениям восьмибитовых символов. Исходя из свойств вычислений в полях Галуа, операции деления и умножения были реализованы также созданием постоянных таблиц, а суммирования – сложением по модулю 2 исходных символов. Однако в таком случае возникает неопределенность нулевого элемента. Дело в том, что в любом поле Галуа существует нулевой элемент 0 и элемент $\alpha^0 = 1$. При создании как таблицы перехода из поля, так и операций умножения/деления используются степени элементов поля, что, очевидно, вызывает двусмысленность при определении 0 (либо как нулевого элемента, либо как нулевой степени).

Возможно несколько решений. Во-первых, можно создать таблицы для всех элементов поля, за исключением нулевого, что и было сделано на практике. Это повлекло за собой необходимость перед соответствующими операциями проверять число на нуль. Оказалось, что такая проверка незначительно усложняет алгоритм. Это объясняется тем, что при реализации алгоритма кодирования и выбранного способа декодирования, как будет показано далее, умножение практически всегда следует последовательно со сложением. А так как умножение на нуль неминуемо дает в результате нуль, единственное, что нужно в таком случае сделать – это не выполнять данную операцию умножения ($0 * K + X = X$). Стоит отметить, что суммирование осуществляется простым сложением по модулю 2 символов, а не созданием таблицы суммирования элементов поля. Это, с одной стороны, ведет к необходимости достаточно часто во время вычислений осуществлять переход из поля и обратно, а с другой – позволяет полностью исключить возможность неопределенности нуля при сложении и не загромождать алгоритм ветвлениями на каждом шагу.

Во-вторых, возможно создание таблиц и работа с элементами поля с условно сдвинутыми на единицу степенями. Таким образом, 0 станет уникальным элементом и в качестве степени встречаться не будет, так как $\alpha^1 = 1$. В этом случае никакой неопределенности в отношении нуля возникнуть принципиально не может. Однако такой подход намного усложняет процесс отладки алгоритма, поскольку соответствие элементов поля числовым значениям символов хотя и остается однозначным, но теряет свою прозрачность. Последний недостаток оказался довольно существенным, что и повлияло на выбор в пользу первого варианта. Несмотря на это, применение такого подхода остается вполне реальным.

Реализация процедуры кодирования. Операция кодирования систематическим кодом Рида–Соломона на практике представляет собой реализацию линейного регистра сдвига с обратной связью, общий вид которого представлен на рис. 1, где коэффициенты умножения α_i , взятые слева направо, соответствуют коэффициентам порождающего полинома

полинома $g(X) = \prod_{i=1}^{i=2t} (X + \alpha^i) = X^{2t} + \alpha_1 X^{2t-1} + \dots + \alpha_{2t}$ [1], и не отличается особой сложностью.

Для кода (255, 229) потребовалось вычислять порождающие полиномы соответственно 26-го порядка.

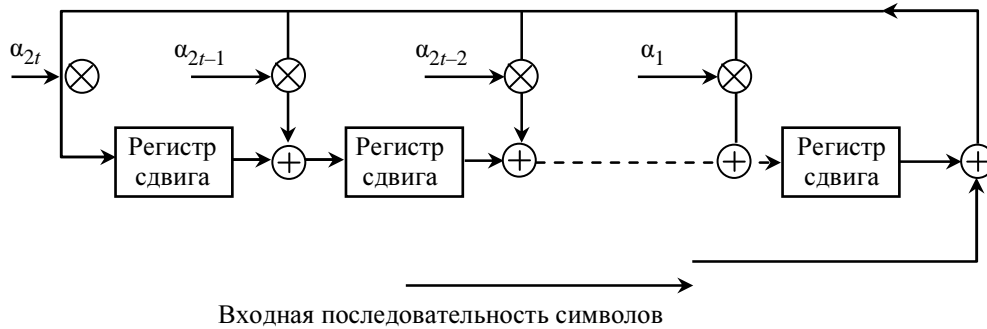


Рис. 1

Следует заметить, что для обеспечения процедуры кодирования размер файла должен быть кратен информационному блоку (229 байт). Следовательно, в общем случае, при отсутствии кратности размера файла требуемой длине блока, необходимо искусственно дополнять недостающее число символов нулями.

Реализация процедуры декодирования. На сегодняшний день разработано несколько алгоритмов декодирования кодов Рида–Соломона. Общий подход заключается в следующем:

- 1) вычисление синдрома

$$S(i) = r(X) \Big|_{x = \alpha^i}, \quad i = 1, 2, \dots, 2t,$$

где $S(i)$ – символ вектора синдрома, $r(X)$ – принятое сообщение;

- 2) нахождение коэффициентов полинома локаторов, корни которого определяют положение ошибок. Существует ряд подходов к решению этой задачи. Они включают в себя алгоритмы Петерсона–Горенштейна–Зейлера, Берлекампа–Месси и Евклида [2];

- 3) нахождение корней полинома локаторов. Зачастую это делается посредством простой проверки – перебором всех элементов поля;

- 4) вычисление значений ошибок. Это необходимо, поскольку символы кода недвоичны и определения положения ошибки недостаточно для ее исправления. В качестве решения применяют алгоритм Форнея.

Практически наиболее сложной и трудоемкой задачей является локализация положения ошибки, а следовательно, нахождение коэффициентов полинома локаторов. Программно был реализован алгоритм Петерсона–Горенштейна–Зейлера.

После вычисления $2t$ синдромов имеется $2t$ неизвестных (t положений ошибок и t значений ошибок) и $2t$ уравнений. Однако сложность заключается в том, что уравнения, входящие в систему, нелинейны, и их решение в общем случае является нетривиальной задачей. Для этого составляется матричное уравнение вида

$$\begin{bmatrix} S_1 S_2 \dots S_t \\ S_2 S_3 \dots S_{t+1} \\ S_3 S_4 \dots S_{t+2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ S_t S_{t+1} \dots S_{2t} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_t \\ \sigma_{t-1} \\ \sigma_{t-2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \sigma_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{t+1} \\ S_{t+2} \\ S_{t+3} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ S_{2t} \end{bmatrix},$$

где S_i – компоненты вектора синдрома, σ_i – коэффициенты полинома локаторов.

Следующим шагом является решение этой системы. Один из способов основан на обращении матриц, однако при достаточно больших размерах матриц (в данном случае это 13×13) такая процедура довольно громоздка и ресурсоемка. В связи с этим для решения системы уравнений был выбран метод Гаусса, который заключается в приведении матрицы к диагональному виду. Метод представляет собой итеративную процедуру последовательного обнуления $t - 1$ первых элементов t -й строки за счет комбинирования строк друг с другом. В итоге матричное уравнение принимает вид

$$\begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1t} \\ 0 & S_{22} & \dots & S_{2t} \\ 0 & 0 & \dots & S_{3t} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ 0 & 0 & \dots & S_{tt} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_t \\ \sigma_{t-1} \\ \sigma_{t-2} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \sigma_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ S_t \end{bmatrix},$$

где первая строка останется без изменений, а все элементы остальных строк модифицируются соответствующим образом.

Таким образом, последующее нахождение коэффициентов σ_i не представляет особой трудности. Однако в процессе реализации приведения матрицы к диагональному виду следует учитывать несколько моментов. При обнулении элемента $S_{i,i+1}$ необходимо домножить $(i - 1)$ -ю строчку на $(S_{i,i+1}) / (S_{i-1,i-1})$ и затем вычесть ее из i -й строчки. Значит, если на какой-либо итерации один из диагональных элементов окажется нулевым, процедура будет прервана из-за невозможности выполнения операции деления на нуль. Ввиду специфики элементов, из которых составлена система уравнений, вероятность возникновения такой аномальной ситуации невелика, однако исключить ее полностью невозможно. В связи с этим значение текущего диагонального элемента постоянно контролируется и при равенстве его нулю осуществляется перестановка строк матричного уравнения таким образом, чтобы на необходимой позиции оказался ненулевой элемент.

Применение метода Гаусса для нахождения коэффициентов полинома локаторов позволяет использовать интересные и крайне полезные его свойства, связанные с тем, что элементами матрицы являются символы синдрома. Как уже упоминалось, символы синдрома вычисляются следующим образом:

$$S_i = r(X) \Big|_{x=\alpha^i}; \quad r(x) = U(x) + n(x),$$

где $U(x)$ и $n(x)$ – соответственно полином кодового слова и полином ошибки.

Если $n(x) = 0$, то все $S_i = 0$, поскольку корни порождающего полинома α^i ($i = 1, 2, \dots, 2t$) являются также и корнями полинома кодового слова. Таким образом, если полином ошибки имеет вид $n(x) = \beta X^k$ ($k = 0 \dots 255$), что означает наличие одной ошибки на кодовое слово, то $r(X) = U(X) + \beta X^k$. Тогда

$$S_i = U(\alpha^i) + \beta \alpha^{i+k} = \beta \alpha^{i+k}.$$

Составим матричное уравнение:

$$\beta \cdot \begin{bmatrix} \alpha^k & \alpha^{2k} & \dots & \alpha^{tk} \\ \alpha^{2k} & \alpha^{3k} & \dots & \alpha^{(t+1)k} \\ \alpha^{3k} & \alpha^{4k} & \dots & \alpha^{(t+2)k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha^{tk} & \alpha^{(t+1)k} & \dots & \alpha^{2tk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_t \\ \sigma_{t-1} \\ \sigma_{t-2} \\ \vdots \\ \sigma_1 \end{bmatrix} = \beta \cdot \begin{bmatrix} \alpha^{(t+1)k} \\ \alpha^{(t+2)k} \\ \alpha^{(t+3)k} \\ \vdots \\ \alpha^{2tk} \end{bmatrix}.$$

Далее преобразуем матрицы методом Гаусса, сократив общий множитель β :

$$\begin{bmatrix} \alpha^k & \alpha^{2k} & \dots & \alpha^{tk} \\ \alpha^{2k} + \frac{\alpha^{2k}}{\alpha^k} \alpha^k & \alpha^{3k} + \frac{\alpha^{2k}}{\alpha^k} \alpha^{2k} & \dots & \alpha^{(t+1)k} + \frac{\alpha^{2k}}{\alpha^k} \alpha^{tk} \\ \alpha^{3k} + \frac{\alpha^{3k}}{\alpha^k} \alpha^k & \alpha^{4k} + \frac{\alpha^{3k}}{\alpha^k} \alpha^{2k} & \dots & \alpha^{(t+2)k} + \frac{\alpha^{3k}}{\alpha^k} \alpha^{tk} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha^{tk} + \frac{\alpha^{tk}}{\alpha^k} \alpha^k & \alpha^{(t+1)k} + \frac{\alpha^{tk}}{\alpha^k} \alpha^{2k} & \dots & \alpha^{2tk} + \frac{\alpha^{tk}}{\alpha^k} \alpha^{tk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_t \\ \sigma_{t-1} \\ \sigma_{t-2} \\ \vdots \\ \sigma_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha^{(t+1)k} \\ \alpha^{(t+2)k} + \frac{\alpha^{2k}}{\alpha^k} \alpha^{(t+1)k} \\ \alpha^{(t+3)k} + \frac{\alpha^{3k}}{\alpha^k} \alpha^{(t+1)k} \\ \vdots \\ \alpha^{2tk} + \frac{\alpha^{tk}}{\alpha^k} \alpha^{(t+1)k} \end{bmatrix}.$$

Затем, следуя правилам вычисления операций умножения и деления в поле Галуа $((\alpha^k/\alpha^p)\alpha^r = \alpha^{k-p+r})$ и учитывая, что $\alpha^t + \alpha^t = 0$, получаем

$$\begin{bmatrix} \alpha^k & \alpha^{2k} & \dots & \alpha^{tk} \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_t \\ \sigma_{t-1} \\ \vdots \\ \sigma_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha^{(t+1)k} \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Окончательно получаем $\alpha^k \sigma_t = \alpha^{(t+1)k}$, $\sigma_t = \alpha^{tk}$.

Таким же образом нетрудно показать, что при количестве ошибок $s \leq t$ после s итераций матричное уравнение примет вид

$$\begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1t} \\ 0 & \alpha_{22} & \dots & \alpha_{2t} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \alpha_{ss} & \dots & \alpha_{st} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_t \\ \sigma_{t-1} \\ \vdots \\ \sigma_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_s \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Следовательно, если количество ошибок на блок не превышает исправляющую способность кода, то для приведения матрицы к диагональному виду требуется всего s итераций, где s равно количеству ошибок. Такое свойство позволяет значительно ускорить процесс решения системы уравнений при небольшом количестве ошибок.

Затем методом перебора определяются корни полинома локаторов и соответствующие им положения ошибок (поскольку корни полинома локаторов представляют собой величины, обратные положениям ошибок). Следующим этапом является нахождение значений ошибок решением системы уравнений вида

$$\begin{bmatrix} \beta_1 & \beta_2 & \dots & \beta_s \\ \beta_1^2 & \beta_2^2 & \dots & \beta_s^2 \\ \beta_1^3 & \beta_2^3 & \dots & \beta_s^3 \\ \cdot & & & \\ \beta_1^s & \beta_2^s & \dots & \beta_s^s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ \cdot \\ e_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ \cdot \\ S_s \end{bmatrix},$$

где β_i – положения ошибок, e_i – значения ошибок, S_i – синдромы, s – количество ошибок.

Эта система также решается методом Гаусса. После завершения всех указанных вычислений остается последний шаг – исправление ошибок сложением найденного полинома ошибок с принятым полиномом сообщения. На этом процедура декодирования кода Рида–Соломона заканчивается.

Следует особо выделить случай превышения количеством ошибок исправляющей способности. При этом возможны 2 варианта работы. Если рассчитанный вектор синдрома совпадет с каким-либо вектором синдрома, соответствующим количеству ошибок меньше исправляющей способности, декодер примет ошибочное решение и выполнит всю процедуру декодирования, не выдав сообщения о превышении декодирующей способности. В этом случае ошибки не будут исправлены. Во втором варианте декодер вынесет решение о невозможности корректного декодирования, поскольку вектор синдрома не совпадет ни с одним из возможных, и декодирование осуществлено не будет.

Реализация процедуры перемежения. Реализованное помехоустойчивое кодирование с параметрами (255, 229) позволяет с заданной степенью эффективности (до 5 % символьных ошибок для кода) бороться с битовыми ошибками в канале. Следует отметить, что исправляющая способность кода зависит от распределения ошибок. Код способен исправить только фиксированное количество ошибок на блок данных из 255 символов (соответственно 13 ошибок). Наличие ошибок в количестве 5 % от размера передаваемого файла не может, строго говоря, гарантировать полное их исправление, поскольку при неравномерном распределении ошибок может оказаться, что на блок кода приходится больше 13. Наряду с битовыми ошибками в канале присутствуют существенные пакетные ошибки, поэтому следующим этапом необходимо обеспечить перемежение. Поскольку все операции осуществляются над блоками длиной 255 байт, то и перемежение было выбрано блочное. Для обоих кодов были реализованы две схемы блочного перемежения: перемежение с постоянной длиной блока перемежения и перемежение, адаптивное к общему размеру перемежаемого файла.

Переमेжеение с постоянной длиной блока для кода. Размер передаваемого по каналу пакета составляет 128 байт, исходя из чего для расчета параметров перемежителя размер пакета ошибок выбран также равным 128 байт. Соответственно, для обеспечения после деперемежеения на блок из 255 байт не более 12 ошибок необходимо заполнение массива размером $[267 \times 11]$ (что означает использование блока в 2937 байт).

Размер файла должен быть кратен размеру блока перемежеения. Для этого недостающее количество символов приходится добавлять искусственно. В отличие от процедуры кодирования, где также приходилось дополнять файл нулями, в этом случае количество неинформативных символов значительно больше, вплоть до 2.9 Кбайт. При больших размерах файлов это не критично. Также было реализовано адаптивное перемежеение, призванное, с одной стороны, увеличить помехоустойчивость (за счет перемежеения больших файлов большими блоками), а с другой – повысить эффективность передачи (за счет перемежеения остатка файла меньшим блоком).

Перемежеение, адаптивное к размеру файла. Если размер файла достаточно велик, можно использовать большие блоки перемежеения, увеличивая их как за счет увеличения размера блока ошибок, так и за счет уменьшения обеспечиваемого после деперемежеения максимального количества ошибок на декодируемый блок. Таким образом, используется сразу несколько преимуществ: во-первых, улучшается помехоустойчивость к пакетным ошибкам, а во-вторых, за счет уменьшения количества ошибок на декодируемый блок снижаются вычислительные затраты на декодирование. Однако чем больше блок перемежеения, тем большее количество дополнительных символов необходимо для обеспечения кратности размера обрабатываемого файла длине блока. Эта проблема решается следующим образом. Исходя из размера файла, выбирается подходящий блок перемежеения (из ряда: 2937, 6384, 10 335 и 15 048 байт) так, чтобы он был наибольшим и был хотя бы один полный блок, не требующий дополнения. После перемежеения основной части файла большим блоком остаток файла (если его размеры недостаточны для перемежеения блоком той же длины) перемежается блоком минимальной длины 2937 байт. Такой подход позволяет уменьшить требуемое число добавочных символов и одновременно повысить помехоустойчивость.

Далее представлены результаты компьютерного моделирования работы рассмотренных схем. На рис. 2 и 3 показаны графики зависимостей символьной ошибки, выраженной в долях размера файла, в выходном файле от пакетной ошибки в канале, также выраженной в долях размера файла, для работы с перемежением постоянным блоком и адаптивным к размеру файла перемежением соответственно.

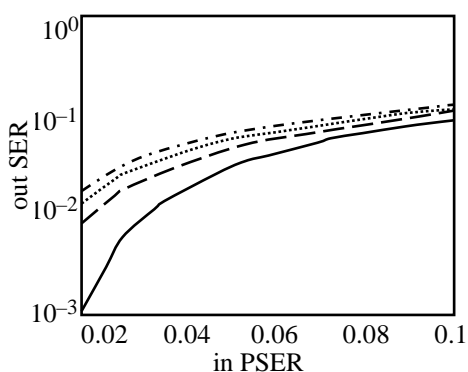


Рис. 2

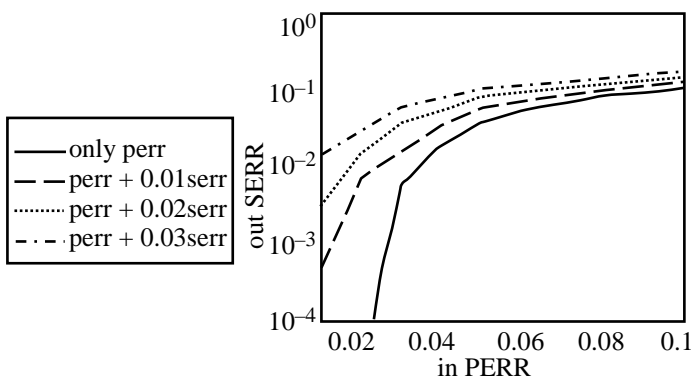


Рис. 3

Представлены графики при наличии только пакетной ошибки (only perг) и при наличии пакетной ошибки и n % символьной ошибки (perг + 0.0 n serг, где $n = 1, 2, 3$).

Выводы. Исходя из результатов компьютерного моделирования, представленных в виде графиков на рис. 2 и 3, можно сделать несколько выводов о перспективах применения реализованных схем кодирования в сочетании с перемежением. Очевидно, что использование помехоустойчивого кодирования Рида–Соломона со скоростью 0.9 без процедуры перемежения в условиях пакетных ошибок практически бессмысленно. Однако реализация схемы перемежения позволяет увеличить помехозащищенность по отношению к пакетным ошибкам, причем адаптивное перемежение, как видно из графиков, значительно превосходит перемежение постоянным блоком. Стоит отметить, что речь идет в основном о количестве пакетных ошибок, не превышающем 3.5 % от размера файла, поскольку при увеличении количества ошибок эффективность схем достаточно быстро падает. Также необходимо отметить, что для обеих схем перемежения довольно критичным становится добавление к пакетной ошибке символьной. Как видно из представленных графиков, прибавление к пакетной ошибке 1 % символьной приводит к резкому увеличению символьной ошибки на выходе при сохранении, однако, основных тенденций.

Таким образом, в условиях невысокого процента пакетной и символьной ошибок использование реализованных схем кодирования вкупе с перемежением представляется целесообразным и практически возможным. Однако при увеличении количества ошибок эффективность такого подхода резко снижается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

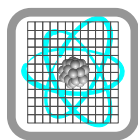
1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.
2. Moon, Todd K. Error Correction Coding. Mathematical Methods and Algorithms. New-Jersey: Wiley-Interscience, 2005.

A. E. Lavrenko, B. E. Lavrenko, V. N. Malyshev

EFFICIENCY OF BLOCK ERROR CODING SCHEME IN WIRELESS LINK

This article is aimed to examine main features of adaptive error correction scheme implementation for short range wireless data transmission system. It is supposed to research the efficiency of adaptive error control policies in subject to the varying propagation and channel noise, typical for urban and industrial environment.

Antinoise coding, error-correcting capability, Galois field, interleaving



УДК 621.315.592

И. Е. Грачева, В. А. Мошников, Ю. В. Осипов

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ НАНОСТРУКТУР МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ПОЛНОЙ ПРОВОДИМОСТИ

При вариации термодинамических и кинетических режимов гидропиролитического синтеза были синтезированы полупроводниковые наноструктуры на основе диоксида олова. Создана специальная лабораторная установка, сочетающая возможности исследования наноструктур методом спектроскопии адмиттанса в условиях изменения газовой среды и температуры детектирования газов-реагентов. Показаны возможности управления адмиттансным откликом исследуемых нанокomпозиционных структур для целей увеличения чувствительности и селективности газочувствительных сенсоров.

Сенсорные наноструктуры, диоксид олова, гидропиролитический синтез, адсорбционные процессы, метод спектроскопии полной проводимости

Решение целого ряда проблем, связанных с контролем за состоянием окружающей среды вдоль газопроводов, в шахтах, в бытовых устройствах и многих других областях, требует создания электронных устройств [1], [2], позволяющих регистрировать и классифицировать химические вещества и их смеси. Газочувствительные сенсорные устройства могут быть реализованы на использовании аналитического отклика различной физической природы. Датчики, в которых сенсорный эффект обусловлен изменением электрофизических характеристик адсорбента, образуют широкий класс полупроводниковых химических сенсоров. Одним из основных материалов, используемых для изготовления сенсоров указанного типа, в силу сочетания ряда достоинств, является диоксид олова [3].

Определяющим фактором при синтезе газочувствительных сенсорных материалов является развитость поверхности, достигаемая созданием наноструктур, имеющих высокую кристалличность и большую площадь поверхности. На современном этапе развития науки среди двух основных типов технологических методов создания таких наноструктурированных материалов «сверху-вниз» («top-down») и «снизу-вверх» («bottom-up») можно выделить гидропиролитический синтез [4] и метод химической сборки. Гидропиролитический синтез основан на химических реакциях гидролитического и пиролитического разложения солей металлов с последующим переносом продуктов разложения к подложке и оса-

ждением при высокой температуре. Этот способ является выгодным с точки зрения стоимости и потенциально пригодным для производства больших объемов продукции.

При варьировании термодинамических и кинетических режимов гидропиролитического синтеза были синтезированы полупроводниковые наноструктуры на основе диоксида олова с использованием лабораторной установки, блок-схема которой представлена на рис. 1. Внутри ампулы 1 с помощью нагревателей 2 и 3 поддерживалась необходимая температура в зонах расположения кассеты с подложками 4 и лодочки с раствором 5. Поток увлажненного воздуха из компрессора через барботер с водой подавался через магистраль 6. Ампула 1 закрывалась с помощью держателя 7, гайки 8 и прокладки 9. Для перемещения лодочки с раствором 5 и кассеты с подложками 4 использовалось специальное приспособление. Путем вариации температурных режимов в области реактора лабораторной установки, в зоне расположения кассеты с подложками, предположительно осуществлялись процессы, лимитированные химической сборкой наноструктур.

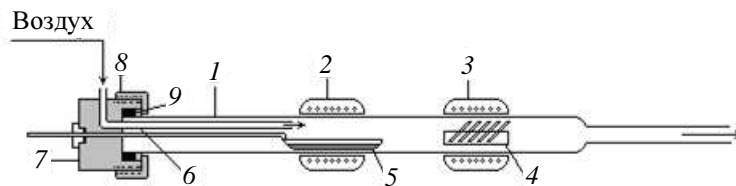


Рис. 1

Свойства металлоксидных полупроводниковых сенсорных наноструктур определяются потенциальными барьерами, которые возникают на межзеренных границах и влияют на газо-чувствительность и селективность. Среди экспериментальных методов исследования электрических свойств металлоксидных полупроводниковых наноконкомпозитов выделяется спектроскопия полной проводимости (спектроскопия адмиттанса (проводимости) или импеданса (сопротивления)), которая представляет собой средство изучения электрических свойств поверхностей раздела и основана на изучении электрического воздействия с переменной частотой.

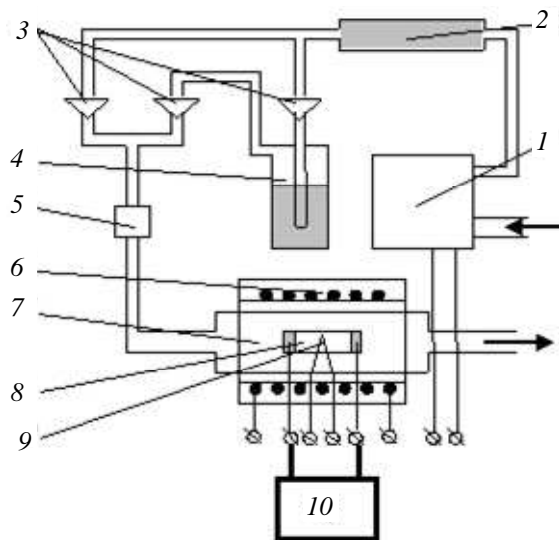


Рис. 2

Для исследования наноструктур с помощью спектроскопии адмиттанса в условиях изменения газовой среды и температуры детектирования газов-реагентов была создана специальная лабораторная установка, блок-схема которой представлена на рис. 2. Стенд построен по принципу динамического разбавления газовых потоков. Компрессор 1 нагнетает атмосферный воздух или газ-реагент в осушитель 2. Сухой газ подается через ротаметр 3 в барботер 4, где насыщается парами вещества, по отношению к которому исследуется газо-чувствительность. Пар разбавляется до необходимой концентрации путем установления соответствующих потоков газа (эталонной газовой смеси). Вентиль 5 используется для прекращения потока эталонной газовой смеси (с концентрацией 1000 ppm) в термостат 7, где на специальном пьедестале размещается испытуемый газо-чувствительный сенсор 8. Термо-

пара 9 служит для регистрации температуры в термостате. Нагреватель 6 предназначен для поддержания необходимой температуры в термостате и, соответственно, на поверхности полупроводниковой пленки. В рабочей камере устанавливалась требуемая температура, подавались пары газа-реагента и измерялись частотные зависимости емкости и тангенса угла диэлектрических потерь в диапазоне от 100 Гц до 1 МГц с помощью измерителя полной проводимости Е7-20 (10).

Для обработки экспериментальных данных адмиттанса использовался метод комплексной плоскости, на которой адмиттанс, как и любое комплексное число, представлялся в виде зависимостей реальных и мнимых компонентов комплексной диэлектрической проницаемости (диаграммы Коула-Коула). Анализ компонентов диэлектрической проницаемости был выбран по причине того, что физическая природа измерений больше отвечает схеме адмиттанса.

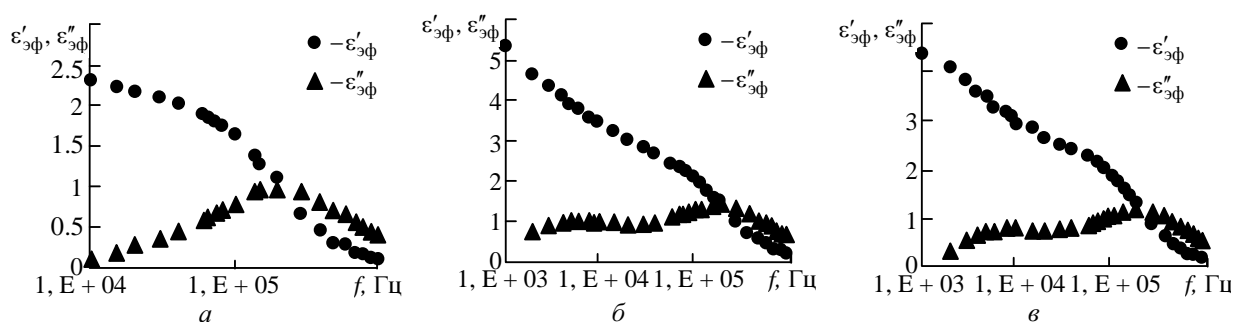


Рис. 3

Так как конструкцию контактов не учитывали, рассматривались эффективные компоненты комплексной диэлектрической проницаемости (активную составляющую комплексной диэлектрической проницаемости сопоставляли с измеряемой емкостью, а значения реактивной составляющей комплексной диэлектрической проницаемости рассчитывали как произведение тангенса угла диэлектрических потерь на вещественную часть комплексной диэлектрической проницаемости). На рис. 3 для образцов на основе диоксида олова, синтезированных методом гидропиrolиза, в полулогарифмических координатах представлены частотные зависимости реальных и мнимых эффективных компонентов комплексной диэлектрической проницаемости в атмосфере воздуха (рис. 3, а), в присутствии паров ацетона (рис. 3, б) и паров этанола (рис. 3, в) при температуре детектирования 360 °С. Из методических особенностей следует отметить, что на частотных зависимостях производился вычет фоновых погрешностей на низких частотах, обусловленных сквозной проводимостью. На графиках зависимости активной составляющей комплексной диэлектрической проницаемости наблюдались один или два релаксационных максимума, удовлетворяющие условию $\omega_1\tau_1=1$ и $\omega_2\tau_2=1$, где ω_i – угловая частота; τ_i – время релаксации в точке релаксационного максимума. На рис. 4 приведены экспериментальные диаграммы Коула-Коула в атмосфере воздуха (рис. 4, а), в присутствии паров ацетона (рис. 4, б) и паров этанола (рис. 4, в) при температуре детектирования 360 °С для образцов, частотные зависимости активной и реактивной составляющих комплексной диэлектрической проницаемости которых были представлены ранее. Как видно из зависимостей (рис. 4), в низкочастотной области в присутствии газа-восстановителя наблюдается до-

полнительная релаксация. При этом необходимо отметить, что изменение сопротивления на постоянном токе отвечало классическому характеру. Значение сопротивления нанокомпозитов уменьшалось при воздействии как паров этанола, так и паров ацетона.

Для интерпретации полученных экспериментальных данных было разработано специальное программное обеспечение в среде LabVIEW, позволяющее анализировать годографы импеданса различных эквивалентных схем образцов.

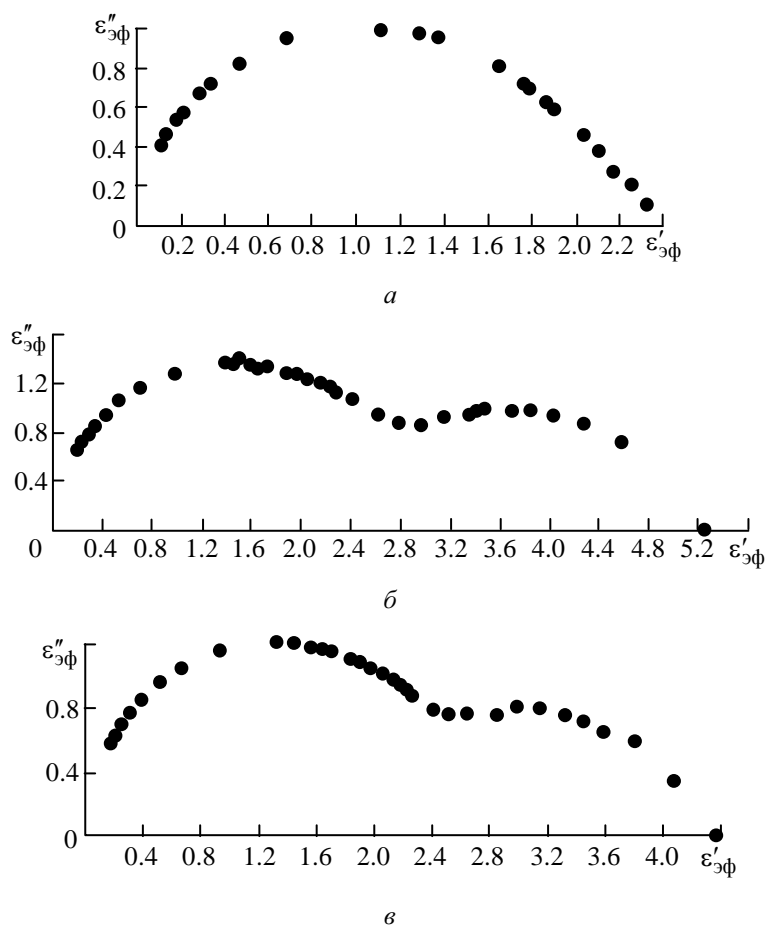


Рис. 4

Сопоставление результатов анализа годографов импеданса (графиков зависимостей реальных Z' и мнимых Z'' компонентов комплексного сопротивления) эквивалентных схем различных RC -цепочек в среде LabVIEW (рис. 5) и экспериментальных результатов показало, что эквивалентную схему данного нанокompозита можно представить в виде одной (рис. 5, а) или двух (рис. 5, б) последовательно соединенных параллельных RC -цепочек. Эти цепочки можно характеризовать сопротивлением и емкостью объема отдельных зерен поликристаллического образца, а также сопротивлением и емкостью границ зерен, связанных с адсорбцией кислорода на поверхности металлооксидного нанокompозита в атмосфере воздуха, уходом электронов из приповерхностных областей металлооксидов и образованием потенциального барьера на границе двух зерен. Дуга полуокружности, находящаяся в более низкочастотной области, предположительно характеризует свойства межзеренного граничного слоя, а другая, находящаяся в более высокочастотной области, – объемные свойства зерен. Молекулы газа-реагента взаимодействуют с отрицательно заряженными молекулами

кислорода, в результате реакции электроны от кислорода переходят в приповерхностную область нанокompозита. Дуги окружности характеризуют разные типы релаксаторов. Появление новой группы релаксаторов является экспериментальным фактом, свидетельствующим о перестройке поверхности в процессе адсорбции-десорбции. Регистрация этого аналитического отклика позволяет углубить анализ поверхностных явлений.

Существует оптимальный температурный диапазон процесса детектирования, выше и ниже которого степень заполнения поверхности для определенной системы «адсорбат – адсорбент» уменьшается. Анализ серии экспериментальных диаграмм, полученных при пяти различных температурах в присутствии восстанавливающих паров этанола, показал, что при увеличении температуры центр дополнительной полуокружности, характеризующей свойства релаксационных процессов на поверхности зерен, смещается в более низкочастотную область. При этом релаксации в области высоких частот практически проходят без изменения параметров.

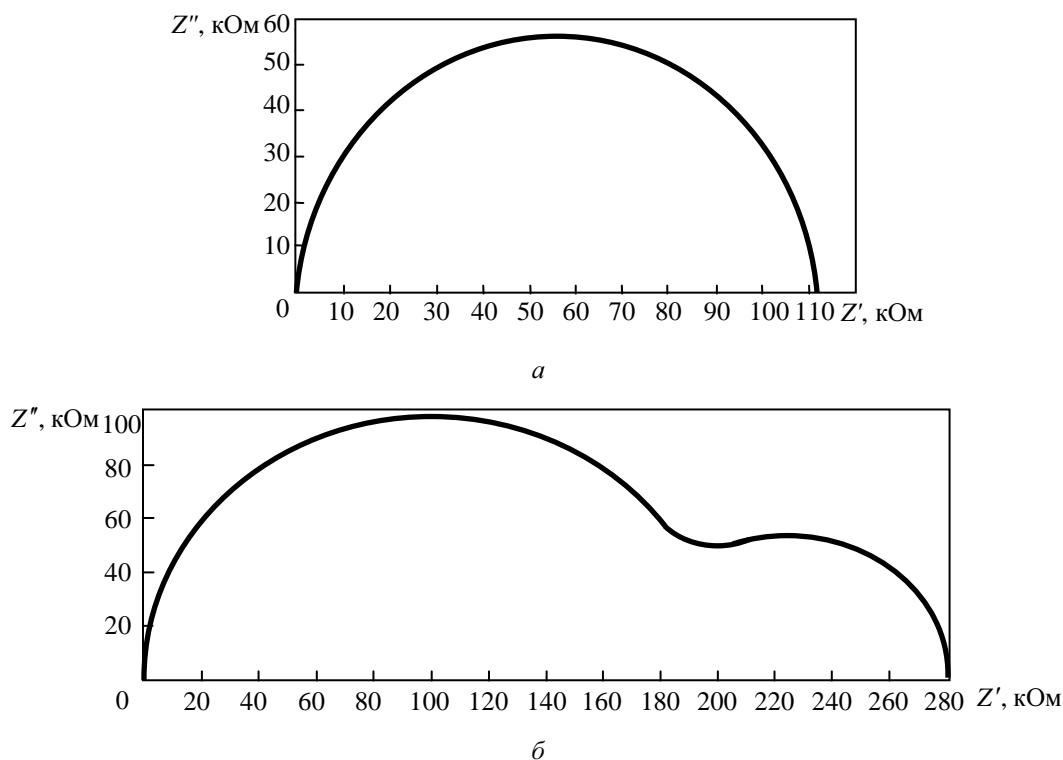


Рис. 5

Увеличение степени заполнения поверхности нанокompозита молекулами этанола приводит к тому, что при большей температуре большее количество электронов уходит в объем полупроводника, что является причиной большей модуляции проводимости объема зерен, о чем свидетельствует увеличение стрелы (высоты) сегмента полуокружности, находящейся в более высокочастотной области.

Анализ экспериментальных результатов и теоретических модельных представлений позволяет сделать вывод о том, что адмиттансным откликом можно управлять, изменяя природу адсорбционных центров, что, в свою очередь, раскрывает новые перспективы для увеличения чувствительности и селективности газочувствительных сенсоров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Madou M. J., Morison S. R. Chemical sensing with solid state devices. London: Academic Press, 1991.
2. Semiconductor sensors in physico-chemical studies / Ed. L. Yu. Kupriyanov. Amsterdam: Elsevier, 1996.
3. Давыдов С. Ю., Мошников В. А., Томаев В. В. Адсорбционные процессы в поликристаллических полупроводниковых сенсорах / СПбГЭТУ. СПб., 1998.
4. Суйковская Н. В. Химические методы получения тонких прозрачных пленок. Л.: Химия. Ленингр. отделение, 1971.

I. E. Grachova, V. A. Moshnikov, J. V. Osipov

ANALYSIS OF PROCESSES ON GAS SENSITIVE NANOSTRUCTURES SURFACE BY FULL CONDUCTIVITY SPECTROSCOPY METHOD

Semiconductor nanostructures based on tin dioxide were prepared by the hydrolysis method at the variation of thermodynamic and kinetic conditions. Special laboratory setup combining possibilities of nanostructures research by full conductivity spectroscopy at variation of gas environment and gas-reagents detection temperature was created. Possibilities of researching nanocompositions admittance response control for sensitivity increase and gas sensors selectivity was shown.

Sensor nanostructures, tin dioxide, hydro-pyrolytic synthesis, adsorption's processes, full conductivity spectroscopy method

УДК 537.611.2, 621.317.3

**П. Ю. Белявский, А. А. Никитин,
С. Ф. Карманенко, А. А. Семенов**

СЛОИСТЫЙ ФЕРРИТ-СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ РЕЗОНАТОР С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ И МАГНИТНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Рассмотрен принцип построения устройств с двойным электрическим и магнитным управлением на основе связанных ферромагнитной волноведущей структуры и щелевой линии, содержащей сегнетоэлектрическую пленку. Показана эффективная гибридизация поверхностной магнитоэлектрической волны и целевого мода.

Феррит, сегнетоэлектрик, щелевая линия

Прогресс в разработке и создании различных радиоэлектронных систем, например, сотовой и спутниковой мобильной связи, компьютерных сетей, навигации, управления подвижными объектами и др., в значительной мере обусловлен созданием новых микроэлектронных компонентов и приборов. Одним из путей создания таких приборов является использование волн различной природы, распространяющихся в слоистых структурах. Так, например, спиновые волны, распространяющиеся в ферромагнитных пленках и слоистых структурах на их основе, уже многие годы успешно используются для построения разнообразных приборов обработки сигналов в диапазоне сверхвысоких частот (СВЧ) [1], [2]. Благодаря таким свойствам, как малая фазовая и групповая скорости, богатство дисперсионных характеристик, легкость возбуждения и приема, малые потери на распространение, спиновые волны нашли применение в целом ряде линейных и нелинейных приборов. Среди таких приборов можно назвать: фазовращатели, линии задержки, фильтры, резонаторы, ограничители, конвольверы и др. [1], [2].

Одним из основных преимуществ спин-волновых приборов, использующих ферритовые материалы, является возможность их широкой немеханической перестройки. Эта

перестройка реализуется за счет изменения поля подмагничивания, поэтому она может быть названа *магнитной перестройкой*. Магнитная перестройка легко реализуется в широком интервале частот, но является сравнительно медленной и энергоемкой.

Другими материалами, которые могут быть использованы для построения электронно-перестраиваемых СВЧ-приборов, являются сегнетоэлектрики. При использовании сегнетоэлектриков перестройка реализуется за счет изменения прикладываемого электрического поля. Поэтому такая перестройка может быть названа *электрической перестройкой*. Комбинация ферритовых и сегнетоэлектрических материалов должна обеспечить одновременную магнитную и электрическую перестройку. Исследование слоистых структур, содержащих ферромагнитные и сегнетоэлектрические слои, требует построения теории спиновых волн с учетом электромагнитного запаздывания, так как в случае больших значений диэлектрической проницаемости магнитной пленки или контактирующих с ней материалов традиционно используемое для описания свойств спиновых волн магнитостатическое приближение не может быть применено. Кроме того, анализ дисперсионных характеристик гибридных электромагнитно-спиновых волн в касательно намагниченных двумерных слоистых структурах проводился путем численного решения уравнений электродинамики в [3].

Проведенные ранее экспериментальные исследования были сделаны для слоистой структуры «феррит–сегнетоэлектрик», где в качестве сегнетоэлектрика использовалась керамика титаната бария стронция (BSTO) [4]. Были продемонстрированы возможность двойного управления и наличие эффективной перестройки резонансной частоты резонатора на основе исследованной структуры от внешнего электрического поля. Основные недостатки устройств, использующих такую слоистую структуру, были связаны с наличием керамического слоя толщиной до 500 мкм. К недостаткам следует отнести высокие управляющие напряжения 500...1000 В и достаточно большие времена переключения до 10 мкс. С другой стороны, использование толстого керамического образца BSTO необходимо для обеспечения более эффективной гибридизации магнитостатической волны (МСВ), связанной с ферромагнитной пленкой, и ТЕ-волны открытого диэлектрического (керамического) волновода.

Одним из возможных путей решения данных проблем является использование волноводящей структуры на основе щелевой линии вместо открытого диэлектрического волновода.

Щелевые и копланарные линии передачи, образованные системой электродов, нанесенных на поверхность сегнетоэлектрической пленки (СЭП), могут рассматриваться как волноводящие структуры преимущественно в коротковолновой части сантиметрового диапазона и миллиметрового диапазона длин волн. Использование СЭП, нанесенной на диэлектрическую подложку, придает дополнительное качество таким линиям передачи. Это связано с двумя обстоятельствами. Во-первых, аномально большая диэлектрическая проницаемость СЭП ($\epsilon \sim 10^3$) приводит к эффективной концентрации электромагнитного поля в направляющих щелях. Тем самым достигается большее замедление электромагнитной волны, чем в щелевой линии, образованной на поверхности диэлектрической подложки. При этом граница между дискретным и непрерывным спектрами частот колебаний, возникающих в подобных волноводящих структурах, отодвигается в сторону высоких частот. Иначе говоря, в планарных структурах, образованных на основе структуры «СЭП–диэлектрическая подложка», достигается эффективное каналирование электромагнитной энергии вплоть до частот миллиметрового диапазона длин волн.

На основе электродинамических моделей щелевых и многощелевых линий были разработаны вычислительные процедуры поиска комплексной постоянной распространения. Основные проблемы, которые требовали специального решения, заключались в обеспечении требуемой точности вычисления медленно сходящихся бесконечных сумм и отыскания корня с малой мнимой частью алгебраической системы уравнений. Для решения этих проблем были созданы программы расчета на языке Fortran 7. Далее приведены основные результаты расчета дисперсионных характеристик щелевых линий.

На рис. 1 представлены дисперсионные зависимости электромагнитной волны в щелевой линии при разной ϵ СЭП и дисперсионная зависимость поверхностной МСВ. В точках пересечения наблюдается фазовый синхронизм, что предполагает эффективную гибридную дисперсионную зависимость рассматриваемых волн.

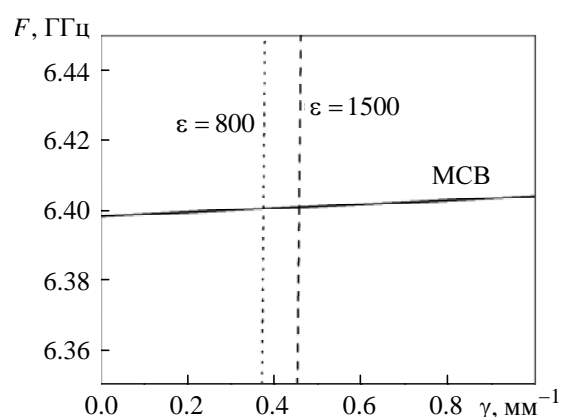


Рис. 1

Конструктивные параметры щелевой линии: толщина подложки 0.5 мм, ее диэлектрическая проницаемость равна 10, ширина щели 150 мкм, толщина СЭП – 10 мкм, а ферромагнитного образца: толщина пленки железоиттриевого граната (ЖИГ) – 6 мкм, намагниченность насыщения $M_0 = 1750$ Э, напряженность магнитного поля $H = 1570$ Э.

Анализ рис. 1 приводит к двум важным выводам. Тонкая СЭП под электродами щелевой линии эффективно каналирует электромагнитную волну благодаря высокой диэлектрической проницаемости ($\epsilon \sim 10^3$).

Замедление волны в линии оценивается отношением k/k_0 , где k_0 – постоянная распространения в свободном пространстве. Исходя из полученных результатов, можно ожидать достаточно эффективную гибридную дисперсионную зависимость электромагнитной волны щелевой линии и магнитоэлектрической волны ферромагнитного резонатора.

Расчеты, выполненные по дисперсионному уравнению [3], показали, что наибольшая электрическая управляемость (при приложении электрического поля к сегнетоэлектрическому слою) достигается в зоне гибридной дисперсионной зависимости («расталкивания») кривых, отвечающих чисто электромагнитным и спиновым волнам.

Авторами настоящей статьи экспериментально исследованы дисперсионные характеристики гибридных поверхностных электромагнитно-спиновых волн, распространяющихся в слоистых структурах «феррит–сегнетоэлектрик–диэлектрик–металл», и сопоставлены экспериментальные результаты с теоретическими расчетами, что позволило установить точность развитой ранее теории гибридных электромагнитно-спиновых волн.

Для экспериментального исследования поверхностных электромагнитно-спиновых волн использовалось устройство, изображенное на рис. 2.

Экспериментальный макет состоял из щелевой линии передачи, сформированной на слоистой структуре «СЭП–диэлектрическая подложка» с шириной щели 150 мкм и длиной 20 мм. Пленка ЖИГ толщиной 6 мкм, шириной 0.5 мм, длиной 2.5 мм, выращенная на подложке из гадолиний-галлиевого граната толщиной 500 мкм, размещалась поверх щеле-

вой линии в зазоре электродов. Электроды щелевой линии одновременно являлись и волноведущей структурой и электродами для подачи постоянного управляющего потенциала (на рисунке не показаны). Сегнетоэлектрическая пленка $Ba_{0,5}Sr_{0,5}TiO_3$ была выращена методом ВЧ ионно-плазменного распыления. Сформированный таким образом резонатор помещался в касательное магнитное поле.

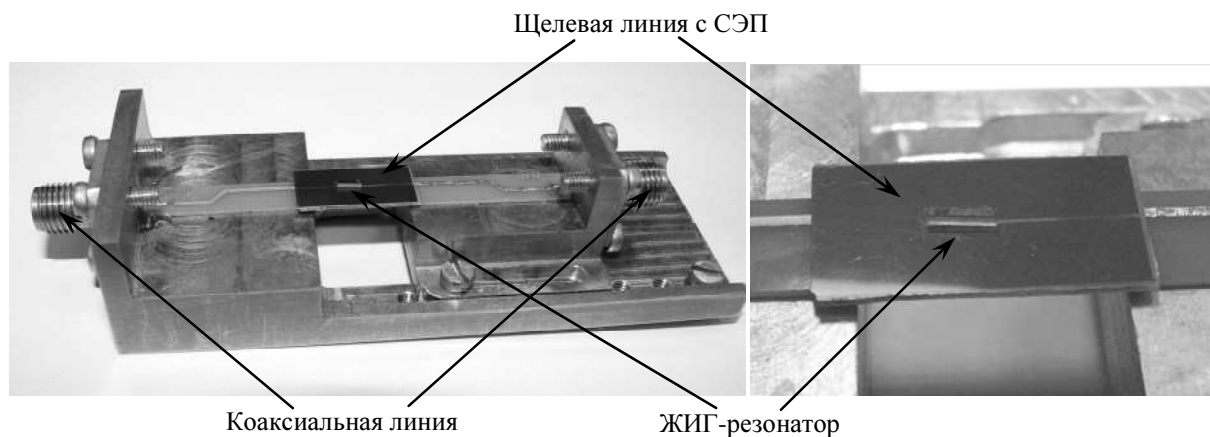


Рис. 2

В описанной системе электромагнитная волна щелевой линии входила в область слоистой структуры «феррит–сегнетоэлектрик» и трансформировалась в гибридную электромагнитно-спиновую волну.

На рис. 3 приведены экспериментальные частотные характеристики такого феррит-сегнетоэлектрического резонатора, снятые при различных напряжениях смещения.

Кривая 1 соответствует нулевой напряженности управляющего поля, кривая 2 – 5 В/мкм. Электрическая перестройка, полученная в эксперименте, составила 77 МГц, что соответствует трем полосам пропускания резонатора. При этом данная конструкция избавлена от целого ряда недостатков резонаторов с двойным управлением, содержащих сегнетокерамические слои.

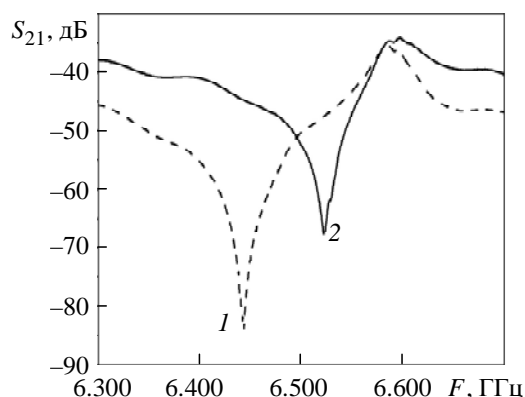


Рис. 3

Так как данная конструкция резонатора лишена керамических слоев, возможно ее интегральное исполнение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Physics of thin films. Thin films for advanced electronic devices / J. D. Adam, D. M. Back, K. M. S. V. Bandara et al. Academic Press Inc., 1991.
2. Ishak W. S. Magnetostatic wave technology: A review // Proceedings of IEEE. 1988. Vol. 76, № 2, P. 171–187.
3. Дисперсионные характеристики поверхностных электромагнитно-спиновых волн в слоистых структурах феррит–сегнетоэлектрик–диэлектрик–металл / В. Е. Демидов, Б. А. Калиникос, С. Ф. Карманенко и др. // ПЖТФ. 2002. Т. 28, вып. 11. С. 75–84.
4. Electrical Tuning of Dispersion Characteristics of Surface Electromagnetic-Spin Waves Propagating in Ferrite–Ferroelectric Layered Structures / V. E. Demidov, B. A. Kalinikos, S. F. Karmanenko et al. // IEEE Transactions on Microwave theory and technique (MTT). 2003. Vol. 51, № 10. P. 2090–2096.

P. Y. Beliavskiy, A. A. Nikitin, S. F. Karmanenko, A. A. Semenov

MULTILAYER FERRITE-FERROELECTRIC RESONATOR WITH DOUBLE ELECTRIC AND MAGNETIC CONTROL

Principles of development of double electric and magnetic control devices based on coupled ferrite waveguide structure and slot line with ferroelectric film are shown in paper. Also shown effective hybridization of surface magnetically static wave and slot mode.

Ferrite, ferroelectric, slot line



УДК 37.014.1

Н. Е. Новакова, А. Мотасем, В. Мотасем

ПОДСИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ САПР

Предлагается выбор решения для реализации подсистемы поддержки принятия решения, подробно описывается реализация работы генетического алгоритма.

САПР, принятие решения, методы оптимизации, генетический алгоритм

В настоящее время в процессе проектирования САПР необходимо постоянно принимать непростые решения, связанные с учетом многих критериев и факторов [1]. Такие решения невозможно принимать только с использованием интуиции и опыта руководителя проекта. Достаточно сложно и трудоемко перебрать все возможные варианты конфигурации системы и сделать оптимальный выбор. В связи с этим и появилась необходимость разработки и внедрения формализованных методов поддержки принятия решений. Использование подсистемы поддержки принятия решения (ППР) при проектировании САПР позволяет не только получить более точные результаты по исследуемой задаче, но оптимизировать этот процесс и снизить трудозатраты [2].

Современный процесс проектирования сетевой инфраструктуры – это один из быстро развивающихся секторов промышленности средств связи. Это связано с тем, что на данном этапе развития локальные вычислительные сети по своим характеристикам и возможностям наиболее полно отвечают потребностям значительной части учреждений и предприятий, занимающихся планированием, управлением, производством и другими сферами деятельности.

К настоящему времени в различных странах мира созданы и находятся в эксплуатации многие десятки типов сетевых инфраструктур с различными физическими средами, топологией, размерами, алгоритмами работы, архитектурой и структурной организацией.

Подсистема ППР для выбора оптимальной конфигурации САПР сетевой инфраструктуры базируется на взаимодействии двух модулей: модуля оптимизации и модуля имитационного моделирования [3]. Схема подсистемы поддержки принятия решения приведена на рис. 1. Оптимизация на основе имитационного моделирования заключается в совместном использовании имитационной модели сложной системы и алгоритма оптими-

зации. С помощью ИМ рассчитываются значения отклика для различных комбинаций значений факторов, которые предлагает алгоритм оптимизации. Поисковый алгоритм оптимизации, в свою очередь, используя значения отклика, пытается улучшить решение.

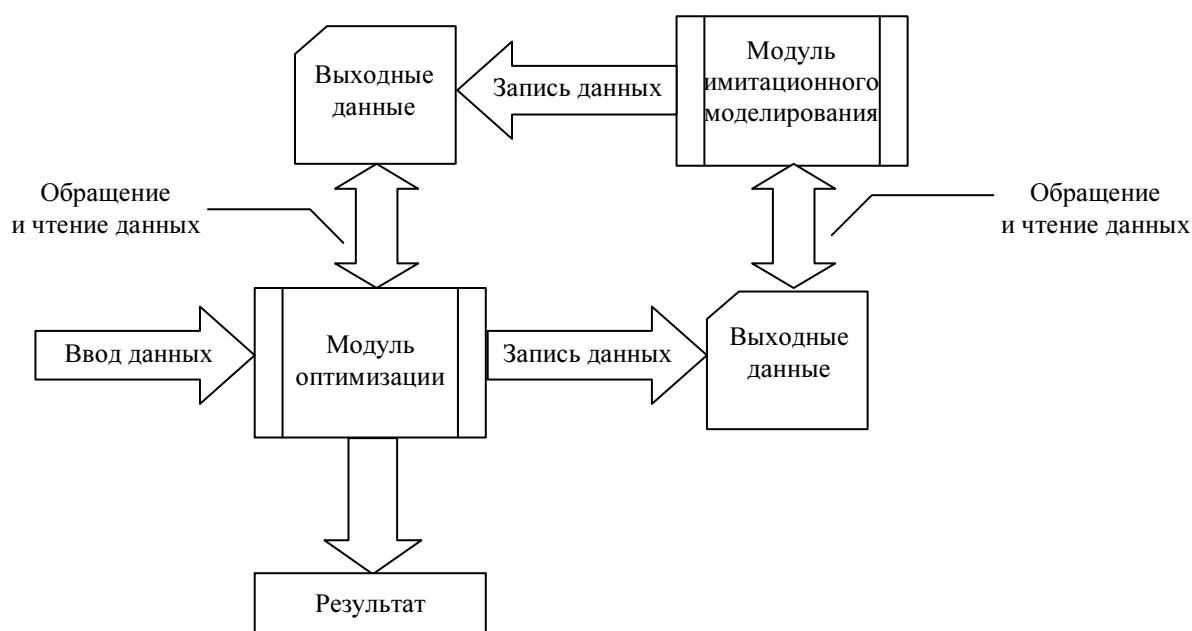


Рис. 1

Работа подсистемы ППР (рис. 1) представляет собой цикл, состоящий из набора последовательных операций [2]. Ключевыми элементами данной схемы являются модули оптимизации и имитационного моделирования. Для организации процесса взаимодействия между ними созданы 2 текстовых файла данных: «Входные данные» и «Выходные данные». Их основная задача – организовать обмен данными между двумя модулями подсистемы ППР. Стрелками на схеме изображены действия по вводу, записи, чтению, выводу и обращению к данным.

На начальном этапе данные поступают на вход модуля оптимизации, который заносит их в файл «Входные данные». Далее модуль имитационного моделирования обращается к этому файлу и считывает данные, которые затем использует для реализации моделирования процесса проектирования сетевой инфраструктуры. По завершении всех вычислений модуль имитационного моделирования записывает полученные значения в файл «Выходные данные». Следующим действием является обращение модуля оптимизации к данным и чтение их из файла. Полученные данные анализируются внутри блока с помощью генетического алгоритма, и в зависимости от результата принимается решение об остановке процесса или его продолжении. Если полученный результат не является оптимальным, то процесс запускается сначала, но в файл «Входные данные» записываются уже преобразованные генетическим алгоритмом значения. Если же сработает критерий остановки, то процесс прекращается, а полученный оптимальный результат выводится на экран.

В качестве метода по реализации подсистемы поддержки принятия решения выбран генетический алгоритм. Блок-схема алгоритма приведена на рис. 2. Опишем подробно каждый этап работы генетического алгоритма с точки зрения реализации программы по поддержке принятия решения для выбора оптимальной конфигурации САПР сетевой инфраструктуры.

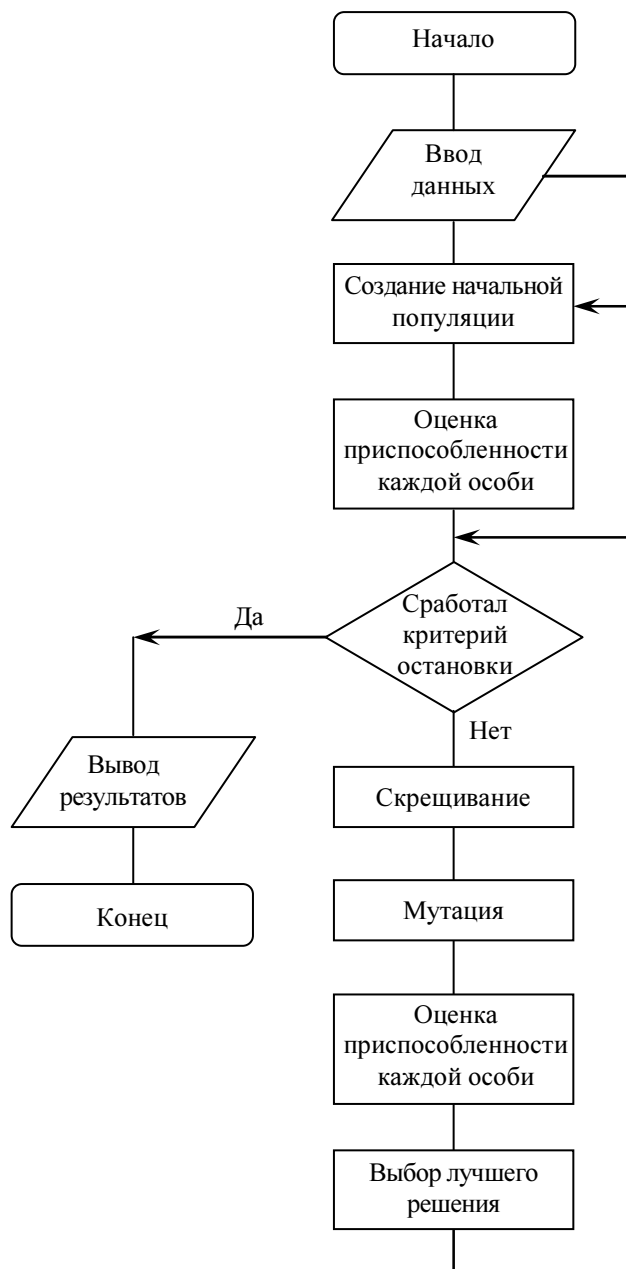


Рис. 2

Создание начальной популяции. Данные, вводимые пользователем в программу для запуска процесса моделирования сетевой инфраструктуры, используются для образования первой хромосомы. Составляющие хромосомы (гены-данные) выстроены в следующем порядке:

1) количество сотрудников, которые будут задействованы в разработке локальной компьютерной сети;

2) количество пользователей в проектируемой локальной сети;

3) важность критерия безопасности (в числовом эквиваленте от 0 до 10);

4) важность критерия производительности (в числовом эквиваленте от 0 до 10);

5) важность критерия стоимости (в числовом эквиваленте от 0 до 10);

6) важность критерия удобства (в числовом эквиваленте от 0 до 10);

7) параметр организации доступа к Интернету (в числовом эквиваленте: 0 – нет доступа, 1 – доступ ограничен, 2 – полный доступ);

8) параметр организации обучения для пользователей (в числовом эквиваленте: 0 – нет, 1 – есть);

9) параметр организации поддержки работы реализованной сетевой инфраструктуры (в числовом эквиваленте: 0 – нет, 1 – есть).

Таким образом, создается одна хромосома, но для запуска работы генетического алгоритма этого недостаточно, поэтому из исходной хромосомы с помощью оператора мутации создаются еще несколько особей. В итоге созданный набор хромосом образует начальную популяцию.

Оценка приспособленности каждой особи. На этом этапе необходимо оценить приспособленность каждой особи, чтобы в итоге для последующей операции скрещивания были отобраны «лучшие». Для этого для каждой хромосомы (набора параметров) вызывается программа моделирования и производится сортировка особей по возрастанию того значения, которое подлежит оптимизации (время либо стоимость). В итоге в начале отсортированного списка будут находиться наиболее приспособленные особи, т. е. те параметры конфигурации САПР сетевой инфраструктуры, которые соответствуют меньшему времени реализации проекта или меньшим затратам на его реализацию (в зависимости от выбранного параметра оптимизации).

Скрещивание. На данном этапе происходит скрещивание «лучших» отобранных особей. В результате получаем новую популяцию – потомков от предыдущих особей (новую совокупность наборов параметров конфигурации САПР).

Мутация. Созданная на предыдущем этапе популяция подвергается воздействию оператора мутации для возникновения новых решений, которые могут быть перспективными. Для этого в каждой хромосоме случайным образом выбирается позиция (ген), в которой значение будет изменено. Производимые изменения являются направленными, т. е. процесс мутации напрямую зависит от выбранного параметра оптимизации. В зависимости от этого мутация меняет значение параметра конфигурации САПР таким образом, чтобы уменьшить итоговый результат по выбранному параметру оптимизации.

Например, рассмотрим вариант, когда случайным образом в качестве позиции хромосомы, которая подвергнется мутации, была выбрана первая (количество сотрудников, задействованных в разработке). Если в качестве параметра оптимизации выбрано время, то количество сотрудников следует увеличить (чем больше сотрудников, тем быстрее будет выполнен проект). Если же выбрана оптимизация по стоимости, то для уменьшения затрат необходимо уменьшить и количество сотрудников.

После того как оператор мутации завершит свою работу, так же необходимо **оценить приспособленность каждой особи** в новой популяции.

Выбор лучшего решения. После создания новой популяции с помощью процедур скрещивания и мутации необходимо выбрать «лучшую» особь (т. е. лучший вариант конфигурации САПР на данной итерации генетического алгоритма). Необходимость данного этапа связана с формированием критерия останова алгоритма.

Процедуры скрещивания, мутации, оценки приспособленности, выбора лучшего решения повторяются в цикле до тех пор, пока не сработает критерий останова. В качестве него используется выполнение некоторого условия. Суть условия заключается в следующем: если разница между лучшими решениями на данный момент и на предыдущей ите-

рации незначительна (меньше некоторого заданного ϵ) или выполнено максимальное количество итераций (количество выполненных итераций больше некоторого заданного n), то алгоритм останавливает свою работу. Последнее найденное лучшее решение и является оптимальной конфигурацией САПР сетевой инфраструктуры.

Основными средствами реализации подсистемы поддержки принятия решения в данном проекте являются платформа Microsoft Visual Studio 2005 и язык программирования C#.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002.
2. Бодров В. И., Лазарева Т. Я., Мартемьянов Ю. Ф. Математические методы принятия решений: Учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004.
3. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. М.: Мир, 1978.

Motaseem AbuDavas, Waheeb Abdel-Wahab AbuDavas, Natalie E. Novakova

SAINT-PETERSBURG'S STATE ELECTRICAL ENGINEERING UNIVERSITY

Make Decition subsystem for optimal CAD System configuration. By development of information-analytical system for intellectual support of the design decisions for the alternative the optimal CAD System configuration. The genetic algorithm solution is considered. Architecture of decision support system is represented.

CAD System configuration, decision marhing, methods of optimization, genetic algorithm

УДК 621.392.13

Д. И. Каплун

ЦИФРОВЫЕ ФИЛЬТРЫ В КОНЕЧНЫХ ПОЛЯХ

Рассмотрен новый подход к проектированию цифровых фильтров с линейными фазочастотными характеристиками. Показана возможность синтеза фильтров с конечными импульсными характеристиками (КИХ) произвольного порядка в конечных полях. Приведена обобщенная структура КИХ-фильтров при их реализации в конечных полях. Предложены варианты аппаратной реализации фильтров в конечных полях.

Цифровые фильтры, конечные поля, поля Галуа, китайская теорема об остатках, КИХ-фильтр, аппаратная реализация сумматора и умножителя, LUT-таблица, ПЛИС

В операциях цифровой обработки сигналов особое внимание уделяется цифровой фильтрации, которая в среднем занимает до половины всего объема вычислений. В узком смысле цифровой фильтр – это частотно-избирательная цепь, обеспечивающая селекцию цифровых сигналов по частоте [1]. После выполнения цифровой фильтрации, как правило, получаем интересующий нас сигнал, т. е. сигнал, несущий нужную нам информацию в виде, удобном для последующей обработки. Соответственно, к параметрам цифровых фильтров в современных системах цифровой обработки сигналов начинают предъявляться повышенные требования. Растут порядки фильтров, нередко достигая четырехзначных цифр, постепенно возрастает и разрядность обрабатываемых данных. Это ведет к увеличению объема вычислений, а значит, и к резкому росту аппаратных затрат. При синтезе цифровых фильтров наибольшие затраты времени и оборудования приходятся на операции умножения и сложения [1]. Следовательно, от эффективности реализации этих арифметических операций (в первую очередь, операции умножения) зависят аппаратные и временные ха-

рактические характеристики синтезируемого фильтра, а также практически все его основные параметры. Таким образом, задача минимизации времени вычислений и уменьшения аппаратных затрат сводится к оптимизации каждой из операций умножения и сложения, требуемых для вычисления очередного отфильтрованного отсчета.

Одним из решений поставленной задачи может стать реализация фильтров в конечных полях.

Конечные поля. Полем называется множество с двумя операциями – сложением и умножением, – которые удовлетворяют следующим аксиомам [2]:

1. Множество образует абелеву (коммутативную) группу по сложению.
2. Поле замкнуто относительно умножения, и множество ненулевых элементов образует абелеву группу по умножению.
3. Дистрибутивный закон выполняется для любых элементов a, b, c поля.

Широко известны примеры полей с бесконечным числом элементов: множество вещественных чисел, множество комплексных чисел, множество рациональных чисел. Имеются также поля с конечным числом элементов.

Поле с q элементами, если оно существует, называется *конечным полем*, или *полем Галуа* (Galois Fields – GF) в честь французского математика Эвариста Галуа, и обозначается GF (q) [2].

Конечные поля можно описывать с помощью таблиц сложения и умножения. Вычитание и деление однозначно определяются таблицами сложения (табл. 1) и умножения (табл. 2). Приведем пример поля GF (5) = {0, 1, 2, 3, 4}:

Таблица 1

+	0	1	2	3	4
0	0	1	2	3	4
1	1	2	3	4	0
2	2	3	4	0	1
3	3	4	0	1	2
4	4	0	1	2	3

Таблица 2

•	0	1	2	3	4
0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4
2	0	2	4	1	3
3	0	3	1	4	2
4	0	4	3	2	1

Для произвольного поля (как бесконечного, так и конечного) применимы почти все известные алгоритмы вычислений. Это объясняется тем, что большинство процедур, используемых в полях вещественных и комплексных чисел, зависит только от даваемой определением (приведенным ранее) формальной структуры поля и не зависит от частных характеристик конкретного поля. В произвольном поле F имеется даже преобразование Фурье [1]:

$$V_k = \sum_{i=0}^{n-1} \omega^{ik} v_i, \quad k = 0, \dots, n-1,$$

где ω – корень степени n из единицы в поле F , а \mathbf{v} и \mathbf{V} – векторы длины n над полем F . Преобразование Фурье длины n в поле F существует тогда и только тогда, когда поле содержит корень степени n из единицы.

Теперь перейдем к непосредственному использованию конечных полей.

Китайская теорема об остатках. Любое неотрицательное целое число, не превосходящее произведения модулей (а это и есть конечное поле), можно однозначно восстановить, если известны его вычеты по этим модулям. Этот результат был известен еще в древнем Китае и носит название китайской теоремы об остатках [2].

Данная теорема доказывается в 2 этапа. Сначала доказывается единственность решения, а затем его существование.

Теорема 1. Для заданного множества целых положительных попарно взаимно простых чисел m_0, m_1, \dots, m_k и множества неотрицательных чисел c_0, c_1, \dots, c_k при $c_i < m_i$ система $c_i = c \pmod{m_i}$, $i = 0, \dots, k$, имеет не более одного решения в интервале $0 \leq c < \prod_{i=1}^k m_i$.

Доказательство приведено в [2].

Теорема 2. Пусть $M = \prod_{i=1}^k m_i$ – произведение попарно взаимно простых положительных чисел, пусть $M_i = M/m_i$ и пусть для каждого i N_i удовлетворяют равенствам $N_i M_i + n_i m_i = 1$. Тогда единственным решением системы сравнений $c_i = c \pmod{m_i}$, $i = 0, \dots, k$, является $c = \sum_{i=0}^k c_i N_i M_i \pmod{M}$.

Доказательство второй теоремы также приведено в [2].

Китайская теорема об остатках является основой представления целых чисел. При таком представлении достаточно просто выполняется операция умножения. Допустим, что надо выполнить умножение $c = ab$. Пусть $a_i = R_{m_i}[a]$, $b_i = R_{m_i}[b]$ и $c_i = R_{m_i}[c]$ для каждого $i = 0, \dots, k$. Тогда $c_i = a_i b_i \pmod{m_i}$, и это умножение вычислить легче, так как a_i и b_i являются малыми целыми числами. Аналогично, при сложении $c = a + b$ имеем $c_i = a_i + b_i \pmod{m_i}$ для всех $i = 0, \dots, k$. В обоих случаях для получения окончательного ответа c должно быть восстановлено по вычетам в соответствии с китайской теоремой об остатках.

Вообще, переход к системе вычетов позволяет разбить целые числа на маленькие кусочки, которые легко складывать, вычитать и умножать. Если вычисления состоят только из этих операций, то такое представление является альтернативной арифметической системой. Если вычисления достаточно просты, то переход от естественной записи целых чисел к записи через систему остатков и обратное восстановление ответа в целочисленном виде могут свести на нет все возможные преимущества при вычислениях. В случаях же, когда объем вычислений достаточно велик, такой переход может оказаться выгодным. Это происходит потому, что при вычислениях все промежуточные результаты можно сохранять в виде системы остатков, выполняя обратный переход к целочисленному виду только при окончательном ответе.

Реализация цифровых фильтров в конечных полях. Как известно, классический цифровой фильтр описывается выражением [3]:

$$y(n) = \sum_{i=0}^N b_i x(n-i) - \sum_{i=1}^N a_i y(n-i), \quad (1)$$

где $y(n)$ – сигнал на входе фильтра; $x(n)$ – сигнал на выходе фильтра; a_i, b_i – коэффициенты фильтра.

Все цифровые фильтры делятся на 2 обширных класса: нерекурсивные – фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ) и рекурсивные – фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ) [3]. Будем рассматривать только КИХ-фильтры, фазовая характеристика которых, в отличие от БИХ-фильтров, линейна. Для КИХ-фильтров выражение (1) принимает следующий вид [3]:

$$y(n) = \sum_{i=0}^N b_i x(n-i). \quad (2)$$

Таким образом, задача синтеза КИХ-фильтра сводится к вычислению коэффициентов b_i такого фильтра.

Теперь, зная китайскую теорему об остатках, перейдем к реализации КИХ-фильтра k -го порядка. Возьмем за основу стандартную структуру, представленную на рис. 1.

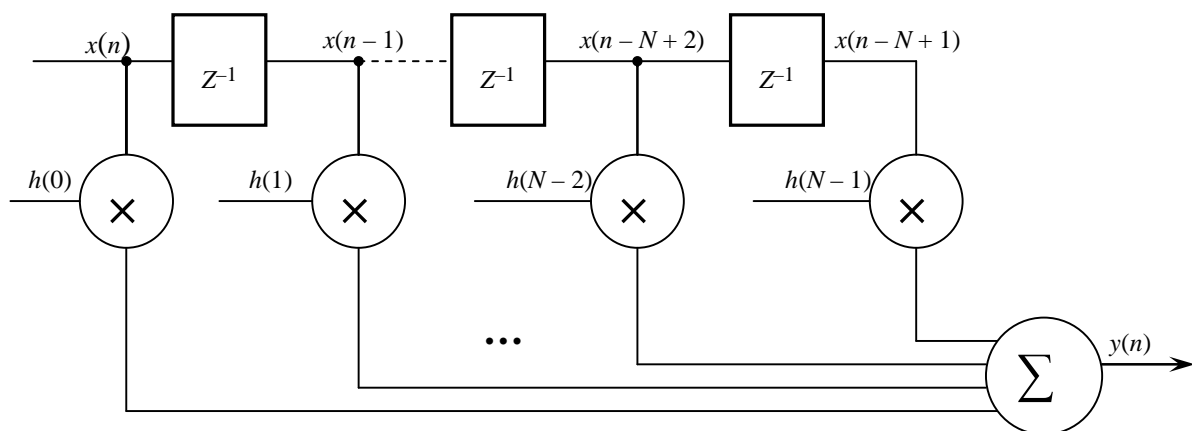


Рис. 1

Для построения алгоритма цифровой фильтрации в полях Галуа воспользуемся китайской теоремой об остатках. Как уже отмечалось, она позволяет сохранять при вычислениях все промежуточные результаты в виде системы остатков, выполняя обратный переход к целочисленному виду только при окончательном ответе, что при достаточно большом объеме вычислений может оказаться выгодным. А именно, все вычисления в фильтре будут производиться и сохраняться в системе остатков, и лишь окончательный результат будет восстановлен в привычном виде. В связи с этим структура фильтра будет преобразована к виду, показанному на рис. 2.

Входная последовательность $x(n)$ распараллеливается на k потоков. В каждом потоке каждый отсчет берется по соответствующему модулю (m_i), а потом поступает на блок «block i ». При этом в каждом из блоков будет реализована классическая структура фильтра, изображенная на рис. 1, но все вычисления в нем будут производиться по определенному модулю. Произведение всех модулей соответствует размеру конечного поля:

$$M = \prod_{i=0}^k m_i. \text{ Далее отсчеты с выходов блоков восстанавливаются по ранее приведенной}$$

формуле, а именно каждый из них домножается на соответствующий множитель $N_i M_i$ (где N_i является решением уравнения $N_i M_i + n_i m_i = 1$, а $M_i = M / m_i$), и все эти произведения

суммируются. Так образуется окончательный выходной отсчет $y(n)$ в целочисленном виде. Заметим, что при внутренних вычислениях в эквивалентном фильтре в обычной системе исчисления значения отсчетов не должны превосходить размера поля M .

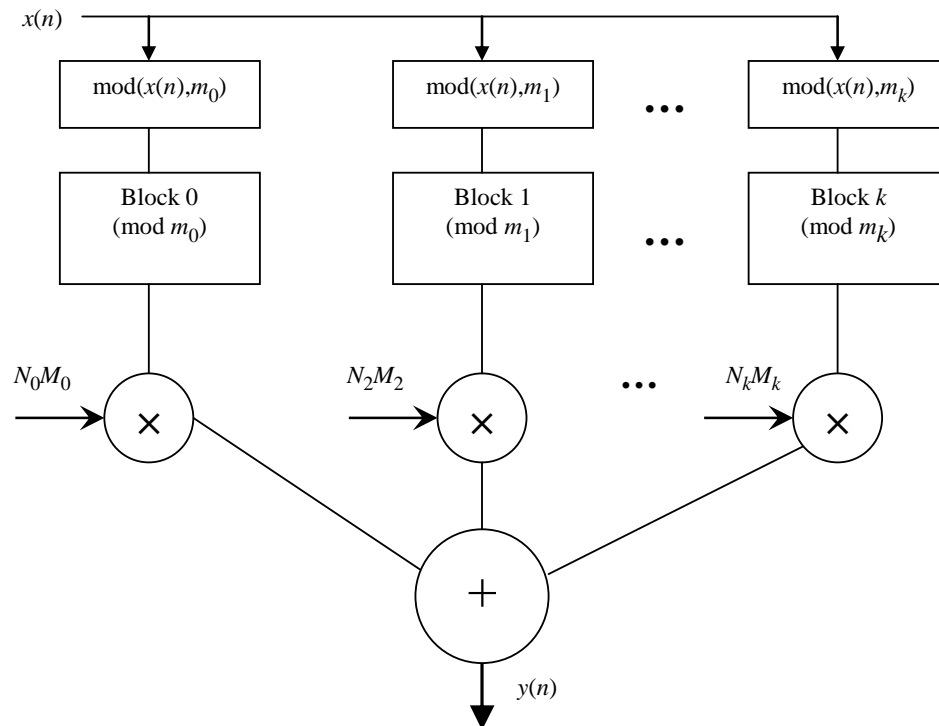
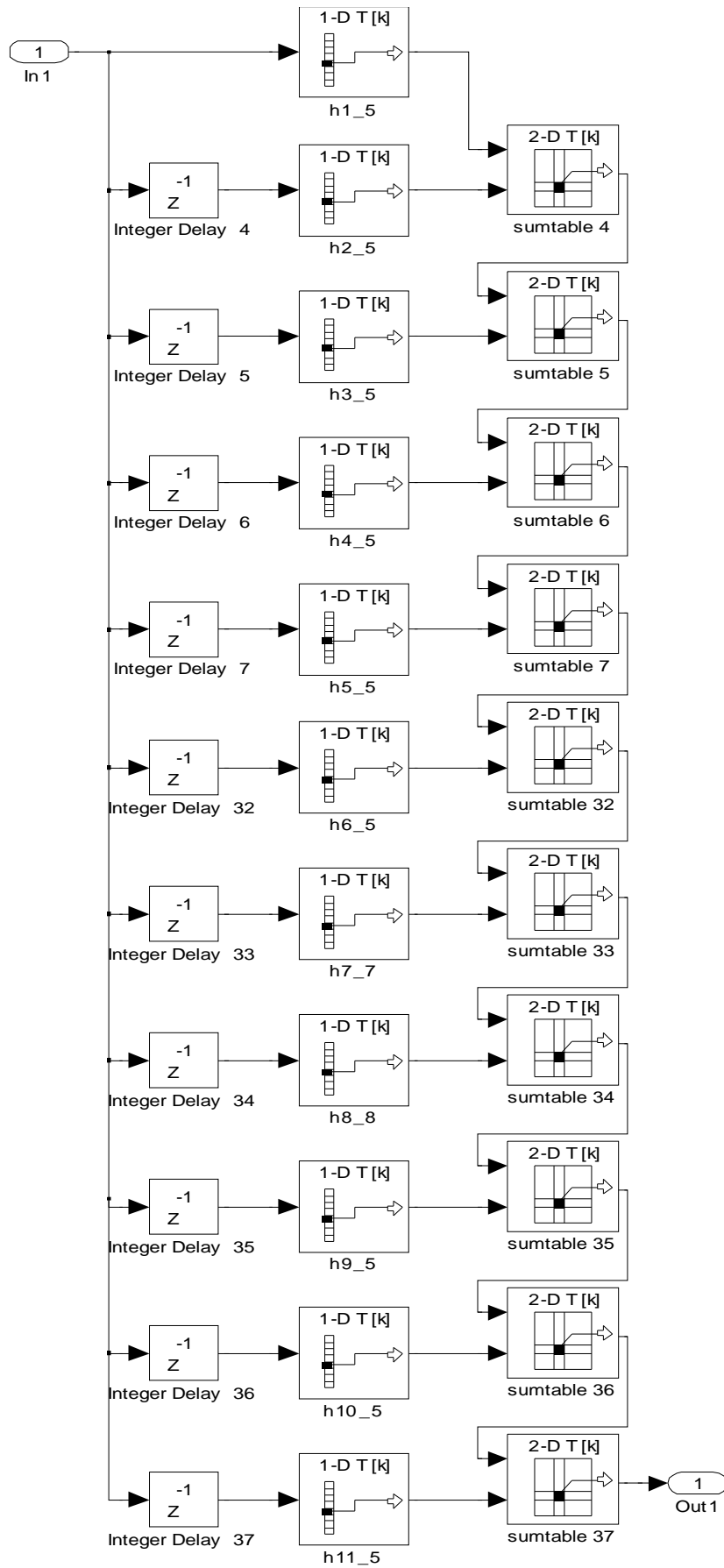


Рис. 2

Рассмотрим пример синтеза КИХ-фильтра 10-го порядка (11 коэффициентов) в среде Simulink пакета математического моделирования Matlab. Разрядность входного сигнала равна 10. Разрядность коэффициентов фильтра также будет равна 10. Рассчитаем с запасом необходимый размер поля M . Максимальное значение 10-разрядных входного сигнала и коэффициента равно 1023, всего 11 коэффициентов. Следовательно, максимальное значение отсчета не должно превышать $1023 \cdot 1023 \cdot 11 = 11\,511\,819$. Исходя из этого, подберем подходящий размер поля. Возьмем число $M = 11\,741\,730 = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 13 \cdot 17 \cdot 23$. Числа $m_0 = 2$, $m_1 = 3$, $m_2 = 5$, $m_3 = 7$, $m_4 = 11$, $m_5 = 13$, $m_6 = 17$ и $m_7 = 23$ являются взаимно простыми, что удовлетворяет условиям китайской теоремы об остатках. Далее, в соответствии со структурой на рис. 2, каждый входной отсчет будет взят по модулю 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17 и 23 и поступит на фильтры, в которых все вычисления производятся по соответствующим модулям.

Пример фильтра по модулю $m_2 = 5$ приведен на рис. 3. Напомним, что в этом фильтре все вычисления производятся по модулю 5. Он состоит из 10 элементов задержки, 11 таблиц, в которые записаны векторы со всеми возможными значениями входного сигнала, умноженными на соответствующий коэффициент (по модулю 5), и 10 таблиц сложения для $GF(5)$. И, таким образом, вместо операции умножения (и сложения) будет осуществляться операция выборки по адресу из таблицы умножения (сложения). Адресом же и будут служить перемножаемые числа. Все остальные блоки «block 0», «block 1», ..., «block 7» имеют аналогичную структуру.



Puc. 3

Для восстановления результата в целочисленном виде потребуется найти числа N_i и M_i $\left(M_i = \frac{M}{m_i} \right)$, следовательно, $M_0 = \frac{11\,741\,730}{2} = 5\,870\,865\sqrt{b^2 - 4ac}$, $M_1 = \frac{11\,741\,730}{3} = 3\,913\,910$, $M_2 = \frac{11\,741\,730}{5} = 2\,348\,346$, $M_3 = \frac{11\,741\,730}{7} = 1\,677\,390$, $M_4 = \frac{11\,741\,730}{11} = 1\,067\,430$, $M_5 = \frac{11\,741\,730}{13} = 903\,210$, $M_6 = \frac{11\,741\,730}{17} = 690\,690$, $M_7 = \frac{11\,741\,730}{23} = 510\,510$. Воспользовавшись алгоритмом Евклида, получаем: $N_0 = N_2 = N_3 = N_4 = 1$, $N_1 = -1$, $N_5 = 3$, $N_6 = -6$, $N_7 = -11$. Итак, $N_i M_i = [5870865 \ -3913910 \ 2348346 \ 1677390 \ 1067430 \ 27096630 \ -4144140 \ -5615610]$.

Значения коэффициентов получаем с помощью утилиты Filter Design среды Matlab, задав следующие параметры: фильтр нижних частот, метод расчета – Kaiser Window, порядок фильтра – 10, частота дискретизации – 8 кГц, частота среза – 1 кГц, разрядность входных данных – 10. АЧХ такого фильтра изображена на рис. 4.

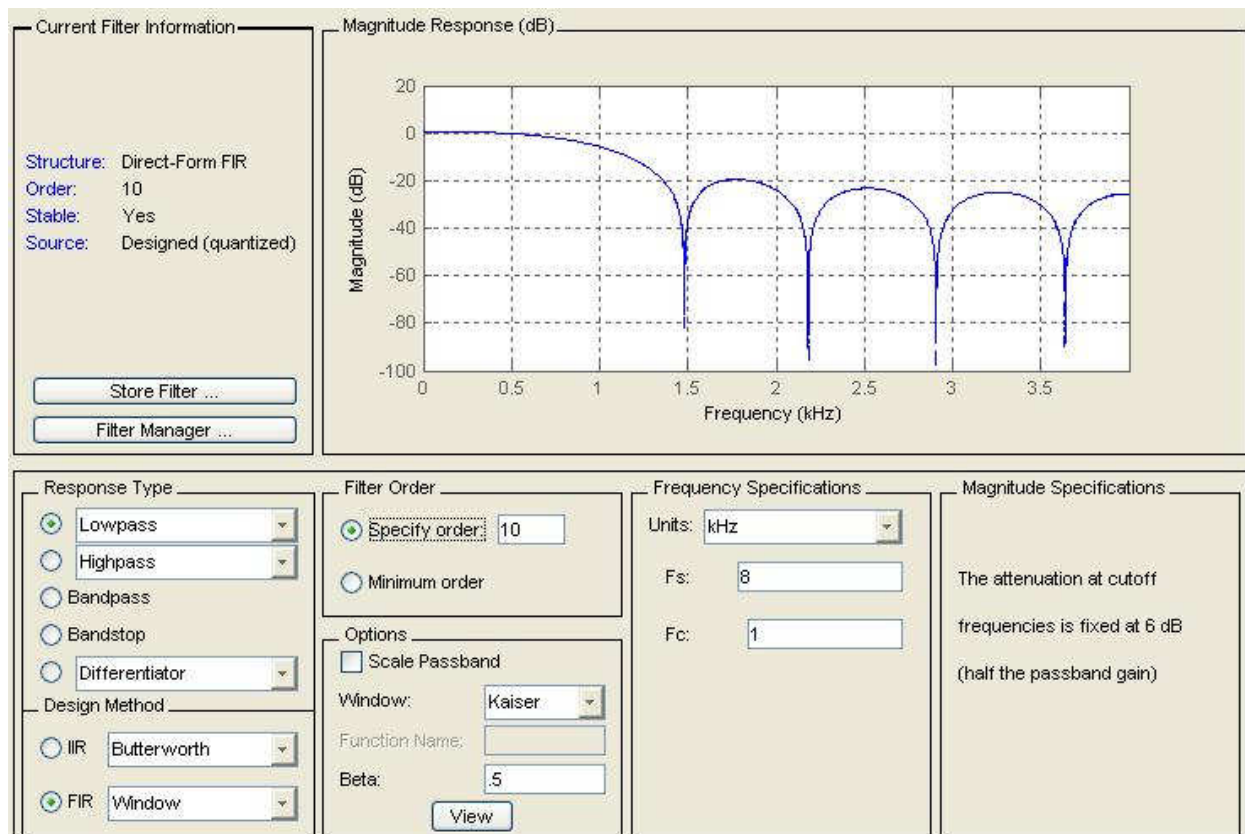


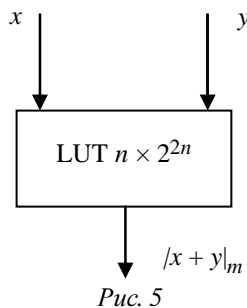
Рис. 4

Аппаратная реализация цифровых фильтров. Классический цифровой КИХ-фильтр состоит из элементов задержки, умножителей и сумматора, на выходе которого получаем выходной отсчет (см. рис. 1). При этом если фильтр k -го порядка, то потребуется $(k + 1)$ умножение. А, как известно, операция умножения требует больше всего затрат времени и оборудования. Например, при реализации на ПЛИС, при n -разрядном сигнале для одного умножения потребуется n^2 элементарных операций, т. е. n^2 логических элементов, следовательно, для фильтра k -го порядка только на умножение уйдет $k n^2$ элементов.

Порядки современных фильтров могут достигать десятков тысяч при 10-...16-разрядном сигнале. Таким образом, только для умножения в подобном фильтре потребуется несколько миллионов логических элементов.

При аппаратной реализации КИХ-фильтра в конечных полях сокращение количества требуемых логических элементов достигается благодаря особенностям реализации операций сложения и умножения. Поскольку в каждом из блоков (см. рис. 2) используются модулярные операции, для высокой эффективности необходимо использовать специально спроектированные для таких систем сумматоры и умножители.

Существует достаточно большое количество подходов к реализации сумматоров по модулю m . Далее будут рассмотрены наиболее типичные и простые схемы модулярного суммирования [4].



Первая из них вычисляет модульную сумму $x + y$ с помощью таблицы подстановок (LUT) размером $n \times 2^{2n}$ (рис. 5). Для двух соответствующих элементов просто выбирается ответ из большой таблицы. Это решение очень хорошо подходит для случаев, когда длина слова мала.

Для больших модулей память таблицы подстановок (LUT) была бы значительного размера, и другие схемы суммирования оказываются в этом случае более предпочтительными. Следующее предложение основывается на обычном суммировании $x + y$ и одной таблице, содержащей все возможные значения для $x + y$ по модулю m (рис. 6). При этом существенно сокращается размер подстановочной таблицы с $n \times 2^{2n}$ до $n \times 2^{n+1}$, что дает возможность расширять набор модулей в случае необходимости большего динамического диапазона или избыточных модульных каналов для коррекции ошибок.

Третья схема суммирования является самой распространенной и наиболее предпочтительной в большинстве случаев. В этой схеме используется 2 сумматора и мультиплексор для выбора результата в соответствии с выражением

$$|x + y|_m = \begin{cases} x + y, & 0 \leq x + y \leq m, \\ x + y - m, & m \leq x + y, \end{cases}$$

что показано на рис. 7, где μ – аппаратная разрядность сумматора.

Теперь перейдем к реализации умножителей. Одним из вариантов реализации модулярного умножителя является, как и в случае сложения, использование большой таблицы подстановок, когда для двух соответствующих элементов просто выбирается ответ из большой таблицы. Это решение, как и для сложения, очень хорошо подходит в случаях, когда длина слова мала.

Другой вариант – использование умножителей, основанных на арифметике указателей. Их применение ограничено простыми модулями и базируется на осуществлении преобразования в степенную форму (так называемое степенное исчисление), в котором умножение может осуществляться быстрее посредством операции суммирования.

Метод работы этого умножителя связан с математическими свойствами полей Галуа. Все ненулевые элементы поля Галуа могут быть получены многократным возведением в степень примитивного элемента – порождающего поле $GF(p)$ элемента g_j . Это свойство полей

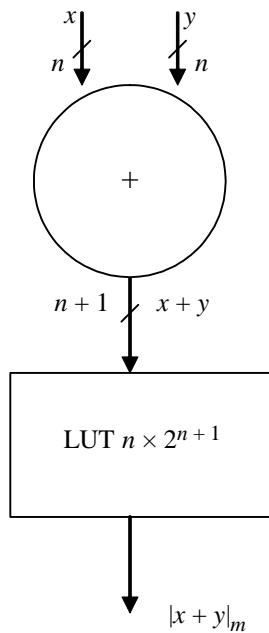


Рис. 6

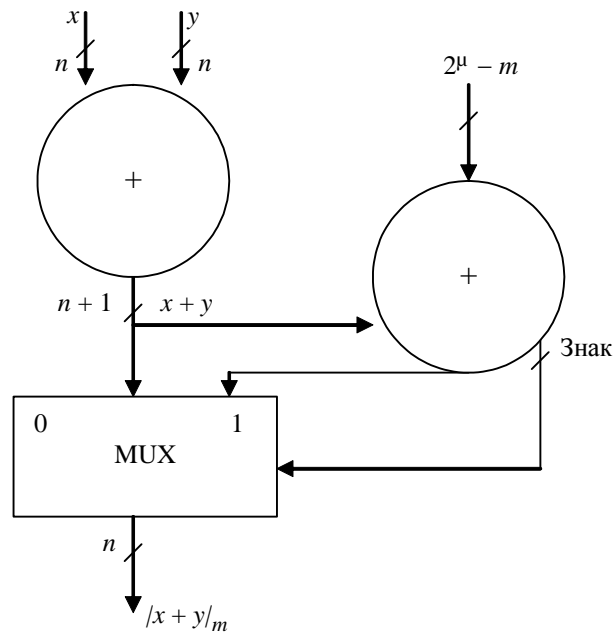


Рис. 7

Галуа можно использовать для умножения в $GF(m_j)$ благодаря использованию изоморфизма между мультипликативной по модулю m_j группой $Q = \{1, 2, \dots, m-1\}$ и аддитивной по модулю $(m_j - 1)$ группой $I = \{0, 1, \dots, m-2\}$. Этот изоморфизм может быть установлен следующим образом:

$$\forall q_n \in Q \quad \exists i_n \in I : q_n = g^{i_n},$$

и умножение над полем $GF(m)$ может производиться по формуле

$$|q_j q_k|_m = g^{|i_j + i_k|_{m-1}}.$$

Таким образом, 2 числа q_j и q_k можно перемножить, вычисляя модулярную сумму соответствующих указателей i_j и i_k , а затем проводя обратное преобразование из степенного пространства в исходный вид. Необходимо специально обрабатывать случаи, когда один из операндов на входе умножителя равен нулю, и в этом случае назначать нулевой результат произведения. Это происходит потому, что не определен элемент в степенном пространстве, соответствующий нулевому элементу группы Q . Степени i_j и i_k для q_j и q_k , соответственно, могут быть заранее вычислены и помещены в LUT. Сложение степеней выполняет сумматор по модулю $m_j - 1$. Обратное преобразование из степенного представления i_j и i_k в исходное q_j и q_k также может быть выполнено с помощью предварительно вычисленных LUT. Такой умножитель показан на рис. 8.

Из всего изложенного можно заключить, что преимущества при реализации цифровых фильтров в конечных полях достигаются благодаря замене умножителей и сумматоров эквивалентными схемами, которые при определенных условиях позволяют существенно сэкономить аппаратные ресурсы и реализовать фильтры с улучшенными параметрами. В частности, при реализации на ПЛИС вместо аппаратных умножителей и сумматоров

ров используются структуры, которые могут строиться на основе памяти типа ROM (Read Only Memory). Стоимость же такой памяти на порядок меньше стоимости ПЛИС, необходимых для реализации эквивалентного по параметрам фильтра.

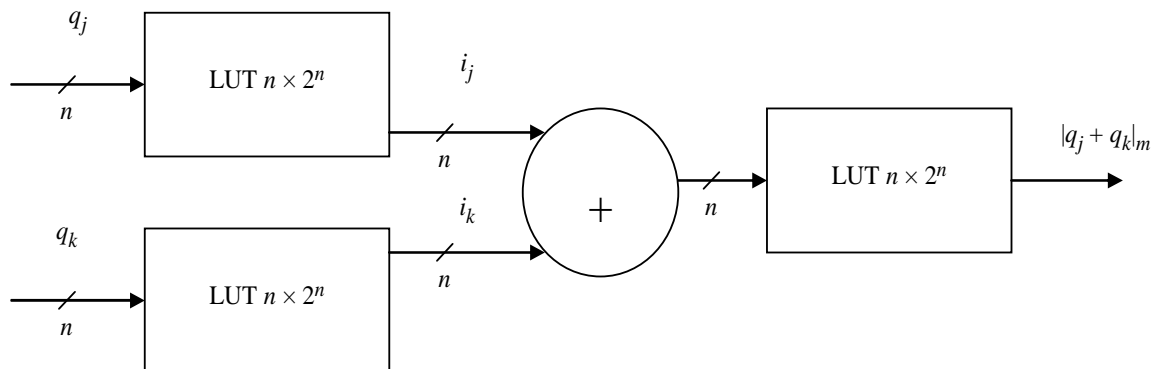


Рис. 8

Кроме того, сама структура (см. рис. 2) имеет ряд неоспоримых преимуществ:

- Независимость каждого канала по отдельному модулю обеспечивает значительную гибкость при планировке и топологическом проектировании кристалла.
- Реализация таких устройств на основе ПЛИС, обладающих меньшими вентиляльными ресурсами, может быть легко перепланирована и размещена в нескольких кристаллах.
- Трассировочные межсоединения распространяются только внутри отдельного вычислительного канала, что исключает наличие длинных трасс и, как следствие, обеспечивает некоторое уменьшение потребляемой мощности и уменьшение задержек по критическим путям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы цифровой обработки сигналов: Курс лекций / А. И. Солонина, Д. А. Улахович, С. М. Арбузов и др. СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
2. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов / Пер. с англ. М.: Мир, 1989.
3. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М.: Мир, 1978.
4. Червяков Н. И., Дьяченко И. В. Принципы построения модулярных сумматоров и умножителей: Сб. науч. тр. Зеленоград, 2006.

D. I. Kaplun

DIGITAL FILTERS IN FINITE FIELDS

This paper describes a new method for design digital filters. This technique presents possibility of synthesis of arbitrary order Finite Impulse Response (FIR) filters implemented in finite fields. There is a structure of FIR-filters in finite fields. As a result methods of hardware implementation filters in finite fields are given.

Digital filters, finite fields, Galois fields, Chinese theorem about rests, FIR-filter, hardware implementation of adder and multiplier, LUT-table, PLD



УДК 338.24; 316.422

В. А. Дрецинский, М. А. Марков

ОСОБЕННОСТИ ПРОДВИЖЕНИЯ ИННОВАЦИЙ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассматриваются этапы и особенности продвижения инноваций в сфере информационных технологий. Предложены методы продвижения инновационного программного обеспечения.

Инновации, процесс разработки инновационного программного обеспечения, особенности и методы продвижения инновационного программного обеспечения

В российской экономике наметились значительные структурные изменения. Особенно это касается постепенного усиления внимания к науке и приоритетным технологиям, поворота экономики на инновационный путь развития. В приоритетных или, как их еще называют, критических технологиях одними из ведущих являются информационно-телекоммуникационные технологии на базе новых поколений компьютеров, мультимедиа, фотоники, национальных информационных систем, Интернета*. Россия имеет достаточно сильные позиции в области наукоемкого программирования и содержательного наполнения инновационного программного обеспечения. При сценарии инновационного прорыва Россия имеет возможность занять лидирующие позиции в наукоемком отечественном и офшорном программировании, в формировании национальных и глобальных информационных систем в области науки, образования, культуры, экологии, существенно увеличив свою долю в мировой информационной квазиrente [1].

Вместе с тем успехи российских информационных технологий используются, в основном, информационными транснациональными корпорациями. Основными причинами этого являются низкий уровень менеджмента инноваций в сфере информационных технологий и недостаточно вдумчивая работа по охране интеллектуальной собственности. В этой связи исследования в области разработки основ коммерциализации и продвижения информационных технологий представляются весьма актуальными. В качестве инноваций в

* Стратегия развития науки и инноваций в Российской Федерации на период до 2015 года. Утверждена Межведомственной комиссией по научно-инновационной политике (протокол от 15 февраля 2006 г. № 1).

данной статье будем рассматривать инновационное программное обеспечение (ИПО), под которым будем понимать специализированное программное обеспечение с принципиально новыми потребительскими свойствами.

Рассмотрим подробнее процесс разработки инновационного программного обеспечения. Проект по разработке ИПО обычно включает в себя следующие этапы: бизнес-моделирование, анализ требований, разработку архитектуры, кодирование, тестирование, документирование и сопровождение.

Бизнес-моделирование представляет собой анализ бизнес-процессов в конкурентной среде, предварительных требований потребителей к ИПО и распределение объема работ между исполнителями.

На этапе анализа требований происходит определение требуемых функциональных характеристик и интерфейса ИПО. Все конфликты в требованиях должны быть разрешены, а сами требования систематизированы и документированы. От данного этапа напрямую зависит конечный успех инновационного проекта.

Этап разработки архитектуры подразумевает проектирование, выбор алгоритмов решения задач ИПО.

На этапе кодирования происходит перевод результатов этапа проектирования на язык программирования.

Тестирование – это процесс, позволяющий проверить корректность работы программы, выявить и исправить возможные ошибки.

На этапе документирования выполняется подготовка полного пакета документации по ИПО: проектной, технической, пользовательской и маркетинговой.

Сопровождение – это процесс улучшения продукта путем внесения изменений в уже эксплуатируемое ИПО с целью исправления ошибок, дефектов разработки, усовершенствования или адаптации продукта к новым условиям.

Традиционно выделяют следующие модели процесса разработки ИПО:

– *каскадную*, представляющую поэтапное создание продукта, без возможности реагирования на изменение каких-либо условий;

– *возвратную*, предусматривающую возможность возврата на предыдущую стадию разработки для внесения корректировок или исправлений, что требует огромных затрат;

– *спиральную*, представляющую движение по спирали между анализом, проектированием, разработкой и выпуском. Данная модель является наиболее гибкой с точки зрения реакции на изменения условий и заслуженно получила наибольшее распространение на данный момент. Поэтому авторы настоящей статьи считают, что при разработке инновационного программного обеспечения наиболее целесообразно использовать спиральную модель, так как при продвижении инноваций необходимо оперативное реагирование на изменения в потребностях рынка и совершенствование технологий.

На всех этапах создания проекта в качестве исполнителей присутствует группа программистов. На первых двух этапах и на последнем помимо группы программистов активное участие в проекте принимает эксперт или группа экспертов в той области, для которой проектируется программное обеспечение. Как показывает практика, технические специалисты не обладают достаточным объемом знаний и навыков для привлечения инве-

стиций. Они не могут создать качественный бизнес-план, оформленный по мировым стандартам. А для привлечения первоначальных инвестиций требуется как минимум наличие трех составляющих: хорошей идеи, эффективной команды проекта, ориентированной на успех, и качественного бизнес-плана. Без наличия этих трех пунктов проект окажется сразу в числе тех 90 % проектов*, которые по статистике отклоняются инвестором сразу и не получают инвестиции. Инвестор перед тем, как вложить свои средства в проект, должен проанализировать его детально, а такие исследования достаточно дороги: их стоимость составляет в среднем от 50 до 250 тыс. р. А если присутствует некачественный бизнес-план или участники проекта не сильно заинтересованы в успехе, то это сразу может оттолкнуть инвестора, какой бы хорошей идея проекта не была.

Именно поэтому для успешной реализации проекта по разработке инновационного программного обеспечения необходим квалифицированный менеджмент. Менеджер и маркетолог инновационного проекта играют главную роль. Именно на них ложится обязанность по продвижению ИПО. Без активных действий менеджера и маркетолога проект не сможет получить необходимый объем инвестирования как на начальном этапе продвижения для возможности разработки, так и на стадии сопровождения для эффективной «раскрутки» продукта.

Но здесь возникает проблема. Многие специалисты и эксперты отмечают острую нехватку в России квалифицированных менеджеров и маркетологов в сфере разработок и продвижения инноваций, в том числе и в области информационных технологий.

Так, в числе причин возможных неудач проектов по разработке программного обеспечения, по мнению разработчиков, фигурируют [2]:

- нечеткая и неполная формулировка требований к ИПО из-за недостаточного привлечения потребителей к работе над проектом;
- отсутствие необходимых ресурсов вследствие ошибок в расчете бюджета;
- неудовлетворительное планирование процессов разработки и отсутствие грамотного управления проектом;
- частое изменение требований и спецификаций проекта;
- недостаточная поддержка со стороны высшего руководства;
- новизна и несовершенство используемой технологии программирования;
- недостаточно высокая квалификация разработчиков, отсутствие необходимого опыта.

Таким образом, все, кроме двух последних пунктов, можно поставить в вину менеджменту, и только два последних – программистам. За четкую формулировку требований и вовлечение пользователей в процесс разработки должен отвечать маркетолог, проводивший анализ рынка. Отсутствие ресурсов – это вина менеджера, который не смог получить достаточный объем инвестиций. Неудовлетворительное планирование, смена требований и недостаточная поддержка – это опять же вина менеджера с точки зрения его квалификации как управленца. Из всех нереализованных проектов более 37 % составляют проекты с неточными, неполными или неправильно управляемыми требованиями [3]. Также смена требований может привести к увеличению стоимости проекта в среднем на 40 %.

* Соммерсби С. Как получить венчурный капитал. Опубликовано на сайте www.cfin.ru 16.01.2007. (http://www.cfin.ru/investor/venture/venture_bid.shtml)

Квалификация менеджеров и маркетологов, в достаточной степени, зависит от инструментария и методов работы, которыми они располагают. А четких методов продвижения инновационной продукции в сфере информационных технологий на сегодняшний момент мало и зачастую они не учитывают особенностей отрасли.

Среди особенностей ИПО, оказывающих влияние на его продвижение, можно выделить следующие:

- короткий жизненный цикл инновации, как правило, менее 1,5 лет, что требует максимально оперативного руководства по продвижению инновации;
- большие затраты средств на высокорисковом восходящем этапе продвижения инновации, в том числе доля затрат на оплату труда разработчиков;
- относительная доступность технологий разработки программного обеспечения, что влечет быструю активизацию конкурентов. Таким образом, для успеха инновационного проекта в сфере информационных технологий важнейшее значение принимает перспективная идея продукта;
- сложность защиты интеллектуальной собственности, ноу-хау от несанкционированного использования;
- непредсказуемость в процессе смены технологий и платформ программирования: так, до недавнего времени платформа J2EE считалась самой технологичной, а с появлением платформы .Net это уже не очевидно;
- отсутствие разработок-аналогов, ограничивающее возможность использования типовых проектных решений и шаблонов, что не способствует уменьшению объема работы и срока выполнения проектов;
- частое изменение требований к ИПО и его характеристик в процессе продвижения.

Таким образом, менеджеру и маркетологу инновационного проекта необходима почти молниеносная реакция на любые изменения окружающей среды. Для менеджеров важно быть компетентными в вопросах сертификации качества своей продукции и услуг, оформления прав на интеллектуальную собственность и т. д. Им необходимо в совершенстве владеть методами продвижения инноваций в сфере информационных технологий, методами принятия решений и оценки эффективности инновационных проектов, отличающимися от применяемых в других, давно сформировавшихся отраслях.

С учетом выявленных особенностей в сфере информационных технологий, можно рекомендовать следующие *методы продвижения инновационного программного обеспечения*. При их создании, по мнению авторов статьи, можно воспользоваться известной в маркетинге системой принципов рекламного обращения «AIDA» (attention – внимание, interest – интерес, desire – желание, action – действие), предложенной американским предпринимателем Э. Левисом в 1896 г. К тому же, при использовании данной системы принципов, прослеживается параллель с рекомендованной авторами методикой спирального процесса разработки ИПО.

Первый принцип ориентирован на привлечение внимания потенциальных венчурных инвесторов к инновационному проекту. Для данной цели могут использоваться *технологии ATL и BTL*, т. е. реклама в СМИ, на телевидении, в компьютерных журналах, на специализированных выставках, всевозможные промо-акции, а также непосредственная реклама продукта на предприятиях и др. Также необходимо участие организации в *венчурных ярмарках*.

В качестве эффективного метода может быть рекомендован *метод демонстрации виртуальной модели инновации*, полученной по результатам теоретических исследований, т. е. демоверсии потенциального программного обеспечения, показывающей будущие возможности разработки. Демоверсия должна быть наглядной и понятной для потенциального инвестора.

На данном этапе огромное внимание организации, выполняющей проект по созданию инновационного программного обеспечения, следует уделить подготовке и тщательной проверке своей юридической и финансовой документации. Таким образом, организация должна быть готова к проведению аудита по инициативе инвестора, для получения инвестиционных средств.

С точки зрения технологии программирования на данном этапе может быть весьма удачна *методология «экстремального» программирования*, заметно повышающая темпы разработки ИПО. Основная цель экстремального программирования – «создание высококачественных программ, одно из главных средств – отказ от всего, что не поддерживает непосредственно эту цель». Методология экстремального программирования утверждает: «Если вы примете все ее принципы, если будете работать вместе с вашими заказчиками, если сконцентрируетесь на том, что действительно важно, то успешно выполните задачу разработки программного обеспечения» [4].

Второй принцип связан с подготовкой рынка к появлению инноваций. На данном этапе организация должна четко *позиционировать* свой инновационный продукт по отношению к конкурентам. В соответствии с *методом аналогий* рекомендуется провести сравнение для потребителей ИПО с известными разработками ведущих фирм отрасли, например, с такими как Microsoft, IBM, Borland. Для команды разработчиков было весьма эффективно воспользоваться *методикой метафоры систем* из экстремального программирования, по которой разрабатываемый программный продукт или фрагмент кода сравниваются с аналогичными продуктами и при этом вводятся поэтические метафоры, для унификации понятий и формирования визуального восприятия, что способствует упрощению понимания задач. Таким образом, улучшается качество кода и скорость разработки.

Третий принцип связан с формированием рынка и внедрением инноваций на этот рынок. В качестве главного метода на данном этапе может выступать *семплинг*, т. е. пробный маркетинг. Пользователям могут быть предложены следующие варианты: возможность бесплатного использования данного программного обеспечения либо с полной функциональностью, но с ограничением по сроку использования или количеству раз использования, либо продукт с большими ограничениями по функциональности. При приобретении потребителями прав на использование продукта все ограничения снимаются. Такой подход с использованием условно-бесплатного программного обеспечения (shareware) дает возможность пользователю попробовать продукт и способствует появлению желания приобрести его.

Для привлечения инвестиций на данном этапе, по мнению авторов статьи, целесообразно внедрение в практику работы небольших IT-компаний *метода капитализации*, за счет эмиссии акций, продажи прав на использование инновационного программного обеспечения. Как показывает практика, при наличии у организации одного или нескольких отличительно зарекомендовавших себя продуктов, возможно проведение операции поглощения данной организации крупным игроком на рынке информационных технологий или покупка исключительных прав на данные продукты.

Четвертый принцип связан с методами расширения продаж хорошо зарекомендовавшей себя продукции, привязки интегрированных фирм к новым технологиям, создания продуктовых платформ и диверсификации технологий применительно к новым отраслям и новым потребительским свойствам. На данном этапе необходимо осуществление *сопровождения продукта* после передачи его в эксплуатацию, заключающееся в регулярном распространении среди потребителей всевозможных дополнений и исправлений к данному продукту. Это способствует улучшению имиджа организации-разработчика и, соответственно, привязке потребителей к продуктам данной организации. Этап очень важен с точки зрения продвижения инновационного программного обеспечения, так как он занимает по времени около 2/3 всего жизненного цикла инновации. В отношении применения продукции к новым отраслям, может быть полезным использование сочетания *методов морфологического анализа, синектики и функционально-стоимостного анализа*, которые могут привести к очень интересным вариантам использования продукта. Метод синектики позволяет выделить перспективные идеи в группе людей, метод морфологического анализа может помочь в получении набора оригинальных технических решений, а метод функционально-стоимостного анализа позволяет оптимизировать соотношение между новыми функциями и свойствами продукта и стоимостью их реализации для выбора наиболее перспективных решений.

Кроме того, на данном этапе, когда организация уже набрала большой опыт и знания и ее бизнес достаточно развит, рекомендуется использовать *метод* из области программной инженерии *по созданию фабрик программного обеспечения*. «Фабрика программного обеспечения – это согласованный набор процессов, средств и других ресурсов, используемых для ускорения всего цикла создания тех или иных программных компонентов, приложений или систем. Ускорение достигается за счет того, что специалисты получают руководства или рекомендации, в которых устанавливается последовательность действий, а именно, что нужно делать, когда, почему и как. Главенствующую роль играет формализация процесса: компоненты, которые могут быть быстро собраны и настроены, прототипы систем, которые можно быстро подготовить, а также специализированные средства, полностью или частично автоматизирующие механические рутинные задачи» [5]. Продукты для создания фабрик программного обеспечения активно продвигают компании Microsoft и IBM. Таким образом, данный метод позволит существенно сократить сроки разработки программного обеспечения, увеличить его качество и заметно снизить затраты на разработку.

Однако, помимо перечисленных методов, необходимо дополнительно разработать методы, позволяющие оценивать инновационный потенциал идеи, определять результаты продвижения инновационного программного обеспечения на каждом этапе жизненного цикла инновации.

Таким образом, для успешной реализации инновационного проекта в сфере информационных технологий необходимо наличие команды, где каждый должен заниматься своим делом. В проекте обязательно участие квалифицированных менеджера проекта и маркетолога. Менеджмент должен быть последовательным в своих требованиях и должен действовать в соответствии с особыми методами продвижения инноваций в сфере информационных технологий.

В заключение хочется напомнить изречение французского публициста Оноре Мирабо: «Для того чтобы хорошо управлять, порядок и последовательность нужнее великих дарований».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яковец Ю. В., Кузык Б. Н., Кушлин В. И. Прогноз инновационного развития России на период до 2050 года с учетом мировых тенденций // Инновации. 2006. № 3 (90). С. 7–12.
2. Вендров А. М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: Учеб. М.: Финансы и статистика, 2006.
3. Леффиигуэлл Дин, Уидриг Дон. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Унифицированный подход / Пер. с англ. М.: Вильямс, 2002.
4. Астелс Дэвид, Миллер Гранвилл, Новак Мирослав. Практическое руководство по экстремальному программированию. М.: Вильямс, 2002.
5. Greenfield Jack, Short Keith. Software Factories: Assembling Applications with Patterns, Models, Frameworks, and Tools. New York: Wiley, 2004.

V. A. Dreshinsky, M. A. Markov

SPECIFICITY OF PROMOTION OF INNOVATIONS IN INFORMATION TECHNOLOGIES TO THE MARKET

The article deal with defining stages and specificity of promotion of innovations in information technologies. The article offers methods for promotion of innovative software.

Innovations, development process of innovative software, specificity and methods for promotion of innovative software

УДК 658+338.22.021.4

Т. О. Гаврилова, С. Е. Гаврилов

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Рассмотрены такие проблемы, как отсутствие единого подхода к внедрению корпоративных информационных систем и отсутствие единой оценки эффективности внедрения. Для их решения предложены комплексный подход с обобщением известных вариантов внедрения, а также рассмотрение эффективности с позиции пяти важнейших элементов (участников) окружения проекта внедрения.

Корпоративные информационные системы, проектный подход, варианты внедрения КИС, эффективность внедрения КИС, суммарная оценка эффективности

Сегодня все больше и больше различных предприятий осознают необходимость внедрения корпоративной информационной системы (КИС) для совершенствования своей деятельности. Основными предпосылками внедрения КИС является рост сложности современного бизнеса, диверсификация деятельности в пределах предприятия и высокий уровень развития информационных технологий в обществе.

КИС представляет собой набор интегрированных приложений, позволяющих создать единую среду для автоматизации планирования, учета, контроля и анализа всех основных бизнес-операций предприятия, таких как производство, финансы, снабжение, хранение, техническое обслуживание и т. д. [1]. К этому перечню можно добавить поддержку управления сбытом и сервисом, управление цепочками поставок, а иногда и стратегии отношений с клиентами.

Очевидно, что в каждом конкретном случае, в зависимости от решаемых задач, структуры КИС будут различаться. Тем не менее, можно назвать приложения, входящие в состав практически любой КИС:

- ERP – управление ресурсами предприятия.
- PLM – управление жизненным циклом изделия на всех этапах, начиная с разработки, включая производство, и заканчивая послепродажным обслуживанием и выводом изделия из эксплуатации.

- MES – оперативное управление производством.
- CRM – управление взаимоотношениями с клиентами – поддержка продаж, маркетинга и обслуживания.
- CPM – управление общей эффективностью компании на базе сбалансированной системы показателей (BSC).
- SCM – управление цепочкой поставок, начиная от поставщиков и заканчивая покупателями продукции, деятельность которых не является предметом автоматизации.
- EPM – управление проектами.
- Demand Planning – прогнозирование спроса на продукцию на основе исторических данных, прогнозов дилеров и динамики рынка, с учетом сезонности, маркетинговых кампаний и прочих факторов.
- Docflow – система документооборота.
- Workflow – система организации рабочего пространства.
- EDS-системы – системы моделирования и представления бизнес-процессов.

Необходимо отметить, что КИС позволяет решить не только «внутренние» задачи организации – эффективное планирование всей финансовой и хозяйственной деятельности, сокращение потерь рабочего времени, снижение рисков и увеличение прибыли, но и «внешние» задачи, связанные с повышением доверия инвесторов путем формирования максимальной прозрачности бизнеса.

Внедрение КИС до сих пор является одним из наиболее рискованных шагов, на которые руководство решается вовсе не из-за преклонения перед могуществом высоких технологий, а в силу жизненной необходимости.

Видится целесообразным применение проектного подхода при рассмотрении задачи внедрения. По данным Международной ассоциации Управления проектами (IPMA), использование современной методологии и инструментария управления проектами позволяет обычно сэкономить порядка 20–30 % времени и около 15–20 % средств, затрачиваемых на осуществление решений [2]. Если обратиться к определению проекта и вариантам классификации [3], то внедрение КИС можно характеризовать, как сложный комбинированный проект области информационных технологий (ИТ-проект). Сложность проекта связана с охватом каждого подразделения и каждого сотрудника предприятия, а также требованием высокой компетенции и профессионализма как в сфере ИТ, так и в проектной деятельности от исполнителей.

Можно выделить две основные проблемы на пути внедрения КИС в организации: 1) отсутствие единого подхода внедрения КИС; 2) отсутствие единой оценки эффективности внедрения.

Если говорить о существующих вариантах внедрения КИС, то они, как правило, сводятся к какому-либо одному из трех следующих:

- I. Внедрение по отношению к старой информационной системе:
 - 1) параллельное внедрение осуществляется путем одновременной работы старой и новой систем;
 - 2) скачкообразное внедрение – в кратчайшие сроки отказ от старой и внедрение новой системы;
 - 3) пробное внедрение реализуется путем применения новой системы к ограниченному числу процессов или небольшому участку деятельности.

II. Внедрение по отношению к команде проекта:

- 1) внешними специалистами с параллельной подготовкой собственной команды для дальнейшего сопровождения системы;
- 2) привлеченными в команду обученными специалистами «со стороны»;
- 3) командой сторонних специалистов с последующей передачей сопровождения системы на аутсорсинг.

III. Внедрение в зависимости от размеров предприятия:

- 1) системы, разрабатываемой «с нуля» индивидуально, с учетом всех особенностей бизнес-процессов;
- 2) «преднастроенных» систем, которые имеют «отраслевые» или «типовые» функции и наработки (они примерно на 80 % учитывают потребности среднего предприятия отрасли и примерно на 20 % требуют доработки в соответствии с индивидуальными требованиями заказчика);
- 3) использование услуги по аренде приложений (ASP-сервис), заключающейся в установке КИС на серверах провайдера приложений, который обеспечивает доступ клиента к ним. Это создает возможность легкого доступа к приложениям, обеспечивает надежность их функционирования, не требует покупки дорогостоящих серверов, лицензий, оплаты внедренческих услуг и содержания большого ИТ-отдела по поддержке системы.

Иначе говоря, руководству необходимо принять решение о наиболее приемлемом сочетании вышеуказанных параметров в проекте внедрения КИС. Анализ ситуации позволяет предложить комплексный подход с обобщением известных вариантов (см. таблицу).

Внедрение по отношению к старой информационной системе	Внедрение по отношению к команде проекта		
	внешними специалистами с // подготовкой собственной команды для сопровождения	привлеченными в команду специалистами «со стороны»	командой сторонних специалистов с последующей передачей сопровождения системы на аутсорсинг
Параллельное	Разработка «с нуля»	Разработка «с нуля»	Разработка «с нуля»
	Разработка «тяжелой системы»	Разработка «тяжелой системы»	Разработка «тяжелой системы»
	–	–	Аренда приложений
Скачкообразное	Разработка «с нуля»	Разработка «с нуля»	Разработка «с нуля»
	Разработка «тяжелой системы»	Разработка «тяжелой системы»	Разработка «тяжелой системы»
	–	–	Аренда приложений
Пробное	Разработка «с нуля»	Разработка «с нуля»	Разработка «с нуля»
	–	–	–
	–	–	Аренда приложений

Таким образом, можно отметить, что не все параметры сочетаются друг с другом, например, «преднастроенные» системы не могут внедряться на часть процессов или отдельный участок деятельности, так как из-за своей «преднастроенности» рассчитаны на все предприятие целиком. Использование же услуги по аренде приложений подразумевает ее оказание командой сторонних специалистов с последующей передачей сопровождения системы на аутсорсинг.

Выбор того или иного варианта внедрения зависит от различных аспектов, таких как размер предприятия, финансовые возможности, сложность деятельности, отношение руководства к риску.

Наиболее крупным предприятиям зачастую не обойтись без КИС, разработанной «с нуля» индивидуально, с учетом всех особенностей бизнес-процессов, особенно если деятельность отличается сложностью и нестандартностью, в то время как средние предприятия могут обойтись «преднастроенными» системами или арендой приложений. Как правило, разрабатываемые «с нуля» системы требуют больших финансовых вложений, что ограничивает их доступность. Выбор команды внедрения проекта помимо размера организации также зависит от отношения руководства к риску. Так, подготовка собственных специалистов для сопровождения системы может привести к их уходу из компании в результате повышения квалификации и более привлекательных предложений на стороне [4]. Внедрение системы командой сторонних специалистов с последующей передачей сопровождения системы на аутсорсинг опасно тем, что при приемке системы перед передачей ее на аутсорсинг, у заказчика, как правило, нет специалистов, способных разобраться во всех тонкостях.

В качестве примера можно рассмотреть лесопильный завод в поселке Неболчи (Новгородская область), насчитывающий 102 работника*. Основная его деятельность – изготовление досок из закупленных бревен и последующая их продажа как на территории Северо-Западного региона России, так и на экспорт (в Финляндию, Швецию). Поскольку деятельность завода является стандартной, а ИТ-отдел невелик, можно рекомендовать «преднастроенную» систему с необходимыми «отраслевыми функциями», для внедрения которой целесообразно привлечь в команду обученных специалистов «со стороны».

Для снижения возможных рисков внедрять КИС лучше параллельно имеющейся старой системе, от которой можно будет отказаться сразу после всех необходимых проверок новой системы.

Под эффективностью любой деятельности понимается отношение полученного результата к затраченным усилиям. В проектном менеджменте понятие эффективности привязывается к конкретному объекту, с чьей точки зрения этот показатель оценивается. В состав внешнего окружения любого проекта обычно входят экономические, политические и географические факторы, участники проекта, не входящие в команду проекта, государственные органы, общественные организации и другие заинтересованные организации. По причине сложности окружения любого проекта (а проекта внедрения в особенности) видится разумным рассмотреть эффективность с позиции пяти важнейших элементов (участников) названного окружения, ответив на вопрос: «В чьих интересах реализуется проект по внедрению КИС?».

1. Для акционеров компании и ответственных перед ними генеральных дирекций долгосрочный эффект от внедрения КИС не выражается в денежном эквиваленте. В этом случае эффективность заключается в повышении рыночной стоимости компании за счет ее большей управляемости, прозрачности, новых компетенций, повышения привлекательности для клиентов и сотрудников, снижения бизнес-рисков.

2. Для генеральных дирекций и директоров по стратегии необходимо не отстать от конкурентов. Так как лидер в отрасли обычно один, а остальные идут следом и их большинство, эффективность внедрения КИС на данном уровне заключается в степени гарантии для предприятия конкурентоспособности в отношениях с клиентами, цепочке поставок, продукции.

* <http://www.ruswood.ru/index.php?go=news&id=40>

3. По отношению к финансовым дирекциям каждое вложение, в том числе в проект по внедрению КИС, должно давать положительный результат в виде возврата на инвестиции. Только этот подход способен в долгосрочной перспективе добавлять стоимость для акционеров вне зависимости от отраслевого и макроэкономического контекста.

4. Для каждого департамента (или подразделения) КИС эффективна, если способна решить конкретные собственные проблемы, возврат на инвестиции в этом случае отходит на второй план.

5. Эффективность КИС для сотрудников и местных сообществ заключается в улучшении качества работы, повышении привлекательности работодателя и позитивном восприятии компании местными жителями и сообществами. Такой эффект называется *externalities* – внешним или дополнительным эффектом.

На Западе больший вес имеют интересы «низов» (департаментов, сотрудников) и местных сообществ, в то время как российские компании, реализуя ИТ-проекты, в основном ориентируются на интересы акционеров и генеральных дирекций (которые, в силу российской специфики, зачастую оказываются одними и теми же лицами) [5]. Но, благодаря усложнению конкурентной среды, большему делегированию ответственности «вниз» и доступности ИТ рядовому составу работников, можно предположить, что вскоре ситуация изменится.

В идеале же внедряемая КИС должна быть эффективна для всех перечисленных участников. В качестве суммарной оценки эффективности можно использовать весовые коэффициенты для частных показателей эффективности:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_a k + \mathcal{E}_{г.д} k_2 + \mathcal{E}_{ф.д} k_3 + \mathcal{E}_д k_4 + \mathcal{E}_c k_5,$$

где \mathcal{E}_a – эффективность для акционеров компании и ответственных перед ними генеральных дирекций; $\mathcal{E}_{г.д}$ – эффективность для генеральных дирекций и директоров по стратегии; $\mathcal{E}_{ф.д}$ – эффективность для финансовых дирекций; $\mathcal{E}_д$ – эффективность для каждого департамента; \mathcal{E}_c – эффективность для сотрудников и местных сообществ.

Коэффициенты k_i удовлетворяют условию:

$$\sum_{i=1}^5 k_i = 1.$$

Эффективность для каждого элемента определяется экспертами в области проектной деятельности, а значимость отдельных коэффициентов зависит от конкретных задач внедрения КИС.

Внедрение КИС во многом упрощает решения задач предприятия, а также способствует повышению его привлекательности для акционеров. В статье варианты внедрения КИС и оценка эффективности приведены достаточно схематично, но в ряде случаев для первоначальной оценки этого бывает достаточно. В общем случае – проект внедрения КИС требует серьезного подхода к его планированию и оценке эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гнатуш А. ERP-системы: «за», «против» или воздержаться// IT Manager. 2005. № 2. С. 2.
2. Воропаев В. Управление проектами в современном обществе// Управление проектами. 2005. № 1 (1). С. 5–17.

3. Базарева В. В., Гаврилов С. Е. Управление проектами: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2004.
4. Гаврилов С. Е. Информационные технологии в бизнесе: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2006.
5. Демистификация ИТ: Что на самом деле информационные технологии дают бизнесу / М. Арутюнян, Н. Ермошкин, С. Карминский и др. М.: ООО «Альпина Бизнес Букс», 2006.

T. O. Gavrilova, S. E. Gavrilov

APPLICATION PECULIARITIES OF CORPORATE INFORMATION SYSTEMS (CIS)

In the following article such problems of CIS application as absence of unified approach and absence of unified efficiency estimation are described. A complex approach, that summarises well-known versions of CIS application, is examined. The issues of CIS efficiency are considered on the ground of five key-elements (participants) of project application environment.

Corporate information systems, project approach, CIS introduction variants, CIS introduction efficiency, total efficiency estimation



УДК 728 + 316.356.2 + 2

А. В. Воробьева

ИДЕАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СЕМЬИ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ АРХИТЕКТУРНОЙ ФОРМЫ КОНЦА XVII – НАЧАЛА XX ВВ. (НА ПРИМЕРЕ ВЯТСКОГО РЕГИОНА)

Показано, как трансформировался социальный институт семьи в XVII – начале XX вв., как отразилась эта трансформация на архитектурно-планировочном решении композиции жилого дома.

Социум, социальные институты, семья, православие, язычество, мировоззрение, жилище, архитектурно-планировочное решение, трансформация

Существует представление о том, что все мы родом из детства, а это значит, что свое мировосприятие, поведенческие нормы, основные ценности мировоззрения мы формируем в семейном кругу.

В современной науке широко используются такие понятия, как «социум», «социальная система», «социальный институт», «социализация» и «социальный статус личности». Изучая механизмы формирования и развития социальных объектов, философия стремится теоретически прогнозировать результат человеческой деятельности, тем самым расширяя сферу своего приложения. В этом аспекте семейная проблематика становится объектом социально-философских исследований, которые служат основанием и методологической базой для социологических, психологических и других подходов к изучению семьи, общо и целостно понимая этот феномен, задавая теоретические принципы его осмысления. Философский анализ определяет семью не только как социальный институт, но и как форму самоопределения и самоутверждения человека в окружающем его бытии.

Семья – сложное человеческое и социальное явление, на изменение ее характера влияют не только внутрисемейные, но и общественно-экономические, исторические, национальные и другие факторы. Оставаясь наиболее консервативным элементом общества, семья трансформируется вместе с ним. Основное влияние на этот процесс оказывает смена мировоззренческих доктрин, господствующих в определенную историческую эпоху и выступающих в качестве философско-мировоззренческой основы духовных ценностей.

В настоящее время исследователи выделяют два типа семьи – традиционную (или классическую), она же называется расширенной (многопоколенной), и нуклеарную (от лат. nucleus – ядро). В традиционной семье присутствуют муж, жена, их дети, бабушки, дедушки, дяди, тети и др., и все они живут вместе. Таким образом, семья расширяется за счет 3–4 поколений прямых родственников. Нуклеарная семья – это современная семья, включающая обычно двух родителей и одного ребенка. Она названа так потому, что демографическим ядром семьи, отвечающей за воспроизводство новых поколений, являются родители и их дети. Они составляют биологический, социальный и экономический центр семьи, а все остальные родственники относятся к ее периферии. Второй тип семьи возможен только в тех обществах, где дети имеют возможность после брака жить отдельно от родителей.

Семья – это сложное социокультурное явление, и ее специфика и уникальность состоят в том, что она фокусирует в себе практически все аспекты человеческой жизнедеятельности и выходит на все уровни социальной практики: от индивидуального до общественно-исторического, от материального до духовного.

Исходя из вышеизложенного, мы можем сказать, что эволюция социального института семьи дает представление об основных процессах развития общества. Так, исследуя семью как социальную общность, нужно исходить не из семьи как таковой, а из общества, составным компонентом которого является семья и которое определяет социальную сущность семьи и основные тенденции ее развития.

Изменение социального института семьи – следствие развития личности. Любое развитие, управление, адаптация к изменениям природной и социальной среды достигаются изменением качественного и количественного состава информации, используемой организмом человека (и его сознанием). Изменяется этот состав в процессе внешнего и внутреннего программирования, каждое из которых, в свою очередь, делится на насильственное и ненасильственное. Характерным примером насильственного программирования является внедрение догматов христианства в языческую культуру.

Именно семья ответственна за формирование полноценной, нравственно богатой и социально активной личности, которая должна стать творцом культуры. А культурное пространство выступает хранилищем и источником человеческой жизни. Культурное пространство объединяет в себе не только физическое (определенный ландшафт, поселения с их инфраструктурой), но и символическое (все то, что происходит в сознании человека, его нормы, обычаи, ритуалы и т. д.). Вся человеческая культура может быть понята как деятельность по организации пространства, и именно культурное пространство воздействует на формирование человеческой личности.

Архитектура является одной из составляющих культурного пространства человека. Жилище обеспечивает индивидуальность человека, выступает носителем общественных представлений, несет в себе целостность мировоззренческих основ об упорядоченном мире и является одним из наиболее сложных комплексов традиционной культуры этноса. Мы можем рассматривать его как своеобразный микрокосмос в макрокосмосе. Таким образом, мир дома, его внутреннее убранство и архитектурно-планировочное решение заключают в себе целый пантеон образов и представлений, в котором отражается духовная жизнь семьи.

Языческая религия – религия родовая. Ориентация на прошлое в семьях язычников, живших в Вятском крае, до XIX в. удовлетворяла потребности человека в стабильности и сохранении своего рода. При рождении ребенка более старшее поколение направляло его развитие в сторону полного совпадения его отношения к аспектам бытия и потребностей с присущими семье. Модель языческой семьи характерна тем, что каждый элемент меньшего уровня является продолжением «старших», поведение «младших» прогнозируется и управляется старшими, а мировоззрение основано на культе предков. Системы ценностей и морально-эстетических норм сформированы таким образом, что «младшие» живут ради своих «старших». Именно «предки» здесь являются источниками и хранителями идеалов. Родовая память и родовая религия населения этих мест формировали положительное отношение к добрачной свободе женщины. Христианская церковь в последующем долго боролась с этой нормой языческой морали. Тем не менее, после свадьбы женщина-удмуртка становилась строгой и целомудренной. Корни такой метаморфозы – в древнем мировоззрении, согласно которому женщина до брака принадлежит всей общине. Наряду с этим наблюдалось особое, почтительное отношение к женщине как к продолжательнице рода, женщина занимала почетное место: «40-летний вотяк отказался от табака, отказался на том основании, что тут находилась его мать, а перед ней курить “зазорно”» [1, с. 48].

Шагом к изменению внутрисемейных отношений послужили исторические и экономические тенденции, изменившие социальное пространство Вятского края. Социальная структура усложнилась, в социальном пространстве, где родство являлось единственной формой взаимодействия, возникли три основных института – семья, церковь, государство, которые разделили между собой основные функции организации родовых отношений. Период разложения родовых отношений можно считать точкой отсчета превращения семьи в самостоятельный социальный институт с приобретением внешнего статуса.

Принятие на Руси православия имело решающее значение для развития семейно-брачных отношений. За основу была взята византийская модель. На создание и укрепление моногамной семьи влияли также следующие социальные процессы: усиление власти государства и церкви над семьей, внедрение христианских норм семейно-брачного поведения, укрепление правового статуса семьи, изменение внутренней организации семейных отношений.

Семейные и родовые отношения в русской традиции вытекали из принципа соборности – одного из главных принципов жизни православных христиан. Церковь как бы проецировала родственные отношения на всех единоверцев. Все дети единого Бога – братья и сестры во Христе. Православная семья и род, таким образом, представляли собой идеал соединения людей в своем наивысшем духовном проявлении. Христианство выдвигало новые представления о человеке. Долг христианина – отказаться от своей индивидуальности, от своего рода, национальных особенностей, принадлежать целому, в рамках которого он будет выполнять определенную роль, что является важным фактором изменений в семье. Стремление церкви сделать человека частью конфессиональной общности на бытовом уровне выливалось в процесс распада рода на отдельные семьи [2, с. 98]. Значительным было влияние колонизации на этот процесс: «Отдельные семьи, даже отдельные члены семей углублялись в лес и основывали колонии ... колонизация производила постоянное выделение из родового союза отдельных членов» [2, с. 99]. В составе русского населения начинают преобладать «малые семьи»: мать, отец, ребенок, иногда престарелые родители. В большинстве случаев раздел семьи снижал ее благосостояние.

Первая историческая форма моногамии – патриархальная семья. В данной модели хозяин постоянно контролирует всех членов семьи, сообщества. Фундамент – страх каждого перед более сильным, наделенным властью от Бога, перед общим Хозяином. Таким образом, отличие христианской модели семьи от языческой заключается в смене типов отношений между отцом, матерью и ребенком. В период раннего христианства были радикально изменены многие законы о браке. Под запретом оказались полигамные браки и левират – обычай, обязывающий брата умершего жениться на его вдове.

Патриарх – глава рода, отец семейства – выполняет и функции вождя. Слияние ролей Отца и Вождя, как и Отца и Учителя, является характерной чертой патриархальной культуры. Государство в данном случае делает главу семьи опорой власти, формируя в семье общественные отношения в миниатюре. Члены семьи повинуются отцу, как подданные – главе государства и как все люди – единому Богу, Отцу Небесному. Триада Отец – Правитель – Бог – основа патриархальной идеологии. С одной стороны, на отца семьи возлагаются функции главы государства, но в миниатюре, с другой – правителю, а далее и Богу приписываются отцовские качества: сочетание строгости и справедливости, умение разрешить конфликты «по-семейному».

Важно отметить, что христианские традиции оказывали опосредованное влияние на скорость распада удмуртского рода. Так, заинтересованность рода в своем продолжении перевесила в удмуртской культуре отрицательное отношение христианства к добрачной половой свободе. По удмуртской традиции продолжали заключать браки между малолетними мальчиками и женщинами в возрасте. Этим также объясняется тот факт, что документально зафиксированных сведений о жестоком обращении с женщинами среди удмуртов пока не найдено. Данный факт можно соотнести с архаичностью удмуртской культуры, где женщина считалась продолжательницей рода, в чем и было ее преимущество, в отличие от «вторичности» женщины в христианской традиции: «Ибо не муж от жены, но жена от мужа».

Реформы Петра I в период 1672–1725 гг. коренным образом изменили социально-политическую жизнь российского общества и оказали немалое влияние на семейно-брачные отношения. Одним из важных указов Свода законов Российской империи был указ о добровольном вступлении в брак.

Со времен Екатерины II женщинам было предоставлено право занимать места воспитательниц и учительниц в женских учебных заведениях. Наплыв новых идей в 60-е гг. XIX в., падение крепостного права, изменившие экономические условия жизни, подняли дух женщины и повели ее к поиску свободы и самостоятельного заработка.

Для XVIII–XIX вв. характерна малая индивидуальная семья из 2–3 поколений родственников по прямой линии. Важно отметить, что в крестьянской семье традиционный семейный строй и быт просуществовали вплоть до XX в., в то время как дворянские и купеческие семьи на протяжении XVIII в. постепенно отказывались от русских обрядов и принимали европейские ритуалы семейной жизни.

Таким образом, крестьянская семья была самой традиционной и наименее подверженной изменениям, в регулировании семейно-брачных отношений в ней главную роль играли не закон, а обычаи и традиции. Здесь преобладала патриархальная форма семейных отношений с четко выработанными формами. Такая внутрисемейная иерархичность в

условиях нелегкой крестьянской жизни обеспечила длительное существование семьи как социального института. В это время в дворянских и городских семьях начинал преобладать детоцентрический тип семейных отношений, в которых дети – главный смысл семьи. Задача родителей состояла в улучшении условий жизни ребенка, в помощи ему при получении более высокого материального и социального статуса.

Дальнейшие изменения семейно-брачных отношений связаны с Октябрьской революцией 1917 г. и политикой государства, направленной на деинституализацию семьи. Одной из основных задач советской власти становится освобождение и равноправие женщин и вовлечение их в общественную жизнь, провозглашение свободы брака и развода. В новых семейно-брачных отношениях роль отца как главы семьи исчезает, а воспитанием подрастающего поколения занимается «советское общество». 20 января 1918 г. вступил в силу Декрет «Об отделении церкви от государства и школы от церкви», согласно которому церковь становилась независимой и юридическую силу приобретали только браки, зарегистрированные в органах ЗАГС. Государство и общество было объявлено атеистическим, а семья – главным оплотом коммунизма.

В конце XX в. преобладающей становится эгалитарная семья, основанная на «супружеском» союзе, на равноправии всех членов семьи. Ребенок в таких семьях ориентирован не на свои обязанности по отношению к родителям, а на использование потенциала семьи для реализации своих потребностей и способностей. Взрослые, в свою очередь, помогают ребенку в формировании его индивидуальности, взаимодействуя с ним на принципе этики самореализации.

В настоящее время семейно-брачные отношения находятся на новом этапе развития. Семья уменьшается в размерах, ценность приобретает индивидуальная жизнь человека, женщина, а не мужчина фактически является сегодня главой семьи. Ученые (Захаров А. И., Дружинин В. Н. и др.) говорят об опасности такого положения и считают возвращение к христианской модели семейно-брачных отношений способом решения многих семейных проблем и обозначением путей выхода из кризиса (Лысюк Л. Г.).

Структура института семьи является одним из многочисленных факторов, влияющих на развитие жилища. Дом – это область культуры, которая формируется в течение длительного времени и как носитель общественных представлений воплощает в себе мировоззренческие основы об упорядоченном мире. Первоначально основная его функция – изоляция от неблагоприятных природно-климатических условий. На протяжении длительного времени жилище сохраняет ряд традиционных функций: это место ведения хозяйства, приготовления и потребления пищи, удовлетворения различных бытовых нужд. Многообразие типов жилища определяется прежде всего особенностями хозяйственно-культурных типов историко-этнографических регионов.

Согласно этнографическим исследованиям, для жилья как городского, так и сельского удмуртского населения служили 2 постройки: корка (изба) и кенос, или чум (клеть). Изба занимала один из углов двора по его уличной стороне, а клеть могла иметь несколько вариантов расположения. Она располагалась либо отдельно от избы, начиная с улицы, параллельной избе, ряд застройки двора, либо в одном ряду с избой, следом за сенями, но без конструктивной связи с ними, могла входить также в состав конструкции трехчастного жилища. Удмуртская изба выходила окнами во двор и украшений ни на фронтоне, ни

на оконных наличниках не имела. До XIX в. глухой резьбой украшались только воротные столбы и перила галереи кеноса. Дом существовал как мир выражения души, его орнамент являлся лишь средством выражения. Дом был слепком реальной жизни, где архаический орнамент мог украшать части дома, а мог вообще отсутствовать, потому что органическая архитектура сама есть орнамент [3, с. 434]. Позже, с выходом постановления о регулярной уличной застройке, дома начали ставиться окнами на улицу, и резьба «на русский лад» появилась на оконных наличниках и надоконных досках.

В основе древнего названия удмуртской общины – «бускель» лежит понятие «мир», которое приравнено к гармонии мироздания и прослеживается в каждом удмуртском доме. Мир дома, его обстановка, вещи, наполняющие домашнее пространство, заключали в себе целый пантеон образов и представлений, в которых отражалась духовная жизнь семьи. Дом обладал уникальным знаковым статусом, являя собой в представлениях человека компактную модель вселенной (дом – модель мира, модель «мирового древа»). В удмуртском жилище это выражено через усиление вертикали с традиционным противопоставлением верха – низа, пола – потолка и выделение в средней части места для человека. «Бревна выше окон и ниже лавок в интерьере дома оставались круглыми, а три-четыре венца между ними гладко отесывались, в результате чего средняя часть стен выделялась в объеме жилища. Нижний ярус отсекался от объема клетки уровнем лавок, очерченных по периметру жилища. Средний ярус расположен между лавками и полатным брусом, а верхнему отводилось все пространство до потолка. Бревенчатый монолит чын корка демонстрировал стремление к вертикальности. Венцы сруба, по мере приближения к двускатной крыше, сужались, делая избу похожей на башню» [4, с. 86–87]. Слова «корка» и «кенос» «...происходят от общефинно-угорского слова “koda” – укрытие, убежище, во многих финно-угорских языках: “мумы-корка” (удм.), “emakoda” (эст.) – означает материнское лоно. Есть “ингур-корка” (удм.), “taevaskoda” (эст.) – небесный свод; “кода”, “кенос” – производные от “koda”; для удмуртов данные слова нерасторжимо мира – “koda” в “корка” [4, с. 84]. С одной стороны, дом является важнейшим промежуточным звеном, связующим в общей картине мира разные уровни, внутреннее и внешнее, жилое и нежилое пространство, с другой стороны, дом – одомашненное пространство. Также дом связывает человека с внешним миром, здесь символическую значимость приобретают прежде всего дверь, порог, окна, дымоход, т. е. те каналы, которые обеспечивают человеку взаимодействие с окружающим дом пространством. Таким образом, дом как живое пространство вписывался в систему миропорядка.

Согласно исследованиям прошлого столетия, почти до самого конца XIX в. в удмуртских поселениях преобладали двухчастные курные избы [5, с. 97]. Внутренняя планировка таких изб включала большие полати, которые занимали треть жилища, и широкие массивные лавки вдоль стен. Сбоку от входа на деревянном срубе стояла большая глинобитная печь без дымохода. С печью связывались охранительные символические знаки. Примером является печной столб, связанный с идеей *axis mundi* – оси мира. Этот столб олицетворял домового, часто у самого потолка на печном столбе хозяин ставил знак «пус» – «тамгу» своего рода. Существует такое поверье, что «новопостроенное жилье тогда будет прочно, когда умрет глава поселившейся в нем семьи, когда, следовательно, в душе усопшего дом получит своего хранителя – домового» [6, с. 83]. Столб являлся вертикальным каналом связи внутреннего пространства с внешним миром.

Чын корка были одноэтажные, но строились «...они выше изб русских» [7, с. 635]. Согласно классификации, разработанной М. А. Некрасовой, чын корка можно отнести к первому типу крестьянского жилища, связанного с языческим мировоззрением.

Жилище второго типа (колан кенос) отличается от чын корка своим расположением в горизонтальной плоскости. Кенос – летнее не отапливаемое жилище удмуртов. Этимология слова достаточно прозрачна: «кен» – сноха, «ос» – дверь, дословно «кенос» – дверь невестки, или место снохи – жены сына. В отдельно выстроенных кеносах молодые проводили первые месяцы совместной жизни. В своем традиционном виде их строили одно- и двухэтажными. Наиболее интересными являются двухэтажные кеносы, где первый этаж – кладовая-амбар, второй – спальня. Наиболее зажиточные семьи строили в одном дворе два-три кеноса. Большое значение в такой архитектурной композиции имеют открытые спереди комнаты-перегородки (висьет). Благодаря таким ритмическим паузам «длинный кенос» не производит впечатление монотонности, что придает двору и усадьбе строгую внутреннюю последовательность в самом процессе развертывания дворового пространства. Находившийся в вятской ссылке А. И. Герцен писал: «...Мне нравится у вотяков, что для каждой брачной пары в семействе строится особая клеть, где супруги хранят свое добро и куда никто без их разрешения не имеет права входить» [8, с. 40]. В обычное время кенос является и помещением для девушки до замужества, а после замужества – местом брачной спальни. Внутреннее убранство второго этажа сохраняло целостное единство и способствовало делению интерьера на функциональные зоны: вход в кенос (кеносэ пырон ос), спальный угол (колон сэрег), передний угол (тор сэрег). Мебель была несложной конструкции в тон полу и потолку. В правом углу находились кровать или нары с резным или расписным изголовьем (йыразьпу), нары закрывались с двух сторон пологом (ын), вдоль стен на лавки стелили полосатые паласы (гын), а рядом с нарами ставили резной или расписной сундук (сандык). Вдоль стен на жердях развешивали многочисленную одежду, что связано, по-видимому, с традицией перехода праздничной одежды по наследству от матери к дочери. Венгерский фольклорист Петер Домокша отмечал: «Память о старом “женноцентрическом” мире не исчезла полностью, кенос остался их царством, девушка, достигшая определенного возраста, имела право переселиться сюда, доходы от прядения и ручного тканья она имела право оставить для себя» [9, с. 452]. Женщина являлась полной хозяйкой кеноса. Взрослая девушка в общем кеносе находилась на равных правах с родителями, ей выделялось отдельное место, которое отгораживалось занавесом от остальной части кеноса. «Помимо этого, – писала Агнесса Пинт, – особое значение кеноса для девушек, его роль при выходе замуж, особое положение и права женщины в кеносе вообще – все это дает основание видеть здесь отражение бывшего матрилокального брака» [10, с. 97]. «Особенно независимым было положение старшей снохи (кенак), но часто положение определялось не возрастом, а ее трудоспособностью и величиной приданного, которое она приносила в семью» [10, с. 87].

Таким образом, кровные родственники жили в одной избе или, если семья разрасталась, в отдельных холодных срубках. Знаменательно, что огонь как домашнее божество объединял вокруг себя членов рода, оставаясь единым для всех, а приготовливаемая на нем пища составляла общую трапезу. Исходя из сказанного, можно сделать вывод, что кенос является наиболее ранней жилой народной постройкой удмуртов, отражающей родовой строй и пережитки матриархата.

В результате синтеза двух рассмотренных нами типов жилищ формируется третий тип – главная жилая постройка усадьбы – удмуртская «белая» изба (корка). Исследователи полагают, что «белая» изба удмуртского населения, пришедшая на смену курной (чын корка), включая ее внутреннее убранство, идентична русской [11, с. 60]. Особое место в планировке избы отводилось печи русского типа (гур), которая устанавливалась на цоколе и располагалась в правом или левом углу у входа. «Когда вместе с усложнением культуры в целом простое противопоставление внутреннего и внешнего стало сменяться сложной иерархией пространств, печь своим положением стала определять зоны, связанные с различными видами деятельности и различными значениями» [12, с. 149]. Своим устьем она была повернута к фасадной стене. Пространство перед печью было отделено от остальной части избы большим занавесом (катанчи). Печь давала тепло, обеспечивала семейный уют, здесь полагалось быть роженице, печь-очаг оберегала ребенка от злых сил. Угол напротив печи был своеобразной кухней зимой (с приходом христианства священное место куа трансформировалось в летнюю кухню), где находилось все необходимое для приготовления пищи. По диагонали от печи располагали красный угол (тор сэрег, мыдор сэрег), наиболее чистое и парадное место в доме. Красный, или передний, угол в интерьере жилища являлся зоной обрядовой, праздничной, однако его святость определялась не столько религиозными воззрениями (удмурты, несмотря на официальную христианизацию, не отличались особым почитанием икон), сколько его светским значением. Важно отметить, что иконостас обрамлялся узороткаными и вышитыми полотенцами, на которых часто можно было увидеть астральные мотивы, антропоморфные и зооморфные фигурки, древо жизни: «...Изображения “богинь и богов” на полотенцах вешали на иконы как память об их древнем значении, хотя, может быть, уже прямо не помнили о них» [13, с. 44]. Таким образом, старые языческие символы в интерьере удмуртского дома продолжали существовать наряду с христианскими, оставаясь в своей основе утилитарными, выполняя магическую функцию. Впоследствии они превратились в символ, знак, элемент декоративного убранства. В задней части избы почти треть ее площади занимали полати (полать, сэндра), а вдоль стен устраивали широкие, толстые неподвижные лавки (зус, лавик), они опоясывали избу снизу и делились на мужские и женские. Над окнами вдоль стен крепились полки (жажы, польча), которые замыкали пространство сверху: «Толстые массивные лавки и значительно более легкие и тонкие полки делят стену по высоте на три пропорциональные части, образуя как бы постамент, среднюю часть и фриз» [14, с. 96]. Внутри изба не имела перегородок (отдельные зажиточные семьи имели пятистенный сруб избы), однако отдельные углы по обычаю закреплялись за женатыми членами семьи, там располагались их нары или кровать с резным изголовьем (йыразьпу) и они могли принимать гостей. Важно отметить, что у христианских семей глава семьи спал в углу у дверей, этот угол назывался конник, так как боковая сторона располагавшейся в нем лавки (которая служила кроватью) часто украшалась вырезанной из дерева головой коня. Важно заметить также, что возле некоторых печей был специальный дощатый настил, на котором спали члены семьи. Настил этот опирался на угловые брусья-опоры. Привычные для настоящего времени шкафы, стулья, кровати появились в деревне только в XIX в. По устоявшейся традиции в переднем углу стоял стол (жок), а рядом с ним единственный в доме стул хозяина дома (пукон). По линии матицы во всю длину кеноса вешали занавес. Подвижность

занавеса сообщала интерьеру кеноса динамичность, деля его внутреннее пространство на переднюю часть (жок пал) и заднюю часть (гурбер – обитель нечистых сил избы). Отсюда специфическая роль матицы в различных обрядах. Так, например, поминки по умершим начинались в передней части дома, в красном углу, но сама ритуальная трапеза переносилась за матицу, на скамью у печи, использовалась специально выделенная для этой цели посуда. Место под матицей являлось серединой избы. «Символические границы делили пространство на внутреннее и внешнее, мужское и женское, сакральное и профаническое», – указывает А. К. Байбурин [12, с. 149].

Таким образом, хотя большинство этнографов полагают, что типологически удмуртская изба являлась производным от избы русской (внешнее сходство трактовалось в пользу заимствования), необходимо учитывать тот факт, что возведение срубного жилья у удмуртов имеет очень древние корни, что удмурты достигли уровня хозяйственной деятельности, который требовал возведения срубного жилья типа корка, значительно раньше, чем вступили в контакт с русским населением. До XV в. культурные новации возникали за счет факторов внутреннего развития, без содействия каких-либо явных влияний извне. Единые природные условия сформировали типологические, сходные формы оформления пространства. Исходя из сказанного, можно заключить, что в диалоге культур происходило взаимовлияние, где одно воззрение переходило в другое, совершенно не сходное с ним, не отрицая своего, и в точке контакта рождалось новое понимание окружающей действительности.

В начале XVIII в., согласно устремлениям Петра I, главной целью социально-политического развития России становится европеизм – достижение общественного, экономического, культурного уровня и политического статуса народов и государств Европы. И как следствие, происходит смена ориентиров, ценностей, художественных традиций. Ускоренными темпами развивается наука, растет мануфактурная промышленность, приезжают из-за границы специалисты, создаются регулярная первоклассная армия и флот, способные обеспечить России широкие выходы к Черному и Балтийскому морям. Окончательно складывается единый всероссийский рынок, что усиливает связь между отдельными городами и областями.

В это время впервые возникает вопрос о рациональной, регулярной, зонированной застройке городов, сел и деревень. Города перестраивать стали не домами, а улицами. В русской строительной практике издавна существовал обычай строить «по образцу», «по подобию». В петровское время, когда на вятской земле в городах начинают строить дома из нового материала – кирпича, мастера каменных дел и заказчики вполне естественно обратились к привычному плану крестьянской избы на подызбище, роль которого позднее стал играть каменный подклет-погреб. Позднее, к середине XVIII в., зависимость от форм деревянного зодчества если и не исчезает совершенно, то сильно ослабевает.

В середине 1760-х гг. результатом координации процесса перепланировки стало создание Комиссией о каменном строении Санкт-Петербурга и Москвы (общероссийским контрольным учреждением) «образцовых» проектов домов. Такие проекты были разработаны для разных сословий граждан в зависимости от их материального состояния, но большинство населения «малых» вятских городов предпочитало строить одноэтажные деревянные дома на 3–5 окон. Тем не менее, еще в 1823 г. в губернском центре – Вятке – насчитывалось свыше 80 каменных домов, в числе которых было 6 старых «неплановых», 42 дома полукаменных и 531 дом деревянный.

Важно отметить, что альбомы с типовыми проектами ограничивались только фасадами, некоторой регламентацией размеров (длина дома, высота стен и крыши и интервал между строениями) и носили рекомендательный характер, в остальном они оставляли архитекторам пространство для творчества в соответствии с запросами заказчика и своим вкусом. Внутреннее расположение комнат устраивалось «по воле хозяев». На смену трехчастным зданиям приходят дома «городской» планировки с большим числом комнат, с выделением кухни и необходимых функциональных помещений.

Развитие торговли (по вятской земле проходила Большая сибирская дорога) и промышленности повлекло за собой сосредоточение в этих краях огромных капиталов и, как следствие, возникновение купеческого сословия. Появление купеческих домов и ансамблей торговых площадей повлияло на традиционную крестьянскую культуру, планировку и застройку деревень и городов. Через архитектурные памятники материализовалась новая духовная культура, где купцы явились «проводниками». Своеобразная «европеизация» жизни повлекла за собой дробление больших купеческих семей, что способствовало индивидуализации жилых зданий, проекты которых нередко выполняли известные архитекторы. Смешение традиционной (крестьянской) и инновационной (городской) культуры привело к тому, что для купеческого дома типичной стала трехчастная композиция, состоящая из главного дома (двух-, трехэтажного, расположенного посередине) и двух одно-, двухэтажных флигелей, расположенных на некотором расстоянии по сторонам главного дома, фасадами с ним в одну линию, выходящими на главную улицу. Сзади дома на участке находится обширный двор с надворными постройками (амбарами, конюшнями и др.). На некоторых участках (если были подземные ключи) заказчики просили архитекторов спроектировать водные бассейны с садками для живой рыбы.

Согласно иудейским, а затем христианским представлениям, первооснова и образец всех садов – райский сад, насажденный Богом в Эдеме, безгрешный, святой, обильный всем необходимым. Сад постигался как микрокосмос, за оградой которого простирался непознанный, неосвоенный хаос. Таким образом, в идеале усадьба должна была играть роль «райского уголка», освоенной, одомашненной в содружестве с «музами» природы. Примерами особняков такого рода могут служить усадьба Машковцевых, дом купца Калашникова и др. Размер участков был весьма велик, они простирались от одной улицы до другой, на весь квартал.

Важно отметить, что рассматриваемый нами тип дома сложился на базе источников. Во-первых, были использованы традиции старого хлыновского деревянного строительства, существовавшего уже несколько столетий. Во-вторых, дома эти подражали дворянскому усадебному строительству, развивавшемуся в течение всего предшествующего столетия в центральных русских областях, с которыми вятские купцы вели торговлю. В-третьих, использовались материалы «образцовых» проектов, насаждавшихся правительством начиная с петровских времен, и проектов Трезини для «зажиточных» и «именитых» людей. В отдельных случаях в облике этих домов присутствовали черты вывезенных из заграничных краев новшеств. Жилые дома вятских купцов к концу XVIII – началу XIX в. по прямому своему назначению использовались сравнительно недолго. Купцы прогорали, дома продавались, большей частью в казну, и становились общественными зданиями. В доме Машковцевых размещалась мужская гимназия. Дом Хохряковых несколько раз менял свое назначение и в настоящее время входит в состав Кировской областной библиотеки им. А. И. Герцена.

В середине XIX в. определяющим фактором общественного развития стал рост капиталистических отношений. Частный капитал все больше начинает проникать в различные области городского строительства. Городское благоустройство, транспорт, жилищное строительство и другие отрасли городского хозяйства становились источником дохода частных предпринимателей, и роль государства как активного регулирующего начала в градостроительстве непрерывно уменьшалась. Широкая регламентация строительства, подчинение его интересам государства сковывали индивидуалистический характер общества. Единый стиль проектов, обеспечивавший единство архитектуры и застройки городов, был объявлен безвкусицей. «Образцовые» проекты сменились индивидуальными разработками для городского населения. Яркими примерами таких особняков, сохранившимися до наших дней, являются особняк П. И. Бальходина (архитектор Андриевский), особняк Т. Ф. Булычева, дом владельца кожевенного завода в с. Вахрушево-Вознесенское (архитектор И. А. Чарушин).

Следующим шагом к формированию нового соотношения архитектурных форм стала Октябрьская революция: «Революция одной из своих целей имела улучшение жилищных условий трудового народа путем экспроприации излишков жилой площади у эксплуататоров и передачи их трудящимся» [15, с. 224]. Поиски новых форм быта с обобщением жизни породили стремление к созданию домов-коммун и кварталов-коммун. Семейные размещались в отдельных комнатах, холостые – в общих. После революции разрешить жилищную проблему без нового строительства было невозможно. Несмотря на то что в городах было разрешено строительство частных домов, большим спросом стало пользоваться кооперативное строительство. Постепенно оно расширялось и становилось ведущей формой привлечения средств населения. Важно отметить, что в начале XX в. фактическая обеспеченность жилой площадью была лишь немногим больше 4 м² на человека, в то время как норма составляла 7,5 м² на человека. Было принято решение заселять старый жилой фонд, рассчитанный на посемейное заселение квартир, по комнатам, с общими для всех семей кухней и санитарным узлом. Переделывали под жилье нежилые помещения: подвалы, веранды, купеческие амбары, склады. Особым, значимым моментом в жилищном строительстве тех лет стало введение в практику проектирования жилой секции как единицы жилого дома. Многоэтажный дом, составленный из секций, стал основным элементом городской жилой застройки. Типовых проектов в то время еще не существовало, кирпичные дома строили по индивидуальным чертежам архитекторов. Принято считать, что прообразом современного многоквартирного дома стал доходный дом, который появился в конце XVIII в., когда сопутствовавший развитию товарного производства рост городского населения обусловил не только потребность в наемном жилье, но и превращение строительства жилых домов в один из видов предпринимательства. Появление таких домов привело к разрушению единой прежде планировки дома-особняка, пространственное решение здания усложнилось, потерялись единство и цельность, присущие индивидуальному дому. Основной единицей плана стала квартира, состоящая из светлой прихожей, занимающей центральное положение, вокруг которой группируются остальные комнаты квартиры. Благодаря этому приему все помещения стали изолированными и в то же время удобно связанными между собой. Использовался основной принцип особняковой планировки: сочетание удобств непроходных комнат с раскрытостью анфилады (этот прием много позднее использовался в самых престижных квартирах «сталинских» домов середины XX столетия).

В конце XX в. складывается новый экономичный тип небольшой квартиры из нескольких жилых комнат, вырабатываются целесообразные приемы и разнообразные варианты их наиболее удобной и компактной планировки в пределах одного дома.

Таким образом, мы видим, что с изменением духовного пространства приходит новое понимание структуры внутрисемейных отношений, что является одним из факторов, непосредственно влияющих на трансформацию архитектурной формы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатыревский П. М. Очерк быта Сарапульских вотяков // Сборник материалов по этнографии, издаваемый при Дашковском этнографическом музее. Вып. 3. М., 1888.
2. Ключевский В. О. Лекции по русской истории, читанные на высших женских курсах в Москве 1872–1875 гг. М.: ВЛАДОС, 1997.
3. Шпенглер О. Закат Европы // Культурология. XX век: Антология. М.: Юрист, 1995. С. 432–437.
4. Климов К. М. Ансамбль как образная система в удмуртском народном искусстве XIX–XX вв. Ижевск: ИД «Удмуртский университет», 1999.
5. Шестаков В. Глазовский уезд // Вестник РГО. Ч. 26. СПб., 1859. С. 93–114.
6. Афанасьев А. Н. Поэтические воззрения славян на природу. Т. 2. М.: Изд-во К. Солдатенкова, 1868.
7. Бехтерев В. М. Вотяки, их история и современное состояние // Вестник Европы. Т. 4. СПб., 1880. С. 621–654.
8. Герцен А. И. Вотяки и черемисы // Вятские губернские ведомости. 1883. № 1–3.
9. Domokos P. Az udmurt irodalom tortenete. Budapest: Akademiai Kiado, 1975.
10. Пинт А. К истории удмуртского жилища // Зап. НИИ народов Советского Востока при ЦИК СССР. 1931. Вып. 2. С. 76–98.
11. Козлова К. И. Этнография народов Поволжья. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964.
12. Байбури А. К. Жилище в обрядах и представлениях восточных славян. Л.: Наука, 1983.
13. Василенко М. В. Заключение дискуссии о семантике // Декоративное искусство СССР. 1975. № 3. С. 44.
14. Габе Р. М. Интерьер крестьянского жилища // Архитектурное наследие. Вып. 5. М.: Гос. изд-во лит. по стр-ву и архитектуре, 1955.
15. Зырин Б. В. Восстановление городского хозяйства и начало нового строительства. Первая пятилетка (1918–1932 гг.) // Энциклопедия земли вятской. Т. 5. С. 224–227.

V. Vorobiova

THE IDEAL FAMILY MODEL AND ITS INFLUENCE ON ARCHITECTURAL FORM TRANSFORMATION IN XVII–XX CENTURY (ON THE EXAMPLE OF VIATSK REGION)

In this article it is shown, how the social institute of family transformed from XVII to the beginning of XX centuries, and how this transformation affected design of a dwelling house.

Society, social institutes, family, Orthodoxy, heathenism, outlook, dwelling, design, transformation

НРАВСТВЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИСТЕМЫ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ В РОССИИ

Проанализированы особенности дополнительного образования в современной России. Рассмотрены национальная доктрина образования, ее основные аспекты и задачи, выделены положительные тенденции, определяющие перспективы развития нравственного воспитания как приоритетной сферы социальной жизни страны. Проанализированы факторы, снижающие эффективности воспитательной работы образовательных учреждений, и рассмотрены стратегические задачи нравственного воспитания.

Нравственное содержание образования, историческая преемственность поколений, особенности дополнительного образования, культурно-краеведческое, экологическое воспитание, наглядно-информационные проекты

Я мыслю себе XXI век как век развития гуманитарной культуры, культуры доброй и воспитывающей... Образование, подчиненное задачам воспитания, ...возрождение чувства собственного достоинства, не позволяющего талантам уходить в преступность, возрождение репутации человека как чего-то высшего, которой должно дорожить каждому, возрождение совестливости и понятия чести – вот в общих чертах то, что нам нужно в XXI веке.

Д. С. Лихачев

В начале 90-х гг. была разрушена стройная система воспитания, уничтожены существовавшие детские организации. В тяжелых социально-экономических условиях воспитание детей оказалось ненужным ни родителям, ни системе образования. Очевидно, тогда показалось, что легче разрушить сложившуюся воспитательную систему, чем попытаться исключить присутствовавший там жесткий идеологический компонент.

В последние 15–20 лет проблемы состояния морали и нравственности оставались практически без внимания общества. Оно было занято более насущными экономическими проблемами. Сегодня сложились благоприятные условия для осознания обществом того, что духовно-нравственное становление нового поколения есть важнейшее условие развития России. События последних лет, связанные с ростом детской безнадзорности, преступности, наркомании, свидетельствуют о том, что нужно активизировать работу по воспитанию подрастающего поколения. Важно научить ребенка с детства уважать мнение живущих рядом людей, включить его в процесс нравственного самосовершенствования. В настоящее время морально-нравственная проблематика все чаще перемещается в фокус общественного внимания, становясь предметом острых дискуссий, которые порой, увы, приобретают ярко выраженный политический оттенок.

Обостренное восприятие ситуации в морально-нравственной сфере обусловлено в первую очередь тем, что дела там обстоят крайне неблагоприятно и имеют тенденцию к ухудшению. По мнению политолога Сергея Хоружего, страну постиг небывалый, беспрецедентный нравственный провал, когда этические координаты не сместились куда-то, а попросту вообще исчезли. С этой точкой зрения, судя по результатам исследований Все-

российского центра изучения общественного мнения, согласны и подавляющее большинство россиян (79 %), считающих, что за последние годы состояние нравственности в стране изменилось в худшую сторону.

Воспитание – это питание человека всеми достижениями человеческой культуры так, чтобы он жил в контексте общечеловеческой культуры, а не вне ее. Духовные и материальные ценности, созданные за всю историю человечества, в основе своей следует передать детям за короткий период их детства, отрочества и ранней юности. Передача эта не совершается прямым путем. Ценности интериорезируются в ходе духовных усилий самой личности. Они, эти усилия, должны быть направлены, организованы, облегчены и методически организованы.

В концепции модернизации российского образования до 2010 г. подчеркнута приоритетность воспитания в образовании и обозначены его основные задачи: формирование у школьников гражданской ответственности и правового сознания, духовности и культуры, инициативности, самостоятельности, толерантности, способности успешно самореализовываться в обществе за счет личностного роста, а не за счет окружающих.

Национальная доктрина образования в Российской Федерации призывает обеспечить:

- *историческую преемственность поколений*, сохранение, распространение и развитие национальной культуры, воспитание бережного отношения к историческому и культурному наследию народов России;

- воспитание патриотов России, граждан правового демократического государства, способных к социализации в условиях гражданского общества, уважающих права и свободы личности, обладающих высокой нравственностью и проявляющих национальную и религиозную терпимость, уважительное отношение к языкам, традициям и культуре других народов;

- формирование культуры мира и межличностных отношений;

- разностороннее и своевременное развитие детей и молодежи, их творческих способностей, формирование навыков самообразования, самореализацию личности;

- *формирование у детей и молодежи целостного миропонимания и современного научного мировоззрения*, развитие культуры межнациональных отношений;

- формирование у детей, молодежи, других категорий граждан трудовой мотивации, активной жизненной и профессиональной позиции, *обучение основным принципам построения профессиональной карьеры и навыкам поведения на рынке труда*;

- *развитие отечественных традиций работы с одарёнными детьми и молодежью, участие педагогических работников в научной деятельности*;

- воспитание здорового образа жизни, *развитие детского и юношеского спорта*;

- *противодействие негативным социальным процессам*;

- экологическое воспитание, формирующее бережное отношение населения к природе [1].

За последние годы наметились *положительные тенденции*, определяющие перспективы развития нравственного воспитания как приоритетной сферы социальной жизни страны. Разрабатывается законодательная база, направленная на создание воспитательного пространства, развивается его инфраструктура. Реализуется комплекс федеральных программ, ориентированных на нравственное воспитание подрастающего поколения. Формируется социальный запрос на эффективные воспитательные системы, технологии, средства. Ведется ра-

бота по повышению социального статуса педагогических работников. Создаются реальные условия для проявления творческих способностей молодых людей в выборе содержания и форм образования, в самоопределении собственных инициатив.

Современные дети и молодежь лучше информированы о процессах, происходящих в различных областях науки, техники и социальной жизни, динамично овладевают современными коммуникационными продуктами и технологиями, более критично воспринимают воспитательные меры. В молодежном общественном движении особое место занимают проблемы толерантности, противодействия терроризму, воспитания в духе мира и взаимопонимания между народами, охраны окружающей среды, здорового образа жизни, досуга, защиты своих прав. В образовательных учреждениях развиваются детские и молодежные органы самоуправления.

Однако вместе с тем необходимо отметить факторы, снижающие эффективность воспитательной работы образовательного учреждения. Воспитание детей и молодежи в современном обществе реализуется в существенно поменявшихся за годы экономических и политических преобразований социокультурных условиях. Пока что меры, предпринимаемые государством, оказываются недостаточными и не позволяют изменить ситуацию, направить нравственное воспитание в благоприятное русло. Не преодолены последствия кризисных явлений постсоветского общества, нашедшие свое выражение в том числе и в резком снижении воспитательного потенциала ведущих институтов воспитания: семьи, учреждений образования, культуры, спорта, социальной защиты населения.

Усугубление кризиса семьи снижает ее нравственно-воспитательный потенциал: многие семьи практически не обеспечивают полноценного воспитания детей, утратили всякий контроль над свободным временем детей и подростков, проигрывают во влиянии на развивающуюся личность другим факторам социализации. Существенно сократилось фактическое время общения родителей и детей, увеличивается число нежелательных для продуктивного семейного воспитания жизненных стратегий и сценариев достижения личного успеха любой ценой, в том числе безнравственными средствами.

Расширившееся информационное поле, нынешнее состояние средств массовой информации и коммуникаций стали сильным стихийным фактором влияния на жизненные установки и мировоззрение личности. На детей и молодежь обрушивается поток низкопробной продукции, пропагандирующей праздный образ жизни, насилие, агрессию и преступность. В условиях легкой доступности информации и материалов, распространяемых через прессу, телевидение, радио, компьютерно-информационные сети, это приводит к возрастанию негативных социально-педагогических последствий в детской и молодежной среде. Особое беспокойство вызывает прогрессирующее распространение злоупотребления алкоголем, психотропными и наркотическими веществами среди детей и подростков, а также рост числа связанных с этим антиобщественных действий, правонарушений и преступлений. Актуальность нравственного воспитания обусловлена и тем, что в молодежной среде идет формирование экстремистских структур и националистических движений, где под видом идей социальной справедливости и национальной самобытности навязывается идеология ксенофобии, расовой дискриминации, человеконенавистничества.

Волна терроризма, захлестнувшая современный мир, межнациональные конфликты, обострение противоречий на религиозной почве, глобальные экологические проблемы – все это оказывает негативное влияние, усугубляет ситуацию развития неустойчивой дет-

ской психики, создает множество прецедентов для деформации ее духовно-нравственной сферы, затрудняет позитивную социализацию подрастающих поколений. Образовательные учреждения после свертывания идеологически окрашенной деятельности пионерской и комсомольской организаций в 90-х гг. и по сей день неактивно и малоэффективно реализуют воспитательный потенциал детского и молодежного движения в нравственном воспитании. В последние несколько лет выросла общественная активность детей и молодежи, однако участие подростков в социально значимой деятельности, опыт реализации активной гражданской позиции остаются явно недостаточным. Детские органы самоуправления в образовательных учреждениях зачастую развиваются медленно, их деятельность порой оказывается малоэффективной [2]–[4].

Таким образом, в современном обществе назрела необходимость решения стратегических задач, направленных:

- 1) на усиление воспитательного потенциала социальных институтов;
- 2) повышение социального статуса нравственного воспитания;
- 3) обеспечение благополучия в детстве и надзорности общества за ним;
- 4) поддержку семьи и школы в их усилиях по воспитанию ребенка;
- 5) создание условий для нравственного, гражданского становления детей и подростков, подготовки их к жизненному самоопределению в пользу гуманистических ценностей;
- б) создание принципиально новых моделей воспитания – проектирование вокруг учреждений образования дружественной по отношению к ребенку социальной среды, своеобразной зоны безопасности, где растущий человек может найти поддержку взрослого и защиту от агрессивной пропаганды вседозволенности и насилия, научиться жить в меняющемся социуме.

Дополнительное образование сегодня в состоянии стать определяющим фактором в успешном и адекватном решении принципиальных воспитательных проблем в российском обществе. Система дополнительного образования детей играет значительную роль в становлении нравственных ценностей детей. Разнонаправленность системы дополнительного образования позволяет охватить широкий круг детей и подростков, имеющих различные интересы и склонности, и может влиять на растущее поколение и его ценности.

Воспитательная ценность учреждений дополнительного образования детей заключается в том, что они создают условия для обеспечения педагогически целесообразной, эмоционально привлекательной деятельности детей, удовлетворения потребности в новизне впечатлений, творческой самореализации, общении и самостоятельной деятельности. Причем осуществляется это в разнообразных формах, затрагивая всевозможные сферы жизни, включая художественное творчество, спорт, краеведение, экологию и многие другие, что позволяет ненавязчиво, со знанием дела прививать детям культуру отношений с окружающим их миром – природным и социальным.

Можно выделить несколько особенностей учреждений дополнительного образования детей как воспитательных организаций. Первой из них, и крайне важной, является специфика вхождения ребенка в воспитательную организацию. Посещение учреждения дополнительного образования должно быть для ребенка добровольным, т. е. исключать обязательность и какое-либо принуждение. Добровольность связана с самостоятельным выбором ребенком содержания предметной деятельности, длительности участия в жизни того

или иного детского объединения. Так как многочисленные учреждения дополнительного образования предлагают различные услуги, здесь наиболее ярко проявляется характер отношений, при которых ребенок и его родители выступают в качестве заказчиков образовательной услуги. Отношения «заказчик – исполнитель» создают предпосылки для выбора предметной направленности деятельности в учреждениях дополнительного образования детей. Отсюда возникает такая специфическая черта учреждений дополнительного образования, как постоянная ориентированность на привлечение детей, поскольку от этого зависит возможность для педагога реализовать образовательную программу. Добровольность вхождения в организацию дополнительного образования обеспечивается предоставлением детям возможностей для выбора различных форм самореализации, того или иного объединения, соответствующего их интересам и наклонностям, перехода из одного объединения в другое и переключения с одного вида деятельности на другой в рамках одного объединения и позволяет индивидуализировать сроки и темпы выполнения программ.

Такой объективный фактор, как отсутствие жестких образовательных стандартов в учреждениях дополнительного образования, и то, что педагог заинтересован в том, чтобы ребенок посещал занятия вне прямой зависимости от академических успехов, задает следующие особенности учреждения дополнительного образования:

- креативность жизнедеятельности детских объединений;
- дифференциация воспитательного процесса (разноуровневость);
- специализация (возможность объединения детей на основе общих интересов);
- индивидуализация (регулирование времени, темпа и организации пространства при освоении содержания образования);
- обращенность к процессам самопознания, самовыражения и самореализации ребенка;
- диалоговый характер межличностных отношений между педагогом и воспитанниками.

Креативность функционирования детских сообществ в учреждениях дополнительного образования выражается в наличии элементов исследовательской работы, конструирования, первых проб в области искусства и литературы. Образовательный процесс в учреждениях дополнительного образования организован с обилием художественных и творческих форм, так что ребенок добровольно подчиняется требованиям педагога.

Индивидуализация воспитательного процесса выступает как регулирование времени, темпа и организации пространства при освоении содержания социального опыта и образования. Социальный опыт и дополнительные сведения, полученные в учреждениях дополнительного образования детей, не обязательно становятся основой будущей профессии – скорее позволяют приобрести опыт самостоятельной свободной ориентации в различных сферах деятельности.

Обращенность к процессам самопознания, самовыражения и самореализации ребенка обеспечивается включением ребенка в деятельность. В учреждениях дополнительного образования благодаря личностно-ориентированному информированию, помощи в самоопределении и проектировании ребенком вариантов участия в совместной деятельности обеспечиваются условия для его творческой и личностной самореализации.

Диалоговый характер взаимоотношений между воспитателями и воспитанниками в учреждениях дополнительного образования позволяет осуществлять индивидуальную педагогическую помощь детям по широкому кругу проблем. В то же время условием эффек-

тивности индивидуальной педагогической помощи в учреждениях дополнительного образования является именно то, что воспитанник здесь готов принять помощь от воспитателя, у ребенка имеются установки на добровольный контакт по поводу своих проблем, желание найти у педагога понимание, получить информацию, совет, порой даже инструктаж.

Диалоговый характер отношений воспитанника с педагогом может приводить к ситуациям, когда ребенок сам выступает в роли инициатора, организатора, контролера деятельности и образовательного процесса. Подлинный диалог в межличностном взаимодействии базируется на коммуникативной толерантности педагога. Коммуникативная толерантность проявляется в том, что по отношению к странностям, в первое время вызывающим недоумение явлениям в поведении партнера, доминирует стремление понять и принять эти особенности. Проявляя коммуникативную толерантность, воспитатель рассматривает эти проявления как внешние, как форму, которая не должна оказывать решающего влияния на содержание контактов, и не старается немедленно переделать воспитанника, сделать его «удобным» для себя.

Еще одной важной особенностью учреждений дополнительного образования детей является то, что в их задачи входит содействие в профессиональном самоопределении учащихся, обеспечиваемое предоставлением школьникам возможности выбирать сферу деятельности из предложенного перечня и практикоориентированным содержанием, форм и методов социального воспитания. Предназначенность данных воспитательных организаций для детей старшего дошкольного и всего школьного возрастного спектра определяет, что в них профессиональная ориентация становится длительным процессом постепенного уточнения интересов ребенка, восхождения к профессии путем многочисленных проб в сфере практической деятельности как через углубление и расширение содержания образования, так и через освоение ребенком способов деятельности.

В учреждении дополнительного образования детей обучение отличается прикладной направленностью, в его содержании довольно большую долю составляет освоение приемов и навыков деятельности не только учебной, но и практической, что создает возможности для профессионализации воспитанника. Ранняя и глубокая профессионализация связана с тем, что в ряде видов спорта и искусства высоких результатов достигают в подростковом и юношеском возрасте при условии, что занятия ребенок начинает еще дошкольником. Такая профессионализация реализуется в «школах» по отношению к одаренным детям, имеющим ярко выраженные задатки и способности. В этом случае, фактически, являясь еще школьником, ребенок осваивает профессию и выступает как спортсмен, музыкант, танцовщик профессионально.

Учреждения дополнительного образования предоставляют возможности для того, чтобы ребенок мог попробовать себя в самых различных областях. Такая профессионализация – длительный ненаправленный процесс, выстраиваемый как ряд профессиональных проб, он не ведет к глубокой специализации ребенка, но расширяет спектр рассматриваемых альтернатив при выборе профиля обучения или профессии, а также формирует некий резерв социальной защищенности, закладывая предпосылки профессиональной мобильности.

Третья особенность учреждений дополнительного образования детей – опосредованность социального воспитания. Характерной их чертой становится оптимальное сочетание стихийной, частично направляемой, частично социально контролируемой социализации и сознательного самоизменения человека.

Общение и межличностные отношения занимают значительное место в жизнедеятельности учреждений дополнительного образования, характеризуются интенсивностью и насыщенностью. Каждый из воспитанников стремится реализовать себя в этой сфере, часто не обладая соответствующими навыками. Поэтому содействие в установлении взаимопонимания с окружающими, преодолении стереотипов воспитанника, перенесенных им из других ситуаций, имеют характер индивидуальной помощи. Кроме того, индивидуальная помощь в учреждениях дополнительного образования направлена на решение таких проблемных ситуаций, как саморегуляция ребенка при участии в выступлениях, соревнованиях, конференциях, выставках, несформированность навыков самообслуживания (туристический поход, полевая экспедиция, военные сборы, выезды спортивной команды на соревнования), нежелание или неготовность ребенка разделять нормы и ценности клубного сообщества, некомпетентность в межличностном взаимодействии. Возможность уменьшить регуляцию поведения воспитанников обеспечивается тем, что педагог занимается с относительно немногочисленной группой воспитанников (10–15 человек), соединяя как групповые, так и индивидуальные формы работы.

Следующая особенность учреждений дополнительного образования детей связана со спецификой субъектов социального воспитания. Следует отметить, что многие педагоги дополнительного образования не имеют профессионально-педагогической подготовки, являются специалистами в конкретной предметно-практической сфере, поэтому они решают задачи социального воспитания интуитивно.

Педагогическое взаимодействие в учреждениях дополнительного образования и общеобразовательной школе различается как по своей сути, так и в восприятии ребенка. Педагог дополнительного образования определенным образом «ограничен» в методах управления деятельностью и поведением воспитанника – в частности, речь идет о методах требования и наказания. Поэтому ребенок не испытывает страха и тревоги, общаясь с педагогом. В данном случае педагог для управления деятельностью и взаимодействием воспитанников устанавливает отношения диалога, а активность детей в освоении содержания образования обеспечивается стимулированием их интереса. Педагог в глазах воспитанника является специалистом в привлекательном виде деятельности, поэтому ребенок готов устанавливать с ним контакт, чтобы освоить деятельность. Другими словами, образ педагога дополнительного образования, как правило, отличается от образа учителя школы в сторону большего доверия, более комфортных отношений, интереса обеих сторон друг к другу и к осваиваемому ребенком предмету.

Если обучение оперирует такими понятиями, как «сознание – мышление – знание – деятельность», то воспитание использует качественно иные «ценности – отношение – поведение». Существует пять важных сфер взаимоотношения ребенка с миром.

Первая сфера – это отношение с самим собой, поэтому в первую очередь нужно воспитывать человека, который бы понимал самого себя, имел возможность самоопределяться, выразить себя, реализовать свой потенциал.

Вторая сфера связана с построением отношений с конкретными людьми, с которыми необходимо взаимодействовать и общаться. Важно воспитывать культуру общения, коммуникативную культуру.

Третья сфера связана с отношениями с социумом. Здесь мы можем говорить о воспитании человека, понимающего, как можно строить отношения с различными социальными общностями: с семьей, общественными объединениями, государственными организациями, образовательными учреждениями как социальными институтами.

Четвертая сфера связана с отношением к своей стране, своему краю, своему городу, культурно-историческому наследию страны. И здесь можно говорить о желании или нежелании детей воспринимать и продолжать традиции и культуру своей страны.

Пятая сфера – это отношения с природой, которые проявляются в двух областях: заботе о природе и заботе о себе как части природы, о своем здоровье.

Выстраивание воспитательной системы в учреждении дополнительного образования детей позволяет выделить несколько блоков реализации данной системы, которые непосредственно взаимосвязаны с перечисленными сферами отношений ребенка с миром (см. схему):

1. *Творческий блок* связан прежде всего с реализацией программ и проектов, создаваемых творческими детскими объединениями в области музыки, изобразительного и декоративно-прикладного творчества, театрального, танцевального и циркового искусства, направлен на создание условий для самоутверждения и самореализации в различных сферах творческой деятельности, раскрытие творческого потенциала детей, развитие способностей чувствовать, понимать и создавать прекрасное, творчески самостоятельно действовать, помощь в профессиональном и социальном самоопределении.

2. *Социально-психологический блок* касается решения важных вопросов социализации, социальной адаптации детей и подростков, гармонизации жизнедеятельности и социальных отношений детей, опирающихся на результаты диагностики и мониторинга личностного развития воспитанников, овладения навыками цивилизованного психологического влияния и конструктивного противостояния агрессивным, манипуляционным и деструктивным формам влияния.

Важным направлением работы в данном блоке является взаимодействие с семьями воспитанников, направленное на возрождение и развитие культуры семейных отношений, уважения и бережного отношения к ценностям и традициям семьи, развитие межпоколенных связей, воспитание у детей и подростков ответственного отношения к созданию собственной семьи

3. *Гражданско-общественный блок* в своей основе опирается на деятельность детских общественных организаций. Данное направление предполагает создание условий для осознания, принятия и регуляции поведения детей и подростков на основе ценностей и идеалов толерантного сознания, альтруизма, межкультурной компетентности, развитие и поддержку детских и молодежных социальных инициатив, формирование активной жизненной позиции, включение детей в социально значимую деятельность.

4. *Культурно-краеведческий блок* призван влиять на личностное развитие юных россиян, воспитание и укрепление чувства патриотизма, гражданственности, ответственности за сохранение и приумножение культурного наследия страны и города, их будущее процветание и благополучие, осознание необходимости развития практических навыков, умений, заботы о памятниках и старшем поколении петербуржцев, овладение опытом научно-исследовательской деятельности, допрофессиональными навыками в области экскурсоведения и музейного дела.

5. *Экологический блок* реализуется в двух направлениях: экология природы и экология человека. В своей первой части он ориентирован на деятельность в рамках образовательных программ и различных проектов экологического направления, развитие всех компонентов экологической культуры, содействие развитию и укреплению любви к природе, потребности заниматься природоохранными мероприятиями, приобретение практических навыков проектно-исследовательской деятельности, грамотного экологического поведения.

Вторая часть блока, связанная со здоровьем человека, предполагает организацию учебно-воспитательного процесса с применением берегающих здоровье методик, выстраивание рационального режима обучения, воспитания и развития обучающихся; реализацию программы первичной профилактики наркозависимости детей и подростков, направленную на создание условий для развития у воспитанников личностных качеств, способствующих повышению устойчивости к воздействию различных негативных факторов.

6. *Наглядно-информационный блок* ориентирован на создание и реализацию проектов в области журналистики. Задачами данного блока также являются содействие развитию детских и молодёжных средств массовой информации для пропаганды позитивных инициатив воспитанников, развитие познавательных, творческих и коммуникативных качеств личности, развитие навыков и умений в сфере профессиональной тележурналистики.

Взаимосвязь блоков реализации системы воспитания нравственно цельной личности в условиях дополнительного образования детей и сфер взаимоотношений ребенка с миром

Система воспитания нравственно цельной личности в условиях дополнительного образования детей				
Наглядно-информационный блок				
Творческий блок	Социально-психологический блок	Гражданско-общественный блок	Культурно-краеведческий блок	Экологический блок
Я сам	Конкретные люди	Социальные институты	Страна	Природа
Сферы взаимоотношений ребенка с миром				

Подводя итоги, можно сказать, что в настоящее время на государственном уровне возрождается интерес к выстраиванию воспитательных систем в различных образовательных учреждениях. Существуют как положительные тенденции, так и объективные трудности в осуществлении воспитательной деятельности. Учреждения дополнительного образования обладают богатым воспитательным потенциалом, основанным на принципах построения образовательного процесса, системе отношений, широте, многоплановости и разнообразии содержания образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Опыт социальной адаптации личности в учреждении дополнительного образования детей // Бюллетень программно-методических материалов для учреждений дополнительного образования детей (региональный опыт). 2006. № 5. С. 37–44.
2. Илюшин Л. С. Социализация школьников в современной системе дополнительного образования. СПб.: Фолио-пресс, 2003.

3. Петухов В. Деградация нравов или вербализация страхов? Социальная трансформация, общественная мораль и государство // Политический класс. 2005. № 9. С. 28–34.

4. Писарева С. А. Современные научные исследования в области дополнительного образования детей: возможности использования в практике работы педагога. СПб.: Питер, 2003.

Список рекомендуемой литературы

Барышников Е.Н., Колесникова И.А. О воспитании и воспитательных системах. СПб., 1996.

Воспитать человека: Сб. нормативно-правовых, научно-методических, организационно-практических материалов по проблемам воспитания / Под ред. В.А. Березиной, О.И. Волжиной, И.А. Зимней. М.: Вентана-Графф, 2002.

Конкурс педагогических достижений: методика описания опыта дополнительного образования детей / Ред.-сост. А.Т. Бойцова. СПб., 1998.

Лихачев Д.С. Письма о добром. СПб.: Logos, 2006.

Проблемы гуманизации дополнительного образования детей и формирование нравственных отношений в семье: Материалы международной конференции. М.: Мир книги, 1995.

Хоружий С. Антивозрождение России // Политический класс. 2005. № 3.

A. M. Sklyarova

MORAL POTENTIAL OF THE SYSTEM FOR ADDITIONAL EDUCATION OF CHILDREN IN RUSSIA

The peculiarities of additional education in modern Russia are analyzed. The national doctrine of education is considered, its basic aspects and tasks, positive tendencies are distinguished, that determine prospects of the development of moral upbringing as the priority sphere of the social life of the country. Factors reducing efficiency of educational work at educational institutions are analyzed and strategic tasks of moral upbringing are considered.

Moral contents of education, historical succession of generations, peculiarities of additional education cultural and local lore, ecological upbringing, visual and information projects



УДК: 774.4(061.12)

Т. Ю. Феклова

К ИСТОРИИ АКАДЕМИЧЕСКИХ ЭКСПЕДИЦИЙ ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XIX в.

Анализируются академические экспедиции первой половины XIX в. Рассматриваются география путешествий и формы поощрения ученых. Показаны способы финансирования, пути взаимодействия Академии наук (АН) с другими научными учреждениями, военным и морским министерствами, Русской православной церковью.

Петербургская Академия наук, организация экспедиций АН, А. Ф. Миддендорф, К. М. Бэр, поощрение участников экспедиций

В первой половине XIX в. российская наука вступила в новый этап своего развития. Развивается промышленность, а вместе с ней совершенствуется материально-техническая база науки. Более сложной и структурированной становится теоретическая часть. Увеличивается число учебных и научных организаций. Петербургская Академия наук перестает быть единственным учреждением, занимающимся наукой, но не сдает своих лидирующих позиций. Сохранив свои исследовательские функции, она становится координирующим и зачастую направляющим органом для других научных организаций, отдельных ведомств, комитетов и частных лиц. АН составляла инструкции, делилась приборами и материалами, занималась экспертизой присылаемых словарей и книг.

Важной составляющей частью деятельности АН становятся экспедиции. Во-первых, это замечательный шанс изучить географию, биологию, зоологию и этнографию различных областей земного шара. Во-вторых, экспедиции позволяли совершенствовать научные методы исследования.

При организации путешествий возникает вопрос об их материальном обеспечении. Финансирование всегда было действенным рычагом для управления наукой. Анализ росписи затрат на экспедиции позволяет проследить, во-первых, как использовались назначенные суммы, а во-вторых, откуда они брались. Изучение деятельности и результатов

научных экспедиций АН дает возможность проследить взаимоотношения правительства и ученых в первой половине XIX в.¹

Организационно-бюрократические ступени. Академик, желающий отправиться в экспедицию, должен был предоставить в Конференцию АН записку, в которой обосновывалась необходимость совершения подобного вояжа. Кроме достаточно веских причин академик представлял и примерную смету расходов. Ученый должен был сообщить, намерен ли он отправиться со спутниками или в одиночестве, и обосновать свой выбор. В случае положительного отзыва Конференция передавала отношение на имя президента АН, который давал дальнейший ход бумаге. Далее президент подавал отношение на имя министра народного просвещения. Иногда президент совмещал должность президента и министра народного просвещения, как это было в случае с С. С. Уваровым. В случае положительного решения министра бумага направлялась в кабинет министров. Свое последнее утверждение записка с планами экспедиции получала на самом высоком уровне: её подписывал император. После высочайшего утверждения бумага спускалась в кабинет министров, а затем передавалась министру народного просвещения. Если деньги на предпринимаемую экспедицию выдавались государственным казначейством, то министр народного просвещения обращался к министру финансов за подтверждением императорского распоряжения. Далее через президента и Конференцию АН бумага с необходимым одобрением доходила до организатора экспедиции. Вся эта процедура обычно длилась около двух-трех месяцев, а иногда и гораздо дольше, поэтому, если академик желал отправиться в экспедицию в летние месяцы, то подавать прошение на разрешение путешествия он должен был осенью.

География академических экспедиций. В первой половине XIX в. постепенно начинает расширяться круг регионов, куда отправлялись экспедиции АН. Организуются комплексные заграничные путешествия, в первую очередь в русские владения в Северной Америке (Аляска и Калифорния). Также академики принимают активное участие в экспедициях, организованных другими ведомствами в самые разные части света. Они участвовали в кругосветных экспедициях Крузенштерна и Лисянского, в опасных походах в Бухару и Хиву, в не менее опасных разъездах по Кавказу.

Исследование Крайнего Севера имело для России первостепенное значение, так как большая часть страны лежала в зоне рискованного земледелия или же в зоне, где земледелие невозможно из-за суровых природных условий. Изучение этих территорий могло помочь определить их хозяйственное применение в дальнейшем, например, в области добычи полезных ископаемых, а также в пушном промысле. Так же мало изучены были население, флора и фауна этих мест. Вплоть до экспедиции А. Ф. Миддендорфа в Сибирь в 1842 г.

¹ Сухомлинов М. И. История Российской Академии. СПб., 1885; Пекарский П. П. История императорской Академии наук в Петербурге. Т. 1, 2. СПб., 1873; Ширина Д. А. Летопись экспедиций Академии наук на северо-востоке Азии в дореволюционный период. Новосибирск, 1983; Хартанович М. Ф. Ученое сословие России. Императорская Академия наук второй четверти XIX века. СПб., 1999; Трохачев С. Ю. Немцы и русские в Академии наук первых лет XIX века // Немцы в России: Петербургские немцы. СПб., 1999; Копелевич Ю. Х., Ожигова Е. П. Научные Академии стран Западной Европы и Северной Америки. Л., 1989; Смирнов В. Г. Исследования мирового океана военными моряками и учеными России. 1826–1895. СПб., 2007; Итс Р. Ф. Первые китайские коллекции в России // Санкт-Петербург – Китай. Три века контактов. СПб., 2006; Пасецкий В. М. Русские открытия и исследования в Арктике. Первая половина XIX века. Л., 1984 и др. Архивные материалы из фондов РГИА и ПФА РАН.

многие ученые как в России, так и за её пределами сомневались в возможности существования вечной мерзлоты. В ходе последующих изысканий были обнаружены такие природные феномены, как оазисы тайги в сплошной тундре. Нельзя было забывать и о природных богатствах этого региона. В первую очередь это рыбный и пушной промыслы, залежи полезных ископаемых. Изучение народностей, населяющих Сибирь, Камчатку и Дальний Восток, позволяли, во-первых, наблюдать ранние стадии развития человеческого общества, а во-вторых, проследить историю заселения Сибири и Северной Америки. Исследование Крайнего Севера в XIX в. учеными АН неразрывно связано с именем академика К. М. Бэра, одного из крупнейших специалистов в области зоологии того времени, совершившего несколько экспедиций на Новую Землю и в Лапландию.

Расширение географии экспедиций во многом отражало геополитические интересы российского правительства, связанные с повышенным вниманием к окраинам страны (Средняя Азия, Кавказ, Сибирь). Изучение этих местностей позволяло, во-первых, установить контакты с местным населением, а во-вторых, выяснить возможности хозяйственного использования земель (в сельском хозяйстве или для промышленных нужд).

Способы и размеры финансирования экспедиций. Несмотря на постоянный рост государственных расходов, таковые по министерству народного просвещения практически не увеличивались (во многом увеличение связано с корректировкой инфляции). В 1808 г. общие расходы составляли 134 405 470 руб. ассигнациями, а на министерство народного просвещения – 2 661 134 руб. Это гораздо меньше расходов по части военно-сухопутных сил (53 377 715 руб.), но немного больше, чем по министерству иностранных дел (1 305 905 руб.). В среднем, за 9 лет (с 1808 по 1818 г.) расходы на просвещение увеличивались, но ненамного, и в среднем составляли 2 702 686 руб.¹ Согласно уставу 1836 г., АН полагалось 239 400 руб. ежегодно, что составляло примерно одну десятую часть от общих расходов по министерству народного просвещения. На экспедиции и вспомоществование молодым ученым было положено 10 000 руб.²

В связи с большим количеством отправляемых экспедиций АН не могла финансировать их полностью за свой счет и была вынуждена прибегать к помощи императора. Частично это было прописано в самом уставе АН. В § 11 регламента 1803 г. было сказано, что АН должна была отправлять астрономов и натуралистов в те места, географическое и естественное состояние которых еще не достаточно известны и описаны. Там же говорилось, что «император обещает всегда вспомоществовать ей в таких полезных предприятиях и содействовать исполнению оных теми мерами, кои не зависят от самой Академии»³. Однако видно, что этот параграф не включал в себя многие другие направления экспедиций. В таком случае приходилось надеяться только на милость императора. Но ни в одном из изученных автором дел император не отказал в проведении экспедиции, если в письме, поданном на его имя, разьяснялась вся важность предполагаемого исследования.

¹ Исторический обзор росписей государственных доходов и расходов с 1803 по 1843 гг. включительно / Сост. Я. И. Печерин. СПб., 1896. С. 10–74.

² Уставы Академии наук СССР. М., 1974. С. 119.

³ Регламент Императорской Санкт-Петербургской Академии наук. СПб., 1803. С. 66.

Чаще всего АН платила жалованье академикам (во время экспедиции оно повышалось вдвое), а все остальные расходы брало на себя государственное казначейство (прогоны, питание, экстраординарные расходы). АН выдавала деньги на покупку части инструментов, если таковых не оказывалось в её собственных лабораториях и музеях. Часть расходов (уже ближе ко второй трети XIX в.) брали на себя музеи. АН, таким образом, стремилась не только полностью обеспечить ученых материально, но и по возможности предоставить им необходимые инструменты и материалы.

Формы взаимодействия АН с другими учреждениями страны. АН никогда не была элитным научным учреждением, полностью оторванным от остального мира. Из-за нехватки научных кадров в стране многие министерства прибегали к её компетентной помощи. АН занималась координирующей деятельностью, составляла инструкции, делилась приборами и книгами с другими научными организациями, ведомствами и комитетами, частными лицами.

Взаимопомощь АН и морского министерства была обоюдной. Министерство имело в своем распоряжении корабли, необходимые для изучения отдаленных участков Земли, а АН могла назначить ученых для проведения исследований. Если же невозможно было отправить ученого вместе с экспедицией, АН снабжала офицеров флота списком интересующих её вопросов и подробнейшей инструкцией по их выполнению. Офицеры Военно-морского флота имели необходимые знания и навыки для проведения барометрических и других измерений.

Кругосветные путешествия позволяли во время одного плавания посетить сразу несколько стран, проводя по пути наблюдения над природными явлениями в море. Одна такая экспедиция по количеству собранных материалов и результатов наблюдений, прежде всего над земным магнетизмом и природными явлениями, была гораздо плодотворнее нескольких отдельных, отправляющихся поодиночке в те или иные страны. Тем более что кругосветные путешествия организовывались и финансировались за счет военного министерства, и часть исследований производилась морскими офицерами.

Военное министерство тоже не оставалось в стороне. В связи с тем, что на южных окраинах страны всё ещё было беспокойно, академики, во-первых, получали специальное разрешение от военного министерства на проезд, во-вторых, их обеспечивали конвоем для их же безопасности, как это было с путешествием А. Лемана 1841–1842 гг. в Бухару вместе с военной экспедицией К. Ф. Бутенева¹.

АН плодотворно сотрудничала с русской православной церковью. Нельзя забывать о том, что церковь в то время не была отделена от государства, а многие ученые были глубоко верующими людьми. Православная церковь активно проводила миссионерскую деятельность, в частности в Китае. Эта страна, несомненно, привлекала внимание исследователей своей древней историей, этнографией, удивительными флорой и фауной. Там находилась постоянная православная духовная миссия. Её состав менялся каждые 10 лет, но при желании этот срок мог быть продлен. Русская православная миссия, работая в сложных условиях Азии, не забывала и о науке, занимаясь прежде всего лингвистическими и этнографическими изысканиями. В 1829 г. туда отправилось очередная смена миссионеров. Для большей

¹ ПФА РАН. Ф. 56. Оп. 1. Д. 22. Официальные отношения Оренбургского военного губернатора, открытые листы, договор, заключенный с А. И. Леманом о доставке последним медикаментов в Петербург и т. д. 139. 1842. Л. 12 об.

пользы науки, для уточнения и пополнения знаний, полученных в результате деятельности предыдущей миссии, АН предложила присоединить к составу новой миссии двух академиков, которые занимались бы сбором информации и обработкой полученных данных. В звании астронома в Китай был отправлен Егор Фус, а в звании естествоиспытателя – коллежский асессор Александр Бунге. АН же обязывалась снабдить путешественников всем необходимым инструментарием¹. Собранный А. Бунге во время путешествия по Китаю материал он описал в сочинениях «Enumeratio plantarum quas in China boreali collegit» (Санкт-Петербург, 1831) и в «Plantarum Mongolico-Chinensium decas I» (Казань, 1835)².

Способы государственного поощрения академиков. Участие в экспедициях того времени было достаточно рискованным предприятием. Взять хотя бы А. Ф. Миддендорфа, который чуть не умер с голоду во время своей экспедиции по Сибири. Государство, признавая несомненное мужество ученых, по достоинству оценивало их несомненные научные достижения.

Существовало несколько видов поощрения (иногда они комбинировались):

1. Награды (российские и зарубежные). А. Ф. Миддендорф за свою экспедицию был награжден орденом Св. Владимира четвертой степени³. Кроме того, главному казначейству было предписано прибавлять к жалованью ученого по 400 руб. серебром ежегодно до тех пор, пока он будет оставаться на службе. Это предписание вступило в силу с 5 апреля 1846 г.⁴

В 1843 г. Альтонской и Гринвичской обсерваториями была предпринята совместная хронологическая экспедиция для точного определения долготы Пулковской обсерватории. Директор Гидрографического депо морского министерства, почетный член Петербургской АН Ф. Ф. Шуберт, зная о неверности определения координат многих точек Балтийского моря, подал А. С. Меншикову доклад о проведении хронометрических работ с целью исправления неточностей. Доклад был представлен Николаю I и получил высочайшее одобрение. По результатам этого ученого предприятия по Высочайшему повелению участники его были награждены «алмазными знаками Св. Анны 2-ой степени: Королевства Датского, конференц-советника, профессора астрономии Г. Х. Шумахера – за содействие хронометрической экспедиции между Санкт-Петербургом, Альтоном и Гринвичем»⁵. Оттон Струве получил орден св. Станислава 3-й степени за отличные труды при проведении этой экспедиции⁶. Начальнику экспедиции Ф. Ф. Шуберту 20 апреля 1833 г. был пожалован орден Белого Орла за усердную службу. Король Швеции наградил его орденом Меча I степени (1835 г.), а король Дании – орденом Даннеброга (1836 г.)⁷.

2. Постоянные денежные выплаты. Обычно постоянные денежные выплаты производились все то время, пока ученый находился на действительной службе.

¹ РГИА. Ф. 733. Оп. 12. Д. 401. О намерении Академии отправить в Пекин натуралиста и астронома. 1829. Л. 3.

² Брокгауз и Ефрон. Т. 8. СПб., 1891. С. 926.

³ Этот орден служил знаком выслуги в гражданских чинах.

⁴ Л. 145. 145 об.

⁵ Там же. С. 59.

⁶ Этот орден только в 1831 г. был причислен к российским орденам, а до этого времени им награждали только выходцев из Польши.

⁷ Смирнов В. Г. Исследования Мирового океана военными моряками и учеными России. 1826–1895 гг. СПб., 2006. С. 22.

Великий князь Константин Николаевич, еще будучи товарищем начальника морского министерства, в 1853 г. предложил АН, чтобы её члены участвовали в морской экспедиции вокруг света. В это кругосветное плавание в июле 1853 г. отправлялись фрегат «Аврора» под командованием капитана Изельметова и корвет «Наварин» под командованием капитана Истомина. На этих судах, по отношению управляющего морским министерством, предполагалось разместить и трех ученых от АН. Комиссия АН, состоящая из академиков А. Ф. Купфера, Э. Х. Ленца, Ф. Ф. Брандта, К. А. Мейера, Г. П. Гельмерсена, А. Ф. Миддендорфа и Ф. И. Рупрехта, составила инструкцию для ученых, отправляющихся вместе с экспедицией¹. Комиссией было принято решение, чтобы от АН туда отправился Л. Шренк вместе с рисовальщиком Е. Поливановым. В 1856 г. по Высочайшему повелению от 4 апреля 1857 г. было назначено прибавочное жалование Л. Шренку по 400 руб. в год серебром и Е. Поливанову по 200 руб. серебром в год, «пока они будут состоять на службе независимо от содержания, по оной производимого». Высочайшим указом от 17 апреля участники экспедиции были пожалованы кавалерами орденов: Л. Шренк – святого Владимира 4-й степени, Е. Поливанов – Св. Анны 3-й степени².

3. Единовременные денежные выплаты. В 1836 г. была организована экспедиция для измерения разности высот Каспийского и Черного морей. От АН в эту экспедицию были направлены Ф. Паррот, М. Энгельгардт, Е. Н. Фус, Е. Е. Саблер, А. Н. Савич и механик Мазанг³. После окончания экспедиции Мазангу было пожаловано 3000 руб. из государственного казначейства. Из этой суммы было удержано 10 % в пользу инвалидов.

Заключение. Рассмотренные сюжеты позволяют сделать следующие выводы. АН, будучи государственным учреждением, включенным в административную иерархию, пользовалась всесторонней поддержкой государства. Как правило, академики не работали в отрыве ни от российских научных кругов, ни от своих западных коллег. Практически все государственные организации, несмотря на то что их функции зачастую были прямо противоположными, например русская православная церковь и военное министерство, содействовали развитию науки всеми возможными способами. Военное ведомство приглашало академиков в только что завоеванные области для биологических исследований и при этом само частично оплачивало издержки. АН имела доступ практически к любой информации, которая была добыта в результате экспедиций морского ведомства. Русская православная церковь занималась сбором этнографических данных и сведений о других религиях на территориях, где действовали русские духовные миссии.

Находясь в состоянии почти не прекращающихся локальных войн, ведя значительное промышленное строительство, российское государство изыскивало средства на содействие науке, что выражалось прежде всего в выделении необходимых средств на экспедиции АН.

Нельзя забывать и о личном мужестве академиков. Ученые отправлялись в Среднюю Азию, на Кавказ фактически сразу же после освобождения территории от войск, зачастую сталкиваясь с негативным отношением местного населения.

¹ РГИА. Ф. 733. Оп. 13. Д. 273. По отношению Его Императорского Высочества, Великого Князя Константина Николаевича о принятии академией наук участия в Морской экспедиции в Охотское море и к берегам Восточной Сибири и Русской Америки. 1853–1857. Ч. 1. Л. 4–5.

² Там же. Л. 112.

³ Летопись Российской Академии наук: В 3 т. Т. II. 1803–1860. СПб., 2002. С. 260.

Благодаря объединению усилий государства, армии и науки стали возможны многие выдающиеся открытия. Кроме того, члены АН во время научных путешествий ставили и решали прикладные задачи, стараясь объединить работу для будущего науки и практические потребности современности.

T. Y. Feclova

ON THE HISTORY OF THE ACADEMICAL EXPEDITIONS IN THE FIRST HALF OF XIX CENTURY

In the essay are analyzed the academical expeditions of the first half of XIX century. Considered geography of the expeditions and the prizing of scientists, methods of financing, interaction with other establishments: defense and naval ministries, Russian orthodox church.

St. Petersburg academy of sciences, management of AS expeditions, A. F. Middendorf, K. M. Ber, prizing of expedition participants

УДК 621(091)

Н. С. Герцова, В. П. Северинова

РЕСТАВРАЦИЯ НАДГРОБНОГО ПАМЯТНИКА ДИРЕКТОРУ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА НИКОЛАЮ ГРИГОРЬЕВИЧУ ПИСАРЕВСКОМУ

Статья посвящена восстановлению захоронения директора Электротехнического института Н. Г. Писаревского.

Н. Г. Писаревский, Новодевичье кладбище, памятник, проект, реставрация, СПбГУТ им. М. А. Бонч-Бруевича

В 1911 г. Электротехнический институт отмечал своё 25-летие. По этому поводу в журнале «Нива» (1912. № 1) отмечалось: «Существование у нас в России этого высшего питомника электриков несомненно оставило глубокий и серьёзный след в деле развития и подъёма электротехники России. Основанием же своим институт был обязан энергии замечательного общественного деятеля, ныне уже покойного Н. Г. Писаревского, по проекту которого институт и был основан».

Основатель и первый директор института Николай Григорьевич Писаревский (1821–1895) скончался 20 июня 1895 г. во время отпуска в деревне Кадыма Волынской губернии Подольской области и был похоронен в Санкт-Петербурге. До недавнего времени место захоронения его считалось утерянным. Профессор Электротехнического института (ЛЭТИ) Николай Николаевич Разумовский (1902–1976), преподававший электрические измерения, много времени посвятил изучению истории своего предмета, а также жизни и деятельности его преподавателей Н. Г. Писаревского и П. Д. Войнаровского. В частности, в «Известиях Электротехнического института» (1973 г., вып. 133) в биографическо-библиографическом очерке Н. Н. Разумовского и А. А. Симоновой «Николай Григорьевич Писаревский» отмечено, что Н. Г. Писаревский «похоронен в Ленинграде на Новодевичьем кладбище, могила утеряна».

Новодевичье кладбище, история которого начинается с 1852 г., было очень дорогим и престижным. Здесь хоронили видных государственных и общественных деятелей, известных учёных, литераторов, артистов. На этом кладбище находятся могилы М. А. Врубеля, Н. А. Некрасова, Э. Ф. Направника, поэтов Тютчева, Майкова, врача Боткина, шахматиста

Чигорина, архитекторов братьев Косяковых, Н. Е. Ефимова и др. В 1969 г. кладбище было разорено – исчезло около 400 надгробий. Юридическим основанием для этого послужило решение Ленгорисполкома о ликвидации на Новодевичьем кладбище могил, которые не содержатся родственниками. Если в 1924 г. на кладбище было 30 тысяч захоронений, то к 1969 г. сохранилось около 5 тысяч могил, из них 2400 считались бесхозными.

Институт электромашиностроения, в котором работал один из авторов (В. П. Северинова), размещался в здании Воскресенского Новодевичьего монастыря (Московский пр., 100), за которым раскинулось Новодевичье кладбище. Директора института академик Михаил Полиевктович Костенко (1889–1976), а затем академик Игорь Алексеевич Глебов (1914–2002) поддерживали интерес автора к истории электротехники и Электротехнического института, предоставив ему библиотечные дни для работы по этой теме в архивах и библиотеках. Оба они были заинтересованы в этих материалах, поскольку М. П. Костенко в 1908–1911 гг. – студент Электротехнического института, директором которого в то время был П. Д. Войнаровский, а И. А. Глебов, будучи специалистом по электроэнергетике, был знаком с трудами П. Д. Войнаровского, ученика Н. Г. Писаревского. В то время и возник вопрос о поиске места захоронения Н. Г. Писаревского.

19 октября 1999 г. автором статьи (В. П. Севериновой) было обнаружено захоронение Н. Г. Писаревского. Оно находилось в верхней полосе Новодевичьего кладбища, между 19-й и 20-й дорожками, к востоку от Трухмановской дорожки. Могила представляла собой печальную картину: ржавая, искорёженная решётка ограды с северной стороны, отсутствующие декоративные элементы, покосившийся постамент памятника без навверхнего креста, поребрик, окаймляющий захоронение, – с трещинами и отколами, сильно загрязненной и местами замшелой поверхностью. Перекрытия склепа проваливаются, могила заросла кустарниками и травой. Захоронение оставляло впечатление давно заброшенного, никем не посещаемого места. 22 октября 1999 г. об этой «находке» было сообщено администрации Электротехнического института. После просмотра многотомных книг регистрации захоронений, где отсутствовала запись о могиле Н. Г. Писаревского, она была зарегистрирована под № 462-99 (неперерегистрированные захоронения подлежали сносу).

В 2000 г. учёный совет Электротехнического университета принял решение восстановить захоронение своего первого директора Н. Г. Писаревского. Одновременно в Комитет по государственному контролю использования и охраны памятников культуры (КГИОП) были представлены материалы о значимости для России личности Писаревского и его научно-технической и общественной деятельности. В ответ было получено письмо зам. председателя КГИОП Б. М. Кирикова о включении захоронения Писаревского в «Список вновь выявленных объектов, представляющих художественную, историческую, научную или иную ценность».

В 2001 г. КГИОП выдал архитектурно-реставрационное задание на разработку научной проектной документации. Основной задачей реставрационных работ было восстановление перекрытия, надгробного памятника, ограды и поребрика. Были произведены обмерно-проектные работы, обследование состояния материалов. Совместно с реставрационной организацией «Экорем» (зам. директора Г. В. Михайловская) автором статьи (Н. С. Герцовой) разработан рабочий проект (13 чертежей с текстом), составлены дефектная ведомость и смета.

Главный принцип проекта заключался в воссоздании памятника таким, каким он был при установке, и дополнении его табличкой у подножия памятника с ёмкой информацией о Писаревском. Сохранившийся облик захоронения, а также натурные исследования позволяли восстановить его облик почти полностью, за исключением утраченного креста.

Поиски изображения или словесного описания памятника проводились в следующих учреждениях:

- 1) фотоархиве института материальной культуры (Дворцовая наб., 18) – бывшем дворце великого князя Михаила Александровича, покровителя Электротехнического института;
- 2) фотоархиве музея истории города (Петропавловская крепость);
- 3) музее городской скульптуры (Александр-Невская лавра);
- 4) государственном архиве кино-, фото-, фонодокументов (Мучной пер., 5);
- 5) центральном государственном историческом архиве СПб (Псковская ул., 18);
- 6) Российской национальной библиотеке (отделы – журнальный, эстампов, рукописный и др.).

Сведений о форме, цвете и фактуре лицевой поверхности креста не нашлось, поэтому они выбирались на основе анализа сохранившихся памятников этого периода. Форма креста выбрана на основании того, что Н. Г. Писаревский был православного вероисповедания (из личного дела директора института Н. Г. Писаревского, ф. 990, оп. 2, дело 2743). Был выбран восьмиконечный крест с нижней наклонной перекладиной. «Энциклопедия знаков и символов» Д. Фоли (Москва, 1998) трактует этот крест как «русский крест, называемый также “Восточный” или “крест св. Лазаря”, символ православной церкви в Восточном Средиземноморье, Восточной Европе и России». Восьмиконечный русский крест не доминирует в памятнике (соотношение высоты креста к его пьедесталу примерно равное), а спокойно завершает его, при этом восприятие его становится более щадящим и просветлённым, что свойственно православному жизнеощущению. Кроме того, он лучше оформляет пространство захоронения. На основании тщательного анализа определены размеры креста: высота 114 см, размах перекладины 64,5 см. Соотношение высоты креста и пьедестала примерно одинаковые – 114 и 110 см. Крест, как и постамент памятника, предполагалось выполнить из габбро с полированной поверхностью с желобком и фаской.

По проекту предполагалось изготовить новую кованую ограду по обмерам существующей, заменить разрушившиеся плиты поребрика с восточной стороны, замастиковать опасные трещины в оставшихся плитах и тщательно очистить их от грязи, благоустроить территорию захоронения – расчистить его, подсыпать землю вокруг и замостить плиткой подход к памятнику. Смета работ по расценкам 2001 г. составляла 438 526 руб. Она была составлена ООО «Экорем» на основании проекта, проверена и утверждена сметчиком КГИОП. Стоимость самого проекта составляла всего 20 тыс. руб.

В феврале 2002 г. проект был утверждён и подписан зам. председателя КГИОП, начальником Управления инвестиционных программ, лицензирования, экспертизы и приватизации памятников Б. М. Кириковым. К проекту не было замечаний, что случается крайне редко. Он был признан одним из лучших.

Было получено разрешение генерального директора ГУП «РУ» и директора Новодевичьего кладбища на производство восстановительных работ. Так как Новодевичье кладбище включено в перечень объектов исторического и культурного наследия федерального значения (Постановление Правительства РФ № 527 от 10.07.01 г.), все работы нужно было постоянно согласовывать с районным архитектором (Московского района) КГИОП.

Следующим этапом стали поиски средств для производства работ, так как в 2002 г. из-за финансовых трудностей Электротехнический университет не мог выделить необходимой суммы. Первым шагом было обращение в мэрию, в Комитет по науке и высшей школе правительства СПб, где оно было горячо поддержано председателем Комитета Александром Дмитриевичем Викторовым. В дальнейшем обращались за помощью в организации связи.

В апреле 2002 г. авторы настоящей статьи обратились от имени ректора СПбГЭТУ «ЛЭТИ» Д. В. Пузанкова к А. А. Гоголю, ректору СПбГУ телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, который с готовностью согласился поддержать восстановление памятника Н. Г. Писаревскому. Заметим, что при создании института им. М. А. Бонч-Бруевича основные кадры были привлечены из ЛЭТИ. Университетом телекоммуникаций в конце апреля 2002 г. были выделены средства, необходимые на предоплату работ (100 тыс. руб.), что позволило бы начать работы. Однако Электротехнический университет по своему финансовому состоянию не смог выделить никаких средств. Поэтому поиск денежных средств продолжался.

В 2003 г. за помощью обратились в ЛОНИИС (Ленинградский отраслевой научно-исследовательский институт связи), к его директору В. В. Макарову. В ответе сообщалось, что в связи со сложным финансовым положением ЛОНИИС финансовая поддержка оказана быть не может, но могут быть выделены транспортные средства, необходимые для выполнения реставрационных работ (автомшины, автокраны, самосвалы, автобусы «Икарус», микроавтобусы).

Следующее обращение было адресовано начальнику Управления федеральной почтовой связью Петербурга и Ленинградской области А. П. Верниковскому, который на тот момент помочь не мог, однако не отказался поискать возможность. Наблюдая, как быстро и успешно восстанавливается Воскресенский Новодевичий монастырь, обращались за советом к настоятельнице монастыря матушке Софии (в миру она окончила юридический факультет ЛГУ, в настоящее время получила духовный сан игуменьи). Настоятельница монастыря в 2002 г. обратилась к министру культуры М. Е. Швыдкому с письмом, в котором содержалась просьба о поддержке реставрации захоронения Н. Г. Писаревского.

В 2003 г. при участии директора ЗАО «Аркада» Бориса Абрамовича Ильмера, рекомендованного КГИОП, была подана заявка на участие в федеральной целевой программе «Культура России 2001–2005 гг.» – сделана попытка включить в программу реставрацию надгробного памятника Писаревскому. Были собраны все необходимые согласованные документы для проведения государственной вневедомственной экспертизы. Однако эта работа Б. А. Ильмером не была доведена до конца.

В связи с инфляцией ООО «Экорем» несколько раз пересчитывал и согласовывал проектно-сметную документацию с организациями, занимающимися восстановлением памятника Н. Г. Писаревскому, и утверждал её в КГИОП. Стоимость выполнения проекта в 2004 г. составляла уже около 1,5 млн. руб.

В мае 2003 г. произошло событие, послужившее толчком к началу работ. По Электротехническому университету прошёл слух, что захоронение Писаревского разорено, исчезли решётки ограды (действительно, в то время снимали решётки с могил и сдавали их в

металлолом), всё разворочено, поребрики вывернуты из земли. Пьедестал памятника печально возвышался на открытом, ничем не защищённом пространстве. На самом же деле была выполнена огромная работа по демонтажу захоронения (бесплатно) – первый шаг реставрационных работ. Звенья ограды лежали аккуратно сложенные невдалеке. Был открыт доступ к дальнейшим работам: снят постамент памятника для реставрации и укрепление перекрытия захоронения. Только потом удалось узнать, что таким образом помог сдвинуть дело с мёртвой точки директор Новодевичьего кладбища Анатолий Михайлович Нечаев, за что ему большая благодарность. Оставлять в таком виде захоронение было нельзя. Поэтому были продолжены переговоры с ректором университета телекоммуникаций А. А. Гоголем о долевом участии в работах по реставрации памятника Писаревскому.

Для производственных работ вместо ООО «Экорем», участвовавшего в разработке проекта, было выбрано ООО «КАСТ». Курировал эти работы помощник проректора СПбГЭТУ «ЛЭТИ» И. Л. Коршунов. Строители ООО «КАСТ» возвели прочные перекрытия, изготовили по чертежам проекта крест, отреставрировали решётку ограды. Поребрик из пудожского известняка заменили кладкой из искусственного камня в целях удешевления работ (общее восприятие памятника от этого, к сожалению, пострадало). Была изготовлена информационная табличка. Учёным советом университета «ЛЭТИ» был одобрен текст, составленный автором (В. П. Северинова) статьи:

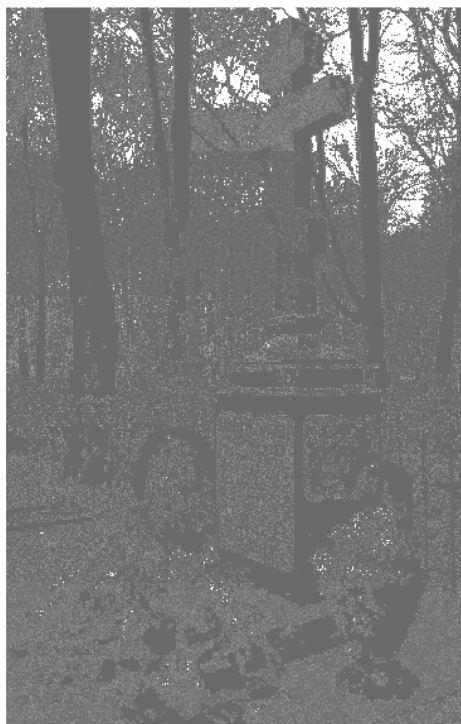
Н. Г. Писаревский (1821–1895), основатель и первый директор первого в России высшего учебного заведения электротехники и связи.

В целом, выполненные работы, особенно крест и решётка, оставляют хорошее впечатление, однако отсутствие авторского надзора при работах, рекомендованного КГИОП, снизили цельность восприятия памятника и его долговечность (искусственный камень менее долговечен, чем пудожский известняк). Из-за ошибочно выбранной технологии удаления биопоражений постамента памятника утрачена его полировка. Памятник потерял единую фактуру – отполированный крест и матовый постамент с надписью на нём. Необходимость восстановить полировку постамента уже после завершения работ создавала дополнительные трудности. Нужно было снова получить разрешение на работы, найти деньги, мастерскую, которая бы обеспечила правильную технологию обработки постамента и выполнила работы не в мастерской, а на кладбище. Эту работу стоимостью 60 тыс. руб., оплаченную Университетом телекоммуникаций, выполнила фирма «Аватар». Эта фирма ранее реставрировала интерьеры СПб Консерватории им. Н. А. Римского-Корсакова, особняк Е. В. Кочевой (СПб, наб. р. Фонтанки, 41). 30 ноября 2006 г. работа по реставрации была завершена.

Памятник Н. Г. Писаревскому был восстановлен на средства Электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина) и Университета телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича в период с 1999 по 2007 г. В этих работах участвовали многие люди. Кроме авторов данной статьи, это:

- председатель Комитета по науке и высшей школе Викторов Александр Дмитриевич;
- ректор Университета телекоммуникаций им. М. А. Бонч-Бруевича Гоголь Александр Александрович и его помощница Тухматулина Ольга Николаевна;
- ректор Электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина) Пузанков Дмитрий Викторович;
- первый проректор Электротехнического университета Шелудько Виктор Николаевич;

- зам. директора ООО «Экорем» Михайловская Галина Викторовна;
- архитектор КГИОП по Московскому району Гриневич Елена Сергеевна;
- зав. отдела КГИОП Шмелёва Ольга Алексеевна;



- старший научный сотрудник КГИОП Савинская Лариса Павловна;
- архитектор-реставратор, руководитель мастерской АМР-3 НИИ «Спецпроектреставрации» Коляда Марк Иванович;
- историк Шевелёв Анатолий Иванович (член бюро исторической секции НТОРЭС им. А. С. Попова);
- руководитель подразделения ГУП «Ритуальные услуги» Пирожков Геннадий Васильевич;
- бывший директор Новодевичьего кладбища (1998–2003) Нечаев Анатолий Михайлович;
- бывший директор Новодевичьего кладбища (2003–2006) Комиссаров Дмитрий;
- помощник проректора Электротехнического университета Мамистов Сергей Валентинович и его секретарь Старых Людмила Анатольевна;
- бывший помощник проректора Электротехнического университета Коршунов Игорь Львович.

16 мая 2007 г. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет и Санкт-Петербургский университет телекоммуникаций торжественно открыли восстановленный памятник (см. фото). Памятник Н. Г. Писаревскому сохранит память о человеке, принимавшем горячее участие во всём, что касается России, её чести и славы.

N. S. Getsova, V. P. Severinova

THE RESTORATION OF A GRAVESTONE MONUMENT TO THE DIRECTOR OF ELECTROTECHNICAL INSTITUTE N. G. PISAREVSKY

The article is devoted to the restoration of a burial place of the director of Electrotechnical institute N. G. Pisarevsky.

N. G. Pisarevsky, the Novodevichye Cemetery, the monument, the project, the restoration, SPSTEU (LETI), SPSTU named after Bonch-Bruевич