

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ПГУ)

---

# **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ. Проблемы и перспективы**

Сборник научных статей  
Всероссийской межвузовской  
научно-практической конференции

г. Пенза, 14 марта 2018 г.

*Под редакцией Л. Р. Фионовой*

**Пенза • Издательство ПГУ • 2018**

УДК 004 + 001 + 37  
И74

**Информационные технологии в науке и образовании.**

**И74 Проблемы и перспективы** : сб. науч. ст. Всерос. межвуз. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 14 марта 2018 г.) / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2018. – 310 с.

ISBN 978-5-907018-80-8

Материалы конференции посвящены теоретическим и практическим вопросам информационных технологий в науке и образовании. Рассмотрены основные проблемы и перспективы развития информационных компьютерных технологий в системах электронного документооборота; вычислительных системах, сетях и комплексах; современных информационно-коммуникационных технологиях; аналитических и численных методах моделирования; информационной безопасности систем и технологий; приборостроении, электронике и энергетике; машиностроении и транспорте.

Издание подготовлено и опубликовано при содействии Федеральной целевой программы «Исследования и разработки научно-технологического комплекса России на 2014–2020 гг.» (соглашение № 14.574.21.0045 от 19.06.2014 UIN: RFMEFI57414X0045). Предназначено для широкого круга читателей, интересующихся развитием информационных технологий и вычислительной техники в науке и образовании.

**УДК 004 + 001 + 37**

Издание включено в Российский индекс научного цитирования  
(РИНЦ) – [elibrary.ru](http://elibrary.ru)

**ISBN 978-5-907018-80-8**

© Пензенский государственный  
университет, 2018

# ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, СЕТИ И КОМПЛЕКСЫ

---

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА

*Е. А. Бальзанникова, Д. В. Пащенко*

Пензенский государственный университет,  
elenabalzannikova@gmail.com, г. Пенза, Россия

На сегодняшний день особое место среди средств идентификации особое место занимают методы, основанные на биометрических данных. Данный подход обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами, основанных на владении атрибутом или определенной информацией. В большинстве случаев источник биометрических данных человека не может быть утерян или украден, в то время как подделка такого рода данных является крайне затруднительной, что обеспечивает достаточную надежность подобных систем и удобство применения. Самыми распространенными источниками биометрических данных являются папиллярный рисунок на пальцах, геометрия лица, сетчатке глаза, динамические характеристики голоса или рукописного почерка, что в свою очередь требует дополнительного оборудования. Но в тоже время известно, что каждый персональный компьютер оснащен клавиатурой, которая также может служить основой для идентификации пользователей, поскольку выявлено, что каждый человек имеет уникальную манеру набора текста [1].

Источником исходных данные для анализа клавиатурного почерка являются временные отметки событий клавиатуры: нажатия и отпускания клавиши. Исходя из этого, можно выделить набор параметров, продемонстрированных на рис. 1.

Время удержания клавиши – интервал времени между нажатием и отпусканием одной клавиши. Интервал между удержанием клавиш – промежуток времени между отпусканием одно и нажатием следующей клавиши. В случае перекрытия нажатий клавиш данный параметр может быть отрицательным. Интервал между нажатиями означает отрезок времени между последовательным нажатием соседних клавиш.

Для дальнейшего анализа совокупность данных параметров, может быть представлена в одном из следующих видов:

- Вектор признаков, представляющий собой массив событий одного типа (например, интервал между нажатиями);
- Диграф, являющийся упорядоченным множеством пар признаков: чаще всего время удержания и интервал между удержаниями;
- N-граф, который содержит множество групп из трех и более последовательных событий.

Вне зависимости от представления набора исходных данных, можно выделить группы основных методов анализа и распознавания клавиатурного почерка.

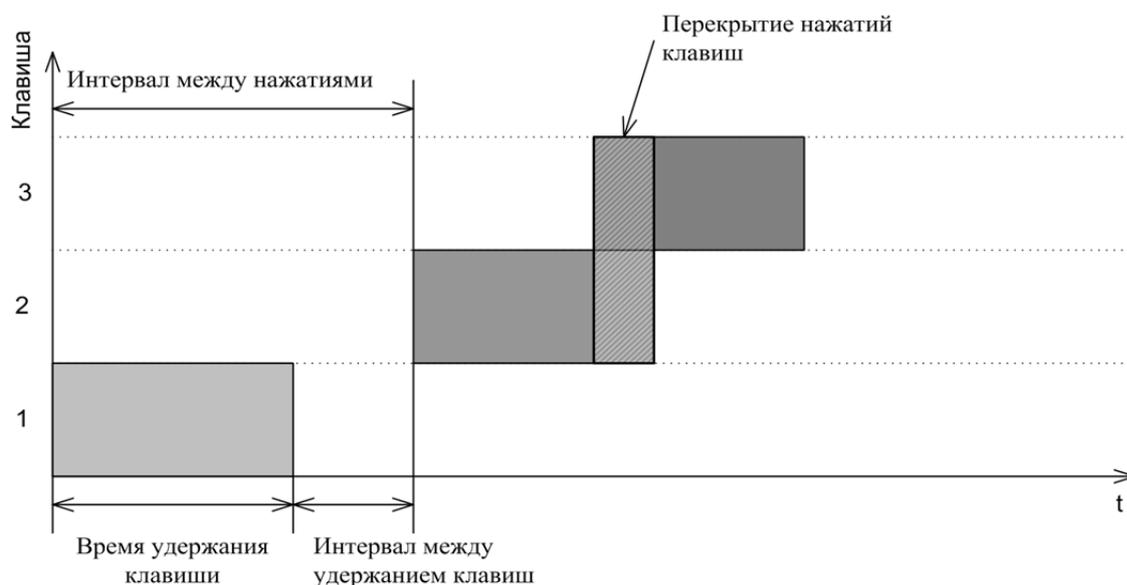


Рис. 1. Графическое представление параметров клавиатурного почерка

Самим простым но, тем не менее, эффективным является статистический метод, оперирующий понятиями математическое ожидание, медиана стандартное отклонение. Основная идея данной группы методов состоит в том, что полученные характеристики подчиняются какому либо распределению или описывается вероятностной моделью.

Методы кластеризации могут применяться как самостоятельно для определения кластеров векторов признаков идентифицируемого пользователя, так и в сочетании со статистическими методами с целью повышения точности идентификации.

Методы машинного обучения, решающие задачу классификации также могут быть эффективно использованы для решения задачи идентификации клавиатурного почерка, используя сильные стороны тех или иных алгоритмов.

Помимо этого, широкий класс методов на основе нейронных сетей также успешно справляются с распознаванием клавиатурного почерка. С этой целью могут применяться архитектуры, предназначенные для классификации входных данных, но наибольшего успеха достигли рекуррентные нейронные сети различных видов, решающие задачу распознавания [2].

Таким образом, в ходе практического исследования был реализован статистический метод с применением кластеризации вектора признаков. На основе экспериментальных данных множества образцов клавиатурного почерка пяти разных пользователей была произведена оценка точности идентификации на основе оценки вероятности ложного срабатывания и ложного отказа. Также было продемонстрировано преимущество применения кластеризации по сравнению с классическим статистическим методом и произведена оценка влияния предварительной обработки входных данных на результаты распознавания [3].

Однако основной целью проведенного исследования и разработанной системы идентификации клавиатурного почерка в дальнейшем является разработка полноценной системы идентификации пользователя по биометрическому образу клавиатурного почерка для доступа к персональному компьютеру и конфиденциальной информации, такой как, например база паролей или личная информация.

### Библиографический список

1. Иванов, А. И. Биометрическая идентификация личности по динамике подсознательных движений / А. И. Иванов. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2000. – 188 с.

2. ShenTeh, P. A Survey of Keystroke Dynamics Biometrics / P. ShenTeh, A. Beng Jin-Teoh, S. Yue // The Scientific World Journal – Hindawi Publishing Corporation, 2013. – 24 с.

3. Пашенко, Д. В. Повышение точности идентификации пользователя по биометрическим данным клавиатурного почерка / Д. В. Пашенко, Е. А. Бальзанникова // Новые информационные технологии и системы (НИТИС-2017) : тр. XIV Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 166–169.

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ НА ЯЗЫКЕ ПРОЛОГ

***А. С. Войнов, И. В. Сенокосов, В. Н. Дубинин***

Пензенский государственный университет,  
voj49@yandex.ru  
senokosov.i@yandex.r, г. Пенза, Россия

Современным подходом к проектированию распределенных систем управления промышленными процессами является использование международного стандарта МЭК 61499 [1]. В этом случае основными артефактами при проектировании являются функциональные блоки (ФБ). Важным аспектом в проектировании является выбор формы представления ФБ. Этот выбор определяется целью проектирования, используемыми программными средствами, а также степенью вовлеченности человека в процесс проектирования.

Первая часть стандарта МЭК 61499 определяет две формы представления – графическую и текстовую [1], а вторая часть стандарта – представление в виде XML [2]. В работе [3] предложено онтологическое представление ФБ на основе языка OWL, а в работе [4] оно было расширено описаниями на основе правил языка SWRL для возможности проведения семантического анализа. Онтологическое представление оказалось не вполне удобным в случае использования трансформационных методов проектирования. Для проведения преобразований удобнее использовать представление ФБ на языке Пролог [5], поскольку Пролог, кроме встроенного механизма логического вывода, имеет также встроенные средства самомодификации программ и данных, что является полезным при решении трансформационных задач. Для самомодификации могут использоваться встроенные предикаты *assert* и *retract*, а также предикаты создания и декомпозиции термов  $T = .L, functor$  и *arg*. Следует отметить, что возможны два уровня Пролог-представления ФБ: 1) фактографическое представление, ориентированное на описание структур и, как следствие, пассивное использование в процессе проектирования; 2) интерпретируемое представление, ориентированное на описание динамики и, как следствие, использование в системах формальной верификации и имитационного моделирования. В данной работе рассматривается первый уровень представления, при этом описываются типы ФБ, а не экземпляры ФБ.

Пролог-представление ФБ есть набор фактов (и правил) языка Пролог, которые определяют отдельные элементы ФБ (например, событийные входы и выходы, входные и выходные переменные, WITH-связи, состояния и переходы диаграмм ЕСС, привязку ЕС-акций к ЕС-состояниям, алгоритмы, компонентные ФБ в составном ФБ, событийные и информационные связи). При описании фактов будут использоваться следующие обозначения частей ФБ:

*ei* – событийный вход (имя);

*eo* – событийный выход (имя);  
*di* – входная переменная (имя);  
*do* – выходная переменная (имя);  
*v* – внутренняя переменная (имя);  
*dtype* – тип переменной (целый, булевский, строковый и т.д.)  
*s* – состояние диаграммы ЕСС (имя);  
*gc* – сторожевое условие ЕС-перехода (идентификатор);  
*fbt* – тип ФБ, в котором находятся описываемые артефакты (имя);  
*fbc* – компонентный ФБ внутри составного ФБ (имя);  
*code* – исходный код сторожевого условия или алгоритма (обычно представляется в виде строки на языке ST).

Интерфейс ФБ-типа *fbt* представляется в виде следующих фактов языка Пролог:

```

event_input (fbt, ei1). /* Событийный вход ei1 */
event_output (fbt, eo1). /* Событийный выход eo1 */
data_input (fbt, di1, dtype1). /* Входная переменная di1 типа dtype1 */
data_output (fbt, do1, dtype1). /* Выходная переменная do1 типа dtype1 */
with_in (fbt, ei1, di1). /* WITH-связь во входном интерфейсе ФБ */
with_out (fbt, eo1, do1). /* WITH-связь в выходном интерфейсе ФБ */
  
```

Сеть ФБ внутри составного ФБ-типа *fbt* представляется в виде следующих фактов языка Пролог:

```

fb_component (fbt, fbc, fbct). /* Компонентный ФБ fbc типа fbct */
event_conn (fbt, fb1, ev1, fb2, ev2). /* Событийная связь, имеющая источник (fb1, ev1) и приемник (fb2, ev2), где fb1 и fb2 – это компонентный ФБ или «оболочка» составного ФБ; ev1 и ev2 – это событийные входы или выходы компонентного ФБ или «оболочки» */
data_conn (fbt, fb1, d1, fb2, d2). /* Информационная связь, имеющая источник (fb1, d1) и приемник (fb2, d2), где d1 и d2 – это информационные входы или выходы компонентного ФБ или «оболочки» */
  
```

Для описания сервисных интерфейсных ФБ предлагаются собственный набор фактов (пример ниже):

```

service (fbt1, int2, int3). /* Точки назначения int1, int2 сервисных последовательностей */
sequence (fbt1, seq4). /* Последовательность seq4 в ФБ типа fbt1 */
primitive (fbt1, seq4, 2, in, int3, ei5, [arg6]). /* Транзакция #2 из последовательности seq4: входной сигнал ei5 с параметром arg6 на интерфейс int3 */
  
```

На рисунке ниже приведено графическое представление стандартного базисного ФБ “D-триггер”: интерфейс (слева) и диаграмма ЕСС (справа), входящего в библиотеку инструментальной системы проектирования FBDK [6]:



Ниже приведено Пролог-представление диаграммы ЕСС.

```

ec_state(e_d_ff, q0). /* Начальное состояние q0 */
ec_state(e_d_ff, set). /* Состояние set, в котором производится установка */
ec_state(e_d_ff, reset). /* Состояние reset, в котором производится сброс */
  
```

```
ec_tran(e_d_ff, q0, clk, gc1, set). /* Переход q0->set */
ec_tran(e_d_ff, set, clk, gc2, reset). /* Переход set->reset */
ec_tran(e_d_ff, reset, clk, gc1, set). /* Переход reset->set */
guard_cond(e_d_ff,gc1,[d]). /* Сторожевое условие gc1 */
guard_cond(e_d_ff,gc2,[d]). /* Сторожевое условие gc2 */
algorithm(e_d_ff, latch, [d], [q]). /* Алгоритм latch */
ec_action(e_d_ff, set, 1, latch, eo). /* (Первая) ЕС-акция в состоянии set */
ec_action(e_d_ff, reset, 1, latch, eo). /*(Первая) ЕС-акция в состоянии reset*/
```

Для представления системной конфигурации, приложений, устройств и ресурсов предлагаются следующие предикаты: *system*, *fb\_network*, *device\_type*, *has\_argument\_d*, *darg\_value*, *has\_argument\_r*, *rarg\_value*, *device*, *application*, *resource\_type*, *has\_dev\_FB*, *has\_app\_FB*, *has\_res\_FB*, *refers\_ad*, *refers\_ar*.

### Библиографический список

1. International Standard IEC 61499. Part 1: Architecture // International Electrotechnical Commission. – Geneva, 2005. – 245 p.
2. International Standard IEC 61499. Part 2: Software tool requirements // International Electrotechnical Commission. – Geneva, 2012. – 97 p.
3. Дубинин, В. Н. Онтология функциональных блоков стандарта IEC 61499 / В. Н. Дубинин, В. В. Вяткин // Современные информационные технологии : тр. междунар. науч.-техн. конф. – Пенза, 2010. – Вып. 12. – С. 113–126.
4. Дубинин, В. Н. Семантический анализ описаний систем управления промышленными процессами на основе стандарта IEC 61499 с использованием онтологий / В. Н. Дубинин, В. В. Вяткин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2010. – № 3 (15). – С. 3–15.
5. Клоксин, У. Программирование на языке Пролог / У. Клоксин, К. Меллиш. – М. : Мир, 1987. – 336 с.
6. Function Block Development Kit (FBDK). – URL: <http://www.holobloc.com/>

## ПОИСК КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОНИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ

*М. А. Ильченко, Е. С. Виноградова, Е. Н. Прошкина*

Пензенский государственный университет,  
il4uha@gmail.com  
ekaterinkavinni@yandex.ru г. Пенза, Россия

Одной из важнейших областей жизнеобеспечения города является пассажирский транспорт. Его функционирование влияет на эффективность работы отраслей экономики города, возможность использования ее градостроительного и социально-экономического потенциала, качество жизни населения. Представьте себе городскую инфраструктуру с не оптимально сформированной и плохо отлаженной системой общественного транспорта: долгое время ожидания нужного транспортного средства, длинный маршрут с большим количеством пересадок, простой в пробках. Эта проблема касается всех граждан – даже будучи владельцем частного транспортного средства, нередко возникают ситуации, когда появляется необходимость воспользоваться услугами общественных перевозок. В статье рассматривается приме-

нение муравьиного алгоритма в качестве решения задачи транспортной маршрутизации.

Задача транспортной маршрутизации представляет собой разновидность задачи коммивояжера. Суть задачи коммивояжера заключается в нахождении самого оптимального маршрута, проходящего через все заданные города. Маршрут должен проходить хотя бы один раз, возвращаясь в исходный город. Условиями задачи являются: критерий оптимальности маршрута (дешевый, кратчайший, и т. п.) и соответствующие матрицы стоимости, расстояний и т.п.

Классическая формулировка задачи транспортной маршрутизации выглядит следующим образом:

1. задается  $V = \{v_0, v_1, \dots, v_n\}$  – множество всех вершин.
2.  $v_0$  – вершина, в которой построенные маршруты должны начинаться и заканчиваться. Она будет являться «депо».
3.  $V' = V \setminus \{v_0\}$  – множество из  $n$  целевых вершин для посещения.
4. задается симметричная или несимметричная матрица стоимостей переездов между вершинами.
5. Необходимо построить  $m$  маршрутов транспортных средств минимальной суммарной стоимости, которые начинаются и заканчиваются в депо  $v_0$ , и каждая вершина из  $V'$  должна быть включена в маршрут одного и только одного транспортного средства. Число  $m$  задается заранее или вычисляется в ходе работы.

Одним из способов решения задачи транспортной маршрутизации является биометрический принцип, основанный на имитации поведения муравьев, ищущих путь от колонии к источнику пищи – муравьиный алгоритм. [1] Диаграмма деятельности алгоритма представлена на рис. 1.

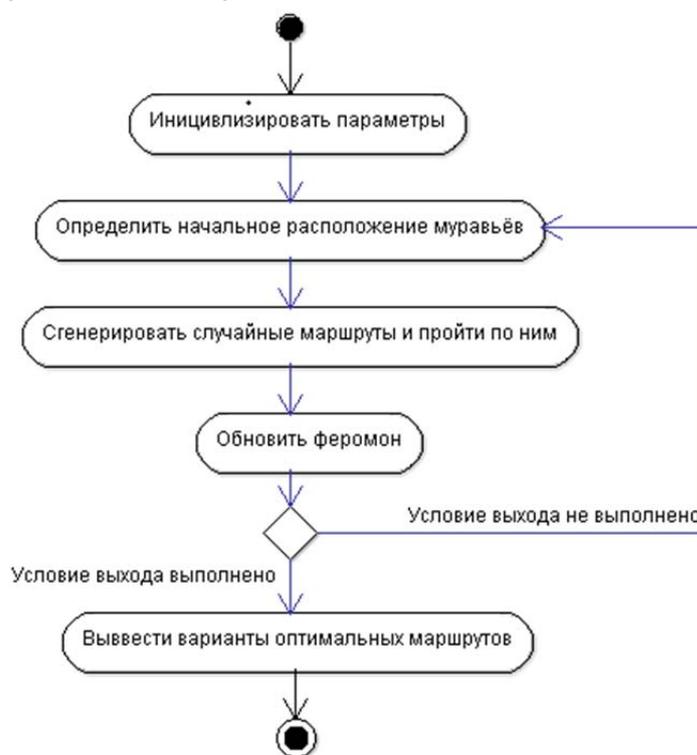


Рис. 1. Диаграмма деятельности работы муравьиного алгоритма

Основными преимуществами муравьиного алгоритма является то, что он опирается на память обо всей колонии вместо памяти только о предыдущем поколении, меньше подвержен неоптимальным начальным решениям (из-за случайного выбора пути и памяти колонии) и применялся ко множеству различных задач.

[2] Рассмотрим муравьиный алгоритм как способ решения задачи транспортной маршрутизации.

На основе анализа и исследования городской транспортной сети было выявлено, что ключевым параметром для оптимизации системы транспортных пассажирских перевозок является то, насколько плотно заняты пассажирами рейсовые транспортные средства на конкретных участках маршрута, т.е. количество пассажиров, отправляющихся из одной точки в другую без пересадок, на условную единицу маршрута. Применяя данный параметр получаем пошаговое представление муравьиного алгоритма применительно к задаче оптимизации городского общественного транспорта. Различные пары могут формировать различные маршруты с различной плотностью пассажиров прямого сообщения.

Шаг 1. Передача исходных данных и присвоение параметров: совокупность маршрутов можно обозначить как  $G = (S, L)$ , где  $S$  – остановки,  $L$  – отрезки между ними. Инициализация матрицы корреспонденций. Инициализация параметров алгоритма. Инициализация матрицы феромонов. Для данной матрицы следует в качестве первоначальных значений указать среднюю величину плотности пассажиров.

Шаг 2. Выбор стартовой точки и конечной остановки. Если стартовая точка и конечная остановка не являются подмножеством существующего маршрута и удовлетворяют ограничительным условиям, то такая пара является допустимой.

Шаг 3. Поиск пути. Определение следующей остановки. Выбор следующей остановочной точки на графе осуществляется при помощи вероятностного правила перехода с учетом числа феромонов и расстояния между парой точек-остановок  $d_{ij}$ .

Установление числа пассажиров между соседними точками-остановками: Определяется число пассажиров на участке между  $X_k$  и  $Y_l$ , где  $l$  и  $k$  – число пассажиров между  $X$  и  $Y$  точками.

Область  $X_k$  содержит остановки шаговой доступности от остановки  $k$ , т.е.  $X_k = \{k, k_1, k_2\}$ , область  $Y_l$  содержит остановки шаговой доступности от остановки  $l$ , т.е.  $Y_l = \{l, l_1\}$ . Таким образом, количество пассажиров прямого сообщения от остановки  $k$  к  $l$  равно количеству пассажиров из  $X_k$  в  $Y_l$ , т.е.  $T_{X_k Y_l} = T_{kl} + T_{kl_1} + T_{k_1 l} + T_{k_1 l_1} + T_{k_2 l} + T_{k_2 l_1}$

Расчет количества пассажиров на участке маршрута: количество пассажиров на участке маршрута  $(k, l)$   $K^{kl}$  рассчитывается как сумма пассажиров из  $X_k$  до  $Y_l$  и из  $X_k$  до  $Z_m$ , т.е.  $K^{kl} = T_{X_k Y_l} + T_{X_k Z_m}$

Расчет общего количества пассажиров на маршруте. Расчет длины маршрута. Расчет плотности пассажиров прямого сообщения на маршруте.

Шаг 4. Обновление феромонов. После нахождения маршрута происходит обновление матрицы феромонов.

Шаг 5. Условие завершения алгоритма. Процесс построения маршрутной сети прекращается, если все маршруты между необходимыми парами начальных и конечных остановок найдены.

В статье была рассмотрена задача транспортной маршрутизации и применение одного из бионических принципов – муравьиного алгоритма – в качестве основы для ее решения. Данный алгоритм в усовершенствованном виде будет в качестве основы интеллектуальной системы поиска оптимальных маршрутов общественного транспорта.

#### Библиографический список

1. Слепцов, Н. В. Формальные представления эволюционногенетических преобразований / Н. В. Слепцов // Известия высших учебных заведений. – 2010. – № 1 (13). – С. 154–156.
2. Штовба, С. Д. Муравьиные алгоритмы / С. Д. Штовба // Exponenta Pro. Математика в приложениях. – 2003. – № 4. – С. 70–75.

# ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ПАРТИОННОГО УЧЕТА НА ПРЕДПРИЯТИИ

*М. А. Овчинников*

Пензенский государственный университет,  
Пенза, Россия

Предприятия, которые задумываются о переходе на партионный учет материалов или которые уже начали переходить на него, так или иначе сталкиваются с рядом проблем его внедрения. Такие проблемы зачастую задерживают переход с сортового или смешанного учета на партионный, и предприятия, у которых было в планах быстро сменить структуру учета, вынуждены постоянно отодвигать сроки окончательной смены учета материалов.

Что такое партионный учет? Партионный учет – метод учета материально-производственных запасов на складах предприятия, где каждая партия учитывается отдельно друг от друга. Каждой партии обязательно приписывается ее идентифицирующий номер, тип материала в партии и другие свойства, которые характеризуют данную группу материалов как партию.

Переход на партионный учет, например, с сортового, затруднен тем, что сортовой учет подразумевает собой менее детальную и структурированную информацию о материале, хранящемся на складах. Партионный же учет предъявляет повышенные требования и к организации хранения информации, и к системе автоматизации в целом.

Можно выделить следующие основные проблемы внедрения партионного учета на предприятии:

1. Проведение ряда организационных мероприятий, касающихся переобучения персонала для работы с партионным учетом, поправки в бухгалтерский учет предприятия, составление документов, которые будут урегулировать ведение партионного учета на предприятии.

2. Разработка новых структур хранения информации в базе данных. В структурах базы данных требуется выделение сущности «Партия», на которую будут ссылаться другие таблицы в структуре учета материалов.

3. Разработка нового или модификация старого программного обеспечения, которое будет контролировать учет материала, а именно, формировать ежемесячные остатки материала, заводить и подтверждать электронные документы, контролирующие движение материала внутри предприятия и на сторону, формировать документы бухгалтерского учета и т.д.

4. Миграция информации со старых структур на новые. Зачастую в задачах для ведения учета материалов используются данные наработанные годами, и отказаться от них никак нельзя, так как именно на них строится и базируется обработка и заведение новой информации во многих задачах. Решить данную проблему можно путем создания специальной процедуры в базе данных, при запуске которой и произойдет миграция информации. Так как в структуре с использованием сортового или смешанного метода партий в явном виде не было, то придется создавать мнимые партии и группировать материал по определенным параметрам и критериям, которые будут идентифицировать группу материалов как партию. Каждое предприятие само выделяет критерии, по которым оно будет выделять партию. Явными критериями многих предприятий для выделения партии считается код материала, его единица измерения, дата выпуска и цена.

5. Параллельное решение. Если на предприятии используется большой комплекс программ с множеством задач, а программистов и разработчиков, которые работают в данной предметной области управления материальными ресурсами предприятия, не так много, то переписать все структуры и программное обеспечение за короткое время крайне сложно. Задачи, как правило, связаны между собой, информация из одной задачи используется в другой и т.д. Таким образом получается система, где многие задачи связаны и взаимодействуют друг с другом. Следовательно, приходится переписывать задачи и структуры постепенно, используя при этом параллельное решение. Параллельное решение предполагает использование двух триггеров в базе данных на определенных таблицах, где первый триггер будет формировать проводки в одну сторону, а второй триггер в другую. Другими словами, триггеры будут перенаправлять и изменять информацию в зависимости от имеющихся на текущий момент структур. Первый триггер будет подключаться к таблице движения материалов на старой структуре и в зависимости от выполняемой операции к данной таблице будет обрабатывать данные, а затем отправлять преобразованные данные в таблицу движения материала на новой структуре. Если выполняется приходный вид операции, то при добавлении записи триггер сформирует мнимую партию. Если выполняется расходный вид операции, либо перемещение, то триггер произведет поиск партии по заданным параметрам, в случае неудачного поиска создаст новую партию, с которой и спишет затребованный материал. После чего триггер добавит записи в таблицу движения материала на новой структуре с привязкой по внешнему ключу к найденной, либо созданной партии. Второй триггер подключается к таблице движения материалов на новой структуре. В данном случае уже вид операции не так важен, выбирается партия по внешнему ключу у данной записи и по полученным данным информация записывается в таблицу движения старой структуры. На рис. 1 наглядно представлена работа двух триггеров (на рисунке обобщенных в один) в параллельном решении.

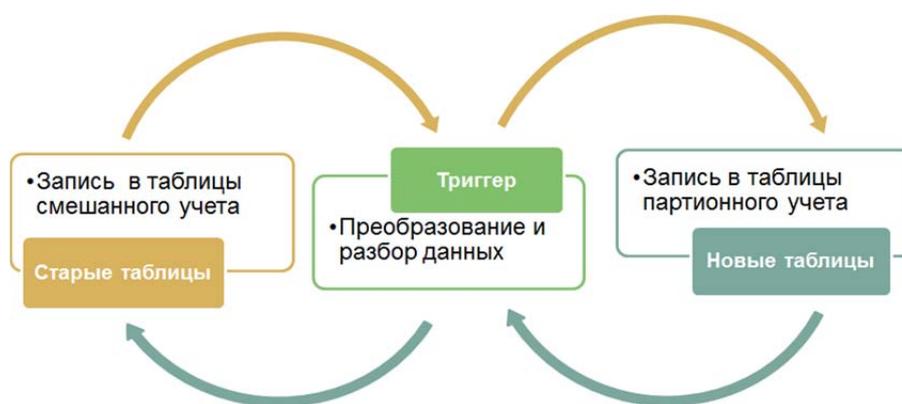


Рис. 1. Наглядное представление работы параллельного решения

Параллельное решение необходимо и будет применяться до полного внедрения партионного учета для всего комплекса задач, которые его касаются.

### Библиографический список

1. Овчинников, М. А. Партионный учет материала и его организация в базе данных / М. А. Овчинников // Новые информационные технологии и системы : сб. науч. ст. XIII Международ. науч.-техн. конф. – Пенза, 2016. – С. 7–9.
2. Буреш, В. В. Методические материалы: Основные положения по учету материалов / В. В. Буреш // Электронные текстовые данные. – URL: <https://www.ib.ru/law/2222> (дата обращения: 08.01.2018).

# УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ В МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЕ

*А. А. Петкилев, К. А. Балаев, Р. А. Бикташев*

Пензенский государственный университет,  
petkilev-pnz@yandex.ru  
Kirill.Nemecus@gmail.com, г. Пенза, Россия

Устройство управления ресурсами должно обеспечивать синхронизацию  $n$  параллельных процессов для бесконфликтного доступа к общим (разделяемым) ресурсам. Основой для формализации алгоритмов управления параллельными процессами является взаимоисключение критических интервалов, т.е. таких участков программы, которые обеспечивают доступ к разделяемым данным или устройствам.

При разработке устройства применен формальный метод, базирующийся на логике событийных недетерминированных конечных автоматов (СНДА), позволяющий описывать все реализуемые события в стандартной форме в виде систем канонических уравнений (СКУ) [1]. Результатом формализации является система канонических уравнений автомата Мура. Для любого  $i$ -го процесса вход в критическую секцию обозначается событием  $S_k^i$  и описывается следующим уравнением [1]:

$S_k^i = S_{vp}^i S_{vz}^i S_{pr}^i \vee S_k^i \bar{S}_p^i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , где событие  $S_{pr}^i$  означает приоритет  $i$ -го запроса, а  $S_{vp}^i$  - событие, обозначающее принятие  $i$ -й заявки на обслуживание общим ресурсом.

Оно описывается уравнением:  $S_{vp}^i = (S_z^i \vee S_{vp}^i) \bar{S}_k^i$ , где  $S_z^i$  событие, которое обозначает запрос процесса на обслуживание общим ресурсом.  $S_{vz}^i$  - событие взаимоисключения процессов при обращении к общему ресурсу, которое описывается уравнением:  $S_{vz}^i = \bigwedge_{(\forall \alpha)[\alpha \neq i]} \bar{S}_k^\alpha$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

Событие  $S_{pr}^i$  для циклической дисциплины обслуживания с относительным приоритетом представляется следующим выражением:

$$S_{pr}^i(t+1) = S_{pr}^i(0) \vee S_{vp}^i(S_{pk}^i \bigwedge_{(\forall \alpha)[\alpha \neq i]} \bar{S}_vp^\alpha \vee S_{pk}^{i \oplus 1} \bigwedge_{(\forall \alpha)[i \oplus 1 < \alpha \leq i-1]} \bar{S}_vp^\alpha \vee \dots \vee S_{pk}^{i \oplus (n-1)} \bigwedge_{(\forall \alpha)[i \oplus n-1 < \alpha \leq i-1]} \bar{S}_vp^\alpha),$$

где  $S_{pr}^i(0)$  – представляет собой комбинационное событие, определяющее начальный приоритет обслуживания  $i$ -го процесса,  $S_{pr}^i(0) = S_0 x_n S_{vp}^i \bigwedge_{(\forall \alpha)[\alpha < i]} \bar{S}_vp^\alpha$ , причем  $S_0$  –

начальное событие системы управления перед обращением к разделяемому ресурсу;  $x_n$  – сигнал инициализации системы управления;  $x_0$  – сигнал приведения системы управления в начальное состояние;  $S_{pk}^i$  – сокращенное обозначение события, определяемого как событие  $S_p^i$ , задержанное на один такт; это событие используется, в принятом варианте, для организации циклической дисциплины обслуживания.

Схема устройства управления ресурсом представлена в виде трех блоков (рис. 1,а). Блок 1 регистрирует запросы к общему ресурсу и фиксирует вход  $i$ -го процесса в критический интервал.

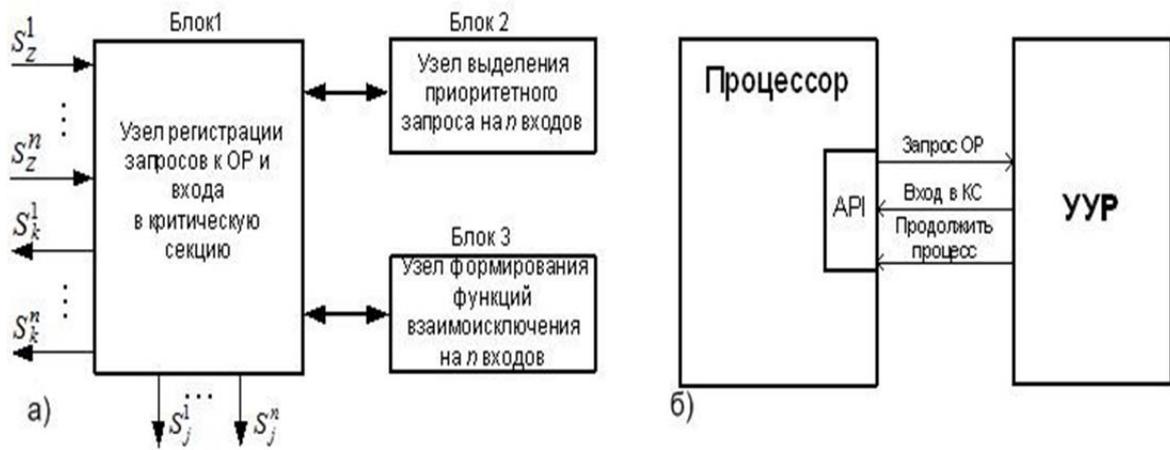


Рис. 1. Модель устройства управления ресурсом (УУР) на  $n$  процессов (а) и интерфейс взаимодействия УУР с процессором (б)

На рис. 1,а введены следующие обозначения:  $S_z^i$  – событие (сигнал) запроса на доступ к общему ресурсу от  $i$ -го процесса, выполняющегося в одном из процессоров;  $S_k^i$  – событие (сигнал) разрешения входа в критическую секцию (КС)  $i$ -го процесса;  $S_p^i$  – событие (сигнал) завершения работы в КС  $i$ -го процесса;  $S_j^i$  – событие (сигнал) разрешения для продолжения выполнения  $i$ -го процесса, причем  $i$  принимает значения от 1 до  $n$  ( $i = \overline{1, n}$ ). Блоки 2 и 3 реализуют функции взаимного исключения и выделения приоритетного запроса.

На рис. 1,б показана схема интерфейса «процессор – УУР». Процессы, выполняющиеся в процессорах, формируют запросы на доступ к общему ресурсу (Запрос ОР ( $S_z^i$ )). УУР, при незанятости ресурса, уведомляет о принятии запроса и разрешает процессу вхождение в критическую секцию (Вход в КС ( $S_k^i$ )). После выполнения необходимых действий над общим ресурсом процесс выходит из критической секции после чего УУР разрешает продолжение выполнения процесса (по сигналу «Продолжить процесс» ( $S_j^i$ )).

Представленная выше система канонических уравнений формально описывает автомат Мура, который легко трансформируется в VHDL модель. Эта Модель в виде четырехканального устройства (на 4 запроса) была реализована и проанализирована в различных режимах.

На временной диаграмме (рис. 2) два дополнительных события (сигнала), не описанные ранее:  $S_m$  – начало работы процесса в критической секции,  $S_{nk}$  – завершение работы процесса в критической секции.

Результаты моделирования показывают, что латентность запроса (задержка от момента поступления запроса до момента начала работы процесса в критической секции в условиях бесконфликтности) составляет всего пять процессорных тактов, что значительно меньше, чем при традиционной программной реализации подобной ПРС-функции в разделяемой памяти, которая по оценкам зарубежных исследователей задерживается на несколько сотен тактов. А латентность подобной реализации критической секции в ядре ОС составляет тысячи или даже десятки тысяч процессорных тактов в зависимости от типа процессора.

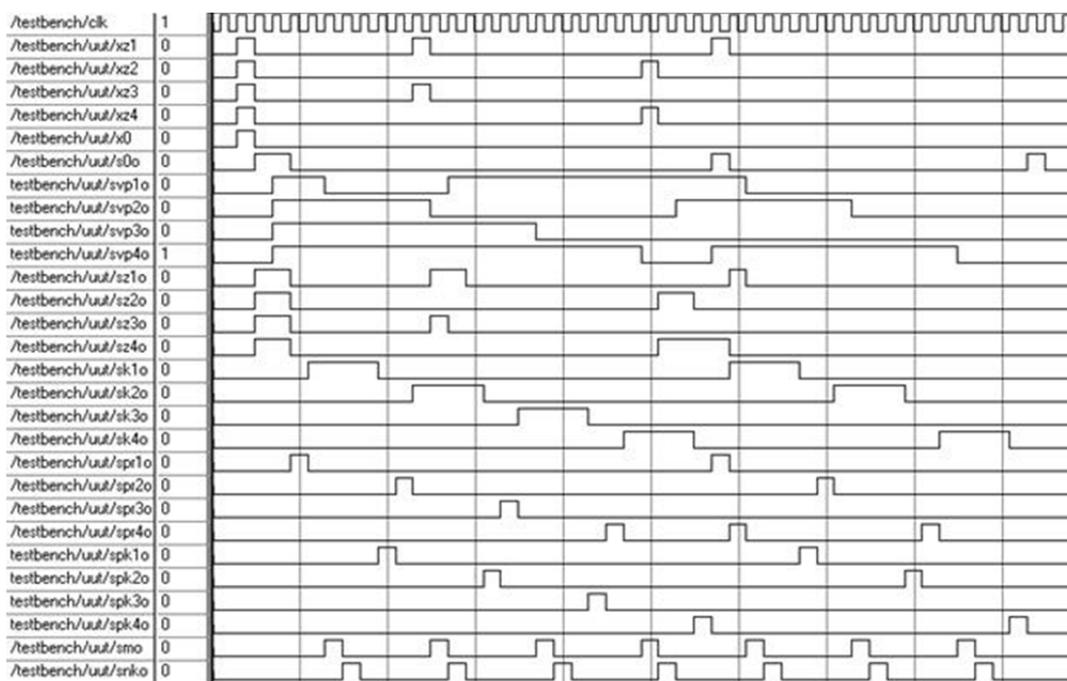


Рис. 2. Результаты моделирования УУР

Поскольку процессор освобождается от выполнения части программы, которая обеспечивает вход в критическую секцию, то сэкономленные такты могут быть использованы для выполнения других функций (например, других приложений), а показатели производительности компьютерной системы в зависимости от частоты обращения процессов к общим ресурсам может возрасти на 10–25 %.

Разработанное устройство синхронизации включается в аппаратное ядро многопроцессорной операционной системы [2] и может быть использовано в системах жесткого реального времени, где повышены требования к времени реализации приложений.

#### Библиографический список

1. Вашкевич, Н. П. Недетерминированные автоматы и их использование для реализации систем параллельной обработки информации / Н. П. Вашкевич, Р. А. Бикташев. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. – 394 с.
2. Бикташев, Р. А. Архитектура аппаратного ядра многопроцессорной операционной системы / Р. А. Бикташев // Новые информационные технологии и системы : сб. науч. ст. XII Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза, 2015. – С. 86–90.

## ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ И ГРАФОВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ 3D-КОНСТРУКЦИЙ ИЗ LEGO-БЛОКОВ

*И. В. Сенокосов, А. С. Войнов, В. Н. Дубинин*

Пензенский государственный университет,  
senokosov.i@yandex.ru  
voj49@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В Инициативе интегрированной технологии производства [1] определены следующие «Большие вызовы» в отношении успешного производства XXI века: 1) экономичные и эффективные предприятия; 2) предприятия, «чувствительные»

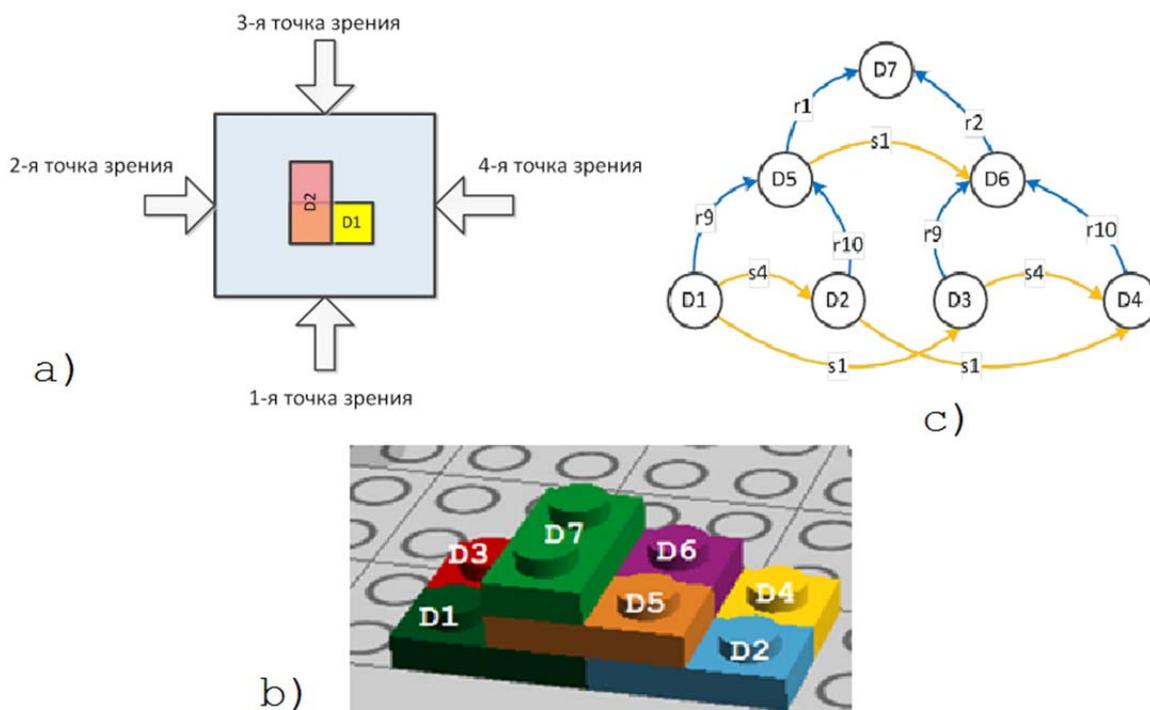
к клиенту; 3) полностью связанные предприятия; 4) экологическая устойчивость; 5) управление знаниями; 6) эксплуатация технологий. В соответствии со вторым «вызовом» современная парадигма производства смещается от массового производства к массовому изготовлению изделий по требованиям заказчика.

Сборка является одной из ключевых областей в производстве, поскольку с ростом массового спроса на продукты, изготовленные по индивидуальному заказу, процесс сборки должен справляться с полным набором разнообразных продуктов. Зачастую одна и та же производственная линия используется для сборки семейства продуктов, имеющих некоторые общие свойства, называемого также линейкой продуктов. Очевидно, что программное обеспечение таких производственных линий становится сложнее, что требует автоматизации проектирования некоторых его этапов. В качестве примера можно привести работу [2], где линейка продуктов очень проста и представляет последовательность деталей, соответствующих некоторому автоматному языку. На основе автоматной спецификации этой линейки продуктов автоматически генерируется функционально-блочная система управления выборкой последовательностей деталей, которая может быть непосредственно загружена в промышленные контроллеры для управления технологическим оборудованием. В работе [3] используется магазинный автомат-преобразователь, что позволяет строить двумерные конструкции из последовательностей контекстно-свободного языка.

Естественным шагом дальнейших исследований в данном направлении является усложнение линейки продуктов. В данной работе мы выбрали изделия, конструируемые из блоков (параллелепипедов) LEGO. В этом случае значительно усложняется как описание изделий, так и процесс их сборки. В 2001 г. компания LEGO представила следующую проблему конструирования: «Если задано некоторое 3D-тело, то как оно может быть построено из LEGO-блоков?». В работе [4] представлен подробный обзор работ в данном направлении.

Целью направления наших исследований является не только разработка метода конструирования 3D-изделий из блоков LEGO, но и разработка метода автоматической генерации функционально-блочной системы управления этой сборкой. Первым шагом в этом направлении является разработка метода описания 3D-конструкций из LEGO-блоков. Привлекательным подходом является использование онтологий. С их использованием возможно представление не только структуры (синтаксиса), но и семантики. Онтологический подход широко используется в промышленной автоматизации. Например, в работе [5] предложена онтология для проектирования модульных сборочных систем (*OntoMAS*), включающая четыре основные части: онтологию ядра, онтологию изделий, онтологию сборочного процесса и онтологию сборочного оборудования. Для представления онтологий наиболее часто используется система *Protégé* [6]. Также возможно использование языка *Prolog* [7], что позволит, кроме всего прочего, использовать встроенную систему логического вывода.

Простейшая онтология изделий из LEGO-блоков включает четыре класса: изделие (*Product*), параллелепипед (*Parallelepiped*), цвет блока (*Color*) и точка зрения (*Viewpoint*). Точка зрения определяет положение сборочного робота. Предполагаем, что в нашем случае существует четыре точки зрения (рисунок (а)). В онтологию включены базовые пространственные отношения между двумя параллелепипедами – отношения соединения ( $r1..r11$ ) и отношения касания ( $s1..s4$ ). В онтологии изделия одни пространственные отношения можно вывести на основе других с использованием SWRL-правил, например,  $r9(?x,?y),r1(?z,?y)\rightarrow s4(?x,?z)$ .



Простое изделие на основе LEGO-блоков ( $1 \times 2$ ) изображено на рисунке (b). Изделие было создано в программе LEGO Digital Designer [8]. Для данного изделия была разработана *A-Box*-онтология и графовое представление (рисунок (c)). Вершины графа – идентификаторы LEGO-блоков, дуги графа: синие – отношения соединений ( $r1, r2, r9, r10$ ), желтые – отношения касаний ( $s1$  – блоки соприкасаются длинной стороной,  $s4$  – блоки соприкасаются короткой стороной), отношения цвета на рисунке не показаны.

Направлениями дальнейших исследований являются: 1) разработка SWRL-правил для перехода от одной точки зрения к другой на основе вывода одних пространственных отношений на основе других; 2) расширение онтологии новыми концептами и отношениями (например, введение понятий технологических операций и техпроцессов); 3) обогащение онтологии аксиомами и SWRL-правилами для возможности проведения семантического анализа описаний изделий и техпроцессов; 4) введение отношений для иерархического описания, композиции и декомпозиции изделий и техпроцессов.

### Библиографический список

1. Manufacturing Success in the 21st Century: A Strategic View. – Integrated Manufacturing Technology Initiative, 2000. – 16 July.
2. Дубинин, В. Н. Преобразование автоматных спецификаций в функционально-блочную реализацию системы управления сортировкой последовательностей деталей / В. Н. Дубинин, И. В. Сенокосов, В. В. Вяткин, Л. П. Климкина // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. – 2017. – № 2. – С. 3–18.
3. Дубинин, В. Н. Использование моделей магазинных автоматов в проектировании технологических процессов сортировки и сборки изделий / В. Н. Дубинин, И. В. Сенокосов, Л. П. Климкина, В. В. Вяткин // Современные технологии в науке и образовании : сб. тр. Междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конф. (СТНО-2017). – Рязань, 2017. – Т. 1. – С. 10–14.
4. Kim, J. W. Survey on Automated LEGO Assembly Construction / J. W. Kim, K. K. Kang, J. H. Lee // 22nd Int. Conf. on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision (WSCG 2014). – Plzen, Czech Republic, 2014. – P. 89-96.

5. Lohse, N. Towards an ontology framework for the integrated design of modular assembly systems / N. Lohse. – Ph. D. thesis, University of Nottingham, 2006. – 261 p.
6. Protégé. – URL: <https://protege.stanford.edu/>
7. Клоксин, У. Программирование на языке Пролог / У. Клоксин, К. Меллиш. – М. : Мир, 1987. – 336 с.
8. LEGO Digital Designer. – URL: <http://ldd.lego.com/ru-ru/>

## **GRID-СИСТЕМЫ КАК СПОСОБ ОБЪЕДИНЕНИЯ НЕОДНОРОДНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ**

***А. Н. Токарев***

Пензенский государственный университет,  
ant19@mail.ru, г. Пенза, Россия

Одним из направлений развития распределенных кластерных вычислительных систем является принцип организации, названный «метакомпьютинг». Метакомпьютеры – это специфичные вычислительные системы, разрабатываемые для организации территориально распределенных гетерогенных вычислительных комплексов, в которых большое внимание уделяется безопасности и корректности работы системы, а также надежности получения результата. При этом надежность метакомпьютеров зачастую достигается за счет снижения производительности по сравнению с другими распределенными вычислительными системами, ориентированными только на повышение производительности, например, с MPI-кластерами. Соответственно, их применение чаще всего оправдано при решении задач с большим объемом вычислений. Также их применение оправдано при необходимости повысить безопасность и надежность распределенной системы. Одним из вариантов построения метакомпьютерных систем являются Grid-системы [1].

Термин «Grid» (англ – решетка) возник в середине 90-х годов и обозначал распределенную вычислительную инфраструктуру для сложных инженерных и научных расчетов. Постоянный прогресс в этой области и решение все новых классов задач привели к расширению понятия. В настоящее время концепция Grid (название предложено по аналогии с электрическими сетями – electric power grid) состоит, прежде всего, в глобальной интеграции компьютерных ресурсов. Grid – это возможность вычислений на глобальных компьютерных вычислительных ресурсах. Вычисление означает использование процессора и дисков удаленных компьютеров.

В современном понимании Grid, представляет собой промежуточное ПО (middleware), программный инструментарий и прикладные программы, способные работать в географически распределенной и неоднородной вычислительной среде.

Одной из наиболее распространенных систем такого типа является система разрабатываемая в рамках проекта Globus. Globus Toolkit – инструментарий, разработанный американскими учеными, который стал «де-факто» мировым стандартом.

Концепция Grid-системы основывается на принципах компонентной распределенной организации вычислительных ресурсов. Под вычислительными ресурсами в данной работе понимаются аппаратные ресурсы вычислительных машин: процессорное время, оперативная память, дисковая память и т.п. В качестве основы системы используется служба, т.е. программа, составная часть Grid-системы, реализующая некоторый функционал, определяемый своим местом в системе. К типовым

функциям относятся: обеспечение регистрации, именованя, поиска служб в системе, обеспечение безопасности, транспортных функций и пр. Доступ к функциям служб осуществляется средствами удаленного вызова процедур.

Архитектура ПО Grid определяется стандартом Open Grid Service Architecture [2], OGSA и реализована в соответствии с объектно-ориентированной моделью организации ПО. При этом унифицируются различные функции: доступа к вычислительным ресурсам, ресурсам хранения, базам данных и к любой программной обработке данных. Стандарт OGSA определяет службы как абстрактные объекты, но не способ их реализации. В OGSA не рассматриваются вопросы программной модели служб и среды их функционирования.

Функции Grid-системы представлены в общем виде в соответствии с рис. 1. Под пользователем на рисунке понимается внешняя сущность, имеющая потребность в вычислительных ресурсах и сервисах Grid-системы. Под клиентом понимается ПО развернутое на вычислительном узле, предоставляющее его ресурсы системе.

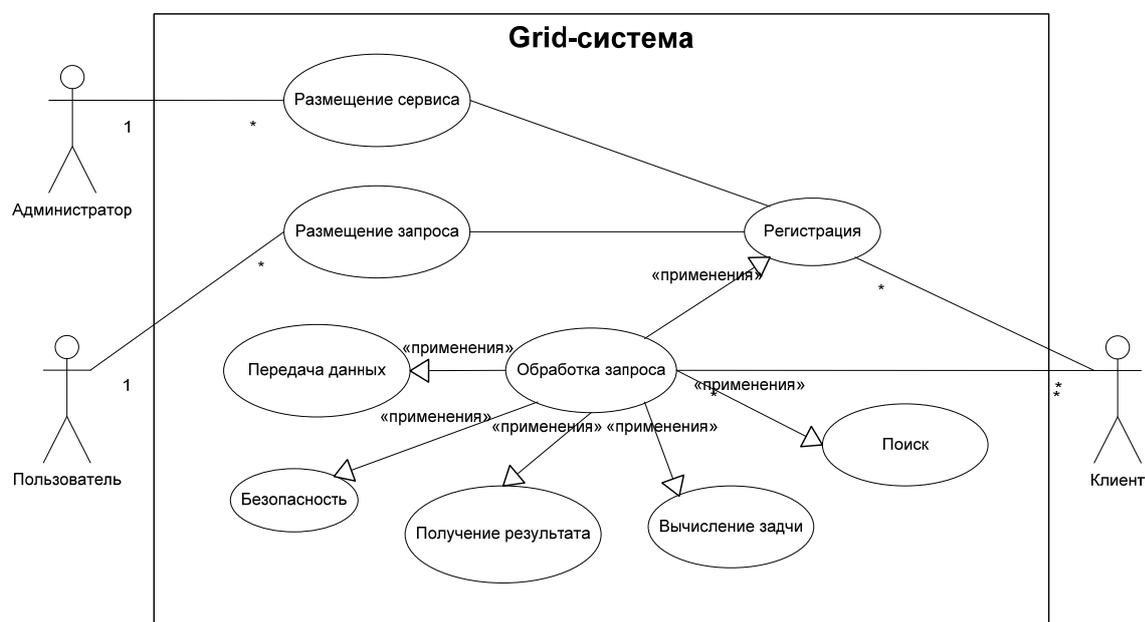


Рис. 1. Диаграмма вариантов использования Grid

Администратор осуществляет конфигурирование системы путем размещения в ней сервисов. Сервис регистрируется в системе и становится доступным для обработки запросов пользователя и клиента.

Пользователь размещает запрос с заданием, например вычислительную задачу, в Grid-системе. Для этого он регистрируется и передает задание соответствующему сервису. Если ресурсы необходимые для обработки данного запроса находятся на вычислительном узле (на клиенте), то запрос будет храниться на сервере в режиме ожидания. Клиентский узел подключается к серверу и производит на нем регистрацию своих сервисов, это может быть вычислительная программа. Если существует запрос на ресурсы клиента, то он начинает обрабатываться. При этом осуществляется обмен данными, проверка безопасности, вычисление и получение конечного результата, который передается пользователю.

Globus Toolkit представляет собой набор инструментальных средств и служб для разработки распределенной вычислительной системы построенной по Grid-технологии. Получаемая при этом система ориентирована на территориальную удаленность отдельных узлов, поэтому в ней основательно проработаны службы

безопасности и регистрации. Для облегчения взаимодействия пользователя с GTK протоколы базируются на стандартных типах протоколов, например LDAP и HTTP. Сетевое взаимодействие осуществляется по стандартным портам, что позволяет проходить запросам через различные маршрутизаторы и межсетевые экраны.

Web-сервисы GTK взаимодействуют между собой по протоколу SOAP на основе HTTP, что упрощает взаимодействие удаленных сервисов (находящихся на территориально удаленных вычислительных машинах). Код Web-сервиса может быть разработан на одном из следующих языков, для которых существуют платформи-зависимые «оболочки» к компонентам Web-сервиса: Java WS core, C WS core, Python WS core. Каждый из этих компонентов обеспечивает реализацию стандарта WSRF (Web Service Resource Framework) на соответствующем языке.

Таким образом, становится возможным разработка многофункциональных Web-приложений, которые будут пользоваться средствами повышения производительности и отказоустойчивости, предоставляемыми распределенной средой.

### **Библиографический список**

1. Антонов, А. В. Исследование системотехнических вопросов организации и функционирования grid-систем / А. В. Антонов, А. В. Дубравин, А. Н. Токарев // Новые информационные технологии и системы : сб. науч. ст. III Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза, 2006. – С. 8–10.
2. Globus Toolkit Official Documentation. – URL: <http://toolkit.globus.org/toolkit/docs/>

## **ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ НА КРИСТАЛЛЕ С ПРОЦЕССОРНЫМИ ЯДРАМИ НА ОСНОВЕ ПЛИС**

***С. В. Тумасов, Е. И. Гурин***

Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия

Системы на кристалле с процессорными ядрами получают все большее распространение во встраиваемых устройствах. Одним из основных способов реализации подобных схем являются программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), широко представленные в современной научно-технической литературе [1-3]. Рассмотрим один из наиболее часто применяемых вариантов построения системы. Сначала создается проект в одной из систем проектирования (ISE, Quartus II др.) в том числе создается и подключается к проекту главный файл, созданный на языке VHDL. Затем создается новый модуль – процессорный блок. Для создания этого блока используется система EDK или ей подобная. В ней выполняются все необходимые действия по созданию аппаратной платформы и программного обеспечения. После того, как построение процессорного блока завершено, выполняются все необходимые действия: задание ограничений пользователя, в том числе размещение внешних сигналов на контактах ПЛИС, реализация проекта и его загрузка в ПЛИС.

Рассмотрим процесс проектирования простейшей системы. В схеме используются синхросигнал clk частотой от 50 до 100 МГц с выхода тактового генератора, сигнал сброса reset, четырехразрядный сигнал sw1 с выходов переключателей. Результаты работы системы выдаются на восемь индикаторов leds1.

После задания основных параметров главного модуля создается процессорный блок на основе процессорного ядра (MicroBlaze, Nios II или им подобных). Для этого запускается программа создания процессорного блока. В качестве устройств ввода задаются тумблеры (swithes), в качестве устройств вывода – светодиоды (leds). Следует отметить, что хотя сигналы ввода-вывода процессорного блока определены как swithes и leds, в данном случае они используются не для подключения переключателей и светодиодов, а в качестве параллельных портов общего назначения.

Для включения процессорного блока в проект создать шаблон для использования процессорного блока в качестве компонента. Фрагменты этого шаблона переносятся в главный модуль системы. В главном модуле помимо процессорного блока имеются также схемы, которые выполняют свои функции, в частности есть четырехразрядный регистр r4. На этот регистр записывается код, равный входному коду sw1 плюс единица. В схеме имеется также восьмиразрядный сигнал r8 для выдачи результата. В окончательном варианте тело архитектуры в главном модуле имеет следующий вид:

```
architecture arh1 of soc1a is

COMPONENT system1 PORT(
fpga_0_DIP_Switches_4Bit_GPIO_in_pin:IN
std_logic_vector(0to3);
  sys_clk_pin : IN std_logic;
  sys_rst_pin : IN std_logic;
  fpga_0_LEDs_8Bit_GPIO_d_out_pin : OUT std_logic_vector(0 to
7)
);
END COMPONENT;

signal r4: std_logic_vector(0 to 3):=x"0";
signal r8: std_logic_vector(0 to 7):=x"00";

begin

  Inst_system1: system1 PORT MAP( -- конкретизация компонен-
та
  fpga_0_LEDs_8Bit_GPIO_d_out_pin => r8,
  fpga_0_DIP_Switches_4Bit_GPIO_in_pin => r4,
  sys_clk_pin => clk,
  sys_rst_pin => reset
);

process (clk) begin
  if clk='1' and clk'event then
    r4 <= sw1+1;
  end if;
end process;
leds1 <= r8;
END arh1;
```

В этом описании сначала идет декларация компонента system1, текст декларации скопирован из шаблона, о котором говорилось выше. Далее декларируются внутренние сигналы r4 и r8. Затем идет конкретизация компонента system1 с меткой

Inst\_system1, эта запись составлена по шаблону, в который добавлены сигналы r8, r4, clk и reset. Процесс, задающий работу синхронных схем, содержит назначение сигнала r4, который, как отмечалось выше, получается из входного сигнала путем прибавления единицы.

Затем формируется и записывается в ПЛИС загрузочный файл. После загрузки файла можно наблюдать работу системы. после задания числа a на переключателях результат вычислений, число a+2, отражается на светодиодах. На единицу увеличение происходит в аппаратной части, когда в r4 записывается sw1+1, еще одна единица добавляется в программе, которая управляет работой процессорного блока.

Подключим к системе логический анализатор ChipScope Pro, он добавляется обычным образом. Для исследования работы системы зададим 4 порта с разрядностями 12, 4, 4 и 8. К порту P0 подключаются 12 младших разрядов программного счетчика Trace\_PC процессорного ядра Microblaze, к порту P1 – входной сигнал системы, к порту P2 – внутренний сигнал r4, к порту P3 – результат

При получении данной диаграммы на входных переключателях sw1 был установлен код 1. В соответствии со схемой, заданной в головном VHDL-модуле, это значение увеличивается на 1 и заносится на r4. В программе происходит увеличение еще на единицу, в результате получается 3, это значение присутствует на выходной шине leds1. На верхней диаграмме показана последовательность работы программного счетчика Trace\_PC в бесконечном цикле, на рис. 4.14 видно окончание очередного цикла и начало следующего. Адрес 200, отмеченный маркером X, соответствует последней команде цикла (см. листинг программы на рис. 4.11), конвейер процессора выбирает также команду, расположенную по адресу 204, но до ее исполнения дело не доходит, так как происходит безусловный переход на начало цикла по адресу 1C8. Далее, как видно из рис. 4.14, исполняются команды, расположенные по адресам 1C8...1D0.

Обязательным элементом процессорного блока является программное обеспечение. Исходный модуль программы задается следующим образом:

```

while(1) {
    x = XGpio_mGetDataReg (XPAR_DIP_SWITCHES_4BIT_BASEADDR, 1);
    v=x+1;
    XGpio_mSetDataReg (XPAR_LEDS_8BIT_BASEADDR, 1, v);
}

```

На рис. приведен случай, когда входной сигнал изменяется. Сначала происходит изменение входного сигнала sw1 с 1 на 3, затем в следующем такте происходит изменение r1 с 2 на 4, а затем через 26 тактов, когда изменение входного сигнала отработает программа, на выходе leds1 выдается обновленное значение результата.

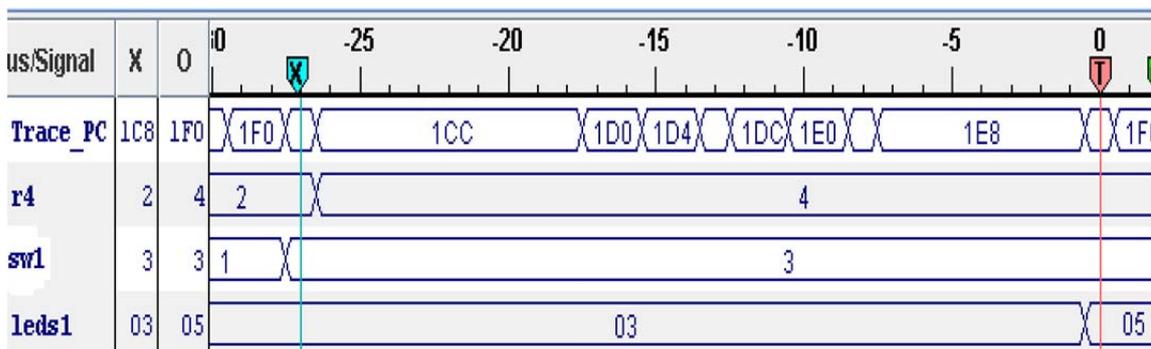


Рисунок. Реакция системы на изменение входных сигналов

В рассмотренном выше примере сначала создавался главный модуль, затем создавался процессорный блок. Возможен также вариант построения, когда процессорный блок создается заранее, а затем подключается к главному модулю. Системы на кристалле данного типа позволяют решать достаточно сложные задачи, они фактически не имеют альтернативы, когда необходимо совмещать высокое быстродействие, свойственное аппаратным методам, с достаточно сложными вычислениями, которые удобно реализовывать программными методами.

#### **Библиографический список**

1. Максфилд, К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца / К. Максфилд. – М. : ДОДЭКА-XXI, 2007.
2. Гурин, Е. И. Системы на кристалле с процессорными ядрами на основе ПЛИС : учеб. пособие / Е. И. Гурин. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 2003.
3. Еремин, В. В. Многопроцессорные системы на основе ПЛИС / В. В. Еремин, М. В. Лапшин // Вопросы радиоэлектроники. – 2017. – № 2. – С. 30–34.

# ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ

---

## ПРАВОВАЯ РЕГЛАМЕНТАЦИЯ РАБОТЫ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ (на примере «ВКОНТАКТЕ» и «FACEBOOK»)

*М. А. Агейкин, Н. Н. Надеева*

Пензенский государственный университет,  
michael.ageikin@gmail.com, г. Пенза, Россия

В настоящее время трудно представить жизнь без социальных сетей, где граждане имеют возможность переписываться друг с другом, обмениваться различными типами информации, например, отправить голосовое сообщение, видео, аудиозапись и многое другое. Наиболее популярными социальными сетями являются: Российская социальная сеть «ВКонтакте» и американский аналог «Facebook». Деятельность этих электронных ресурсов регламентирована законодательством стран, в которых они были разработаны и введены в эксплуатацию. Законодательная система в России и США существенно различается. В связи с этим возник вопрос об анализе нормативно-правовых актов, которыми должны руководствоваться не только разработчики социальных сетей, но и рядовые пользователи.

Высшим нормативным актом на территории Российской Федерации является Конституция Российской Федерации<sup>1</sup>. Его аналогом на территории США служит «The Constitution of the United States<sup>2</sup>». В ст. 23 Конституции Российской Федерации сказано, что «каждый имеет право на неприкосновенность частной жизни, личную и семейную тайну, защиту своей чести и доброго имени, каждый имеет право на тайну переписки, телефонных переговоров, почтовых, телеграфных и иных сообщений. Ограничение этого права допускается только на основании судебного решения», что в переводе практически дословно повторяет поправку IV (Amendment IV) Конституции США.

Социальные сети США и России являются интеллектуальной собственностью, поэтому существуют нормативные акты, регулирующие данный вопрос. В Российской Федерации таким актом является Гражданский Кодекс Российской Федерации<sup>3</sup>. Американским аналогом является Закон «Об авторском праве» (Copyright Act of 1976<sup>4</sup>). По содержанию данные нормативные акты практически не отличаются.

Следующим нормативным актом, на который следует обратить внимание, является Уголовный кодекс Российской Федерации<sup>5</sup> и его американский аналог Примерный уголовный кодекс (American Law Institute's Model Penal Code<sup>6</sup>). Вот небольшой перечень правонарушений, влекущих за собой уголовную ответственность: присвоение авторства (плагиат); незаконное использование объектов авторского

---

<sup>1</sup> Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993; с изм. от 21.07.2014).

<sup>2</sup> The Constitution of the United States. 1789. March 4.

<sup>3</sup> Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвёртая) № 230-ФЗ от 18.12.2006 (с изм. от 03.07.2016).

<sup>4</sup> Copyright Act of 1976. Pub. L. 94–553. 1976. October 19.

<sup>5</sup> Уголовный кодекс Российской Федерации № 63-ФЗ от 13.06.1996 : [в ред. от 31.12.2017].

<sup>6</sup> American Law Institute's Model Penal Code. 1962.

права или смежных прав; незаконное использование изобретения, полезной модели или промышленного образца; незаконное изготовление и оборот порнографических материалов или предметов; действия, направленные на возбуждение ненависти либо вражды, а также на унижение достоинства человека либо группы лиц по признакам пола, расы, национальности, языка, происхождения, отношения к религии, а равно принадлежности к какой-либо социальной группе и др.

При регистрации в социальных сетях, граждане указывают информацию, которая относится к персональным данным. Это: фамилия, имя, отчество; адрес почты; номер мобильного телефона; дата рождения; имена родителей; место проживания и т.п. Поэтому администрации социальных сетей несут полную ответственность за то, чтобы персональные данные оставались в целостности и не использовались третьими лицами не по назначению. Для этого на сайтах разработаны специальные настройки приватности, но все равно, данные пользователей хранятся на серверах непосредственно социальной сети. Защита персональных данных пользователей в сети Интернет на территории Российской Федерации регламентируется Федеральным законом «О персональных данных»<sup>1</sup>. США продвинулись значительно дальше в этом вопросе, т.к. у них действует Закон «О персональных данных интернет-пользователей». В отличие от Российского закона, американцы готовят его новый проект, в котором интернет – провайдеры не будут получать разрешение на использование личных данных пользователей, включая такие, как местоположение клиента и история его посещений интернет-сайтов.

Пользователи ненароком могут разместить в сетях данные, относящиеся к государственной тайне. В связи с этим на территории Российской Федерации действует Закон Российской Федерации «О государственной тайне»<sup>2</sup>. В законодательстве США не существует единого Закона о государственной тайне, подобного тому, который имеется в законодательстве нашей страны, хотя федеральный Закон США «О шпионаже» (1917) (Espionage Act of 1917<sup>3</sup>) содержит схожие нормы.

Законодательство Российской Федерации активно развивается, но в вопросе конфиденциальности электронных коммуникаций США продвинулись значительно дальше. На территории этой страны действует «Закон конфиденциальности электронных коммуникаций от 1986 года (ПАСЕ)» (Electronic Communications Privacy Act of 1986 (ЕСРА)<sup>4</sup>), который защищает средства электронной коммуникации, а в частности электронную почту и социальные сети от умышленного злоупотребления или покушения на перехват, использование, раскрытие переписки граждан. В России пока еще только подготовлен, но не введен в действие Проект Федерального закона «О правовом регулировании деятельности социальных сетей и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»<sup>5</sup>.

30 июня 2016 года были внесены изменения в Федеральный закон «О государственной гражданской службе Российской Федерации»<sup>6</sup> и Федеральный закон «О муниципальной службе в Российской Федерации»<sup>7</sup>. Согласно новым по-

---

<sup>1</sup> О персональных данных : федер. закон № 152-ФЗ от 27.07.2006 : [в ред. от 29.07.2017].

<sup>2</sup> О государственной тайне : закон Российской Федерации № 5485-1 от 21.07.1993: [в ред. от 26.07.2017].

<sup>3</sup> Espionage Act of 1917. Pub.L. 65–24. 1917. June 15.

<sup>4</sup> Electronic Communications Privacy Act of 1986 (ЕСРА). Pub.L. 99–508. 1986. October 21.

<sup>5</sup> О правовом регулировании деятельности социальных сетей и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : федер. закон № 145507-7 : [в ред., внесенной в ГД ФС РФ, текст по состоянию на 10.04.2017].

<sup>6</sup> О государственной гражданской службе Российской Федерации : федер. закон № 79-ФЗ от 27.07.2004 : [в ред. от 28.12.2017].

<sup>7</sup> О муниципальной службе в Российской Федерации : федер. закон № 25-ФЗ от 02.03.2007 : [в ред. от 26.07.2017 ; с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2018].

правам, гражданские и муниципальные служащие должны представлять сведения об адресах сайтов и (или) страниц сайтов в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», на которых гражданин размещает общедоступную информацию о себе. Проанализировав нормативную базу США, подобного найдено не было.

На территории Российской Федерации действует Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации»<sup>1</sup>, в котором в статье 15.1 представлен единый реестр доменных имен, указателей страниц сайтов в сети «Интернет» и сетевых адресов, позволяющих идентифицировать сайты в сети «Интернет», содержащие информацию, распространение которой в Российской Федерации запрещено. В социальной сети «ВКонтакте» есть сообщества, деятельность которых запрещена на территории страны, поэтому, по решению суда они подлежат немедленной блокировке.

Таким образом, законодательство России и США в области информационно-коммуникационных технологий постоянно развивается. Поэтому можно с полной уверенностью сказать, что в ближайшее время будут разрабатываться новые стандарты и законы, регулирующие непосредственно работу в сети Интернет, и в частности, в социальных сетях.

#### **Библиографический список**

1. Полянская, Т. Ю. Анализ правовой базы процесса создания и использования информационных технологий / Т. Ю. Полянская, М. С. Сероглазова, Г. М. Тростянский // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV ежегодной межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 33–35.

2. Пронькин, П. В. Анализ развития элементов электронного правительства в России и зарубежных странах / П. В. Пронькин, М. А. Агейкин, В. А. Маслов // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV ежегодной межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 38–40.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ЛИЧНОГО ПРИЕМА ГРАЖДАН В АДМИНИСТРАЦИИ САЛОВСКОГО СЕЛЬСОВЕТА**

***М. Е. Ананьева, Н. Н. Надеева***

Пензенский государственный университет,  
ananjeva.masha2017@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В настоящее время в администрациях сельсоветов большое внимание уделяется работе с обращениями граждан. В соответствии с поручением Президента Российской Федерации<sup>2</sup> ежегодно, начиная с 12 декабря 2013 г., проводится общероссийский день приема граждан с 12 до 20 ч по местному времени.

Рассмотрим процедуру проведения личного приема граждан на примере администрации Саловского сельсовета.

---

<sup>1</sup> Об информации, информационных технологиях и о защите информации : федер. закон № 149-ФЗ от 27.07.2006 (с изм. от 19.12.2016).

<sup>2</sup> О ежегодном проведении 12 декабря общероссийского дня приема граждан в День Конституции Российской Федерации : поручение Президента Российской Федерации № Пр-936 от 26.04.2013 .

Саловский сельсовет – сельское поселение в Пензенском районе Пензенской области Российской Федерации, статус и границы которого установлены Законом Пензенской области «О границах муниципальных образований Пензенской области»<sup>1</sup>. Граждане Саловского сельсовета имеют право на индивидуальные и коллективные обращения в органы местного самоуправления сельсовета, которые подлежат рассмотрению в порядке и сроки, установленные Федеральным законом «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации»<sup>2</sup>.

Организацией личного приема в Саловском сельсовете занимается специалист 1 категории, ответственный за работу с обращениями граждан. Предварительная запись на личный прием осуществляется, либо по телефону 8 (8412) 37-99-67, либо при личном обращении гражданина в администрацию сельсовета по адресу: ул. Новая, 1, с. Саловка, Пензенский район, Пензенская область.

Количество обращений граждан в администрацию сельсовета увеличивается с каждым годом. Динамика роста обращений за последние 3 года приведена в виде гистограммы на рис. 1.

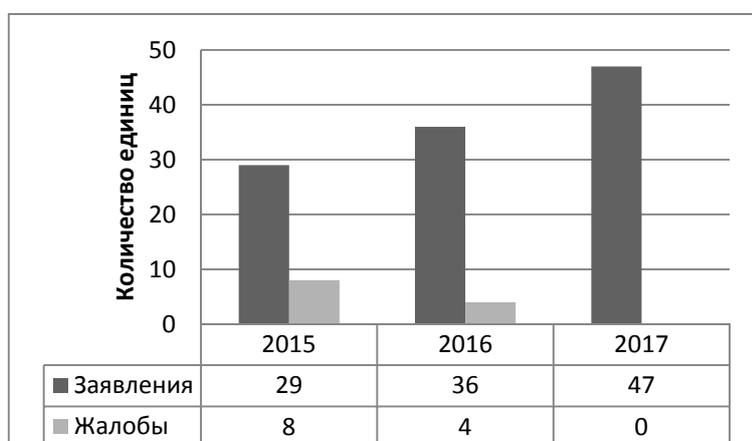


Рис. 1. Динамика роста обращений граждан в Саловский сельсовет за 3 года

В администрацию сельсовета в основном поступают заявления и жалобы. Основной темой заявлений является водоснабжение населенных пунктов, входящих в Саловский сельсовет. Количество заявлений с каждым годом увеличивается, а количество жалоб сокращается. Так в 2017 г. от граждан с. Саловка не поступило ни одной жалобы, что является показателем хорошей работы сельсовета.

Для автоматизации проведения личного приема граждан в администрации Саловского сельсовета установлено специальное программное обеспечение «Универсальное автономное рабочее место для проведения общероссийского дня приема граждан» (далее УАРМ ОДПГ), которое не является общедоступным, т.к. его установка возможна только при полном соответствии технических требований, которые описаны на информационном портале ССТУ.РФ. При входе на данный портал требуется указать учетные данные пользователя – уникальный идентификатор уполномоченного лица и пароль.

При запуске программного обеспечения для авторизации специалист 1 категории вводит уникальный идентификатор уполномоченного лица – свою должность, фамилию, имя, отчество. После того, как авторизация успешно пройдена, УАРМ ОДПГ, готовое к работе, выводит в диалоговом окне следующие режимы работ:

<sup>1</sup> О границах муниципальных образований Пензенской области : закон Пензенской области № 690-ЗПО от 02.11.2004.

<sup>2</sup> О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации : федер. закон № 59-ФЗ от 02.05.2006.

«Запись на личный прием»; «Личный прием»; «Запись на прием в режиме связи»; «Прием в режиме связи»; «Завершение работы/ Смена уполномоченного лица».

В режиме работы УАРМ ОДППГ «Личный прием» специалист 1 категории заполняет карточку личного приема, путем внесения данных в обязательные поля (данные заявителя, почтовый адрес для ответа, краткое содержание обращения, выбор тематики и принятого решения). После заполнения карточки специалисту 1 категории доступны: кнопка перехода к следующему заявителю и кнопка завершения приема.

При работе в разделе «Прием в режиме связи» можно выбрать разные режимы связи из раскрывающегося списка: видеоконференция; видеосвязь ССТУ; аудио связь ССТУ; аудио связь фиксированная или мобильная телефонная; иные виды связи. Перед началом приема в режиме связи необходимо указать должность принимающего лица. В ходе приема можно переадресовать обращение другому должностному лицу, выбрав его должность из списка. При поступлении входящего вызова на экране отображается диалоговое окно, сообщающее о вызове. После ответа на вызов требуется указать, состоялось ли соединение, нажав кнопку «Да», либо кнопку «Нет». Во время приема идет отсчет времени, а также доступна строка поиска, в которой можно найти документ для уточнения информации, например, какой-либо законодательный акт. Данным режимом приема обычно пользуются уполномоченные лица для обращения к другому уполномоченному лицу. В этом режиме также ведется заполнение карточки с такими полями как «Данные заявителя», «Почтовый адрес для ответа», «Краткое содержание устного обращения». Если было принято устное обращение гражданина, то в карточке приема специалист 1 категории выбирает пункт «Решение, принятое по устному обращению», где раскрывается список вариантов решения: «Дан ответ по существу»; «Дан ответ по существу с направлением письменного ответа»; «Обеспечен прием уполномоченным лицом»; «Прием уполномоченным лицом будет обеспечен в течение 7 рабочих дней»; «Личный прием не состоялся»; «Отказ от приема». Впоследствии, специалист 1 категории выбирает каталог на рабочем компьютере, в котором будет храниться файл с карточкой личного приема и распечатывает уже заполненную карточку.

Распечатанная карточка вместе с текстом обращения и документами, образованными в результате рассмотрения данного обращения, вкладывается в отдельное дело, которое хранится в течение 5-ти лет, в соответствии с номенклатурой дел администрации Саловского сельсовета.

Все карточки приемов, заполненные в электронном виде при личном приеме и приеме в режиме связи специалист 1 категории администрации Саловского сельсовета загружает на ресурс ССТУ.РФ (сетевой справочный телефонный узел) в раздел «Обмен информацией».

Таким образом, Общероссийский день приема граждан, созданный в целях охраны прав и свобод граждан, а также обеспечения согласованного функционирования и взаимодействия органов государственной власти, пользуется все большей популярностью среди жителей малых муниципальных образований.

### **Библиографический список**

1. О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации : федер. закон № 59-ФЗ от 02.05.2006 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.01.2018).
2. Методические рекомендации по проведению общероссийского дня приема граждан : [утв. Администрацией Президента РФ 28.09.2017 № А1-39360 ; Протокол заседания от 28.09.2017 № 14] // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.01.2018).
3. Ананьева, М. Е. Автоматизация работы с обращениями граждан в Российской Федерации / М. Е. Ананьева, Н. Н. Надева // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV ежегодной межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 4–6.

# АНАЛИЗ ПРОЦЕДУРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЕЖЕМЕСЯЧНОГО ПОСОБИЯ В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ ЦЕНТРЕ

*В. С. Гатина, Ю. Ю. Фионова*

Пензенский государственный университет,  
vika.gatina@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В соответствии с Федеральным законом «О государственных пособиях гражданам, имеющим детей» гражданин, имеющий ребенка, имеет право на государственное пособие, гарантированное государством, материальную поддержку материнства, отцовства и детства [1].

Данным законом устанавливаются следующие виды государственных пособий:

- пособие по беременности и родам;
- единовременное пособие женщинам, вставшим на учет в медицинских организациях в ранние сроки беременности;
- единовременное пособие при рождении ребенка;
- ежемесячное пособие по уходу за ребенком;
- пособие на ребенка;
- единовременное пособие при передаче ребенка на воспитание в семью;
- единовременное пособие беременной жене военнослужащего, проходящего военную службу по призыву;
- ежемесячное пособие на ребенка военнослужащего, проходящего военную службу по призыву.

Такие пособия можно оформить, обратившись в Многофункциональный центр предоставления государственных и муниципальных услуг, только вставшим на учет россиянкам при среднем доходе семьи ниже официального прожиточного минимума.

Для того чтобы попасть на прием, необходимо прийти в МФЦ и взять талончик у стойки, выбрав опцию «Государственные услуги».

После взятия талона, женщине, обратившейся в МФЦ, необходимо пройти в нужную секцию для предоставления ей государственной услуги.

Первым шагом, после вызова, является предоставление паспорта гражданина РФ специалисту-консультанту социальной защиты для составления заявления о предоставлении пособия.

Также специалист-консультант делает ксерокопию представленного паспорта. Данная ксерокопия необходима для описи дела, где будут храниться оформленные документы.

Для оформления ежемесячного пособия на обеспечение питанием беременных женщин специалисту-консультанту МФЦ вместе с паспортом также предоставляется справка о постановке женщины на учет по беременности в любом медицинском учреждении г. Пензы и Пензенской области, где указывается срок беременности. Данная справка представляется женщине ежемесячно.

Затем так-же, специалистом-консультантом МФЦ делается ксерокопия трудовой книжки, а также номер сберегательной карты, куда будет поступать данная выплата. Данная карта, должна быть абсолютно новой и оформлена на гражданку Российской Федерации.

После этого составляется заявление **В ЭЛЕКТРОННОМ ВИДЕ** о предоставлении ежемесячного пособия на обеспечения питания для беременной женщины.

Следующим шагом для выплаты пособия, составление специалистом-консультантом МФЦ расписки в двух экземплярах.

В данной расписке, точно указываются все предоставленные, обратившейся женщины, документы и количество экземпляров данных документов.

Первый экземпляр расписки, отдается обратно гражданке Российской Федерации.

Второй экземпляр расписки будет направлен в дело, где будут храниться оформленные документы.

Далее обратившейся дается расписка на ознакомление где она, должна проверить весь перечень документов, которые она ранее представила и поставить свою подпись о том, что она с ознакомилась.

Последним, этапом работы является заведение дела, куда помещаются документы, относящиеся к данному вопросу, которые скрепляются под одной обложку. Титульный лист оформленного дела представлен на рис. 1.

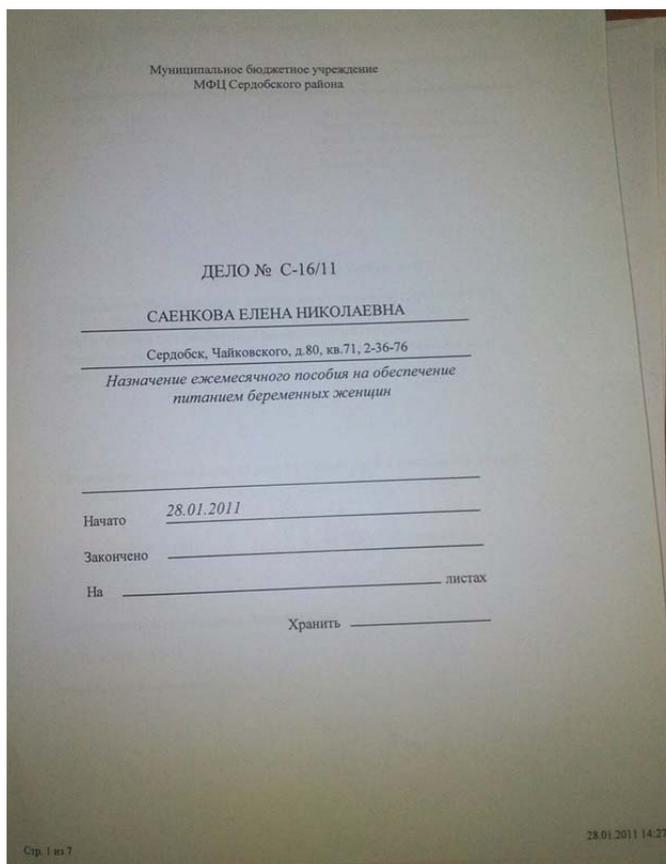


Рис. 1. Титульный лист, оформленного дела

После сбора документов по вопросу выплат пособия для беременной, специалист-консультант МФЦ передает дело в администрацию района Пензенской области, где они рассматривают данный вопрос.

После проведенного анализа документов назначают время и дату куда, заявителю необходимо прийти и предоставить расписку для оглашения результата.

После оглашения результата, из администрации направляется извещение специалисту-консультанту МФЦ о решении данного вопроса.

И завершением работы является подшивка извещения в дело, после которого оно закрывается, и храниться в архиве МФЦ 2 года, а затем по истечении срока передается в архив.

## Библиографический список

1. О государственных пособиях гражданам, имеющим детей : федер. закон № 81-ФЗ от 19.05.1995 : [в ред. от 01.01.2018] // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2017).

# ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСИ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

*А. В. Горбатова, Ю. Г. Кирюхин*

Пензенский государственный университет,  
nastya-gor7@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В современном, динамично развивающемся и высокотехнологичном мире значительное внимание уделяется использованию информационных технологий. С развитием информационных технологий стали активно применяться электронные документы, работу с которыми можно совершать гораздо быстрее, нежели с бумажными аналогами. В связи с этим использование электронных документов позволяет большую часть социальных отношений перевести на качественно иной уровень – уровень информационного общества, для которого характерны мобильность, эргономичность и экономия времени.

Внедрение информационных технологий в сферы государственного и муниципального управления является задачей стратегической важности. Государственная программа Российской Федерации «Информационное общество (2011–2020 годы)», утвержденная распоряжением от 20 октября 2010 г. № 1815-р является тому доказательством [1].

Особое место в электронном документообороте занимает задача идентификации волеизъявителей, решить которую призвана электронная подпись.

*Электронная подпись (далее ЭП)* – информация в электронной форме, которая присоединена к другой информации в электронной форме (подписываемой информации) или иным образом связана с такой информацией и которая используется для определения лица, подписывающего информацию [2].

В последнее время ЭП стала предметом активных обсуждений. Ее использование дает возможность оптимизировать большое количество процессов, в которых необходимо точно идентифицировать и аутентифицировать человека.

Подписанный в электронном виде документ имеет одинаковую юридическую силу с собственноручно подписанным документом. Электронная подпись в настоящее время используется во многих странах в банковской сфере, бухгалтерии, страховании и других областях.

В России ЭП в основном применяют для сдачи налоговой отчетности. С точки зрения организации делопроизводства высшее учебное заведение ничем не отличается от любого другого учреждения. Это означает, что большинство всех вышеупомянутых услуг может быть использовано для оптимизации работы вуза. Однако в высших учебных заведениях существуют также уникальные процессы, в которых возможно применение электронной подписи.

Ежедневно большое количество времени в высших учебных заведениях тратится на подписание документов (экзаменационных ведомостей, приказов разного уровня, договоров и т.п.). Основная проблема, связанная с подписанием документов, заключается в том, что документ обычно содержит несколько подписей. По-

скольким лицам, подписывающим документ, часто находятся в разных местах, приходится либо пересылать документ, либо перемещаться самим, на что требуется немало времени. Для решения проблемы необходима возможность быстро и безопасно пересылать нужные документы на подпись. Одним из возможных решений является использование электронной подписи.

В качестве примера рассмотрим процесс заполнения экзаменационных ведомостей в вузе, с которым сталкиваются преподаватели, как минимум, два раза в год. В заполнении экзаменационных ведомостей обычно участвуют деканат, декан и преподаватель. Центральным звеном является деканат, который играет роль посредника между преподавателем и деканом. В связи с тем, что декану приходится подписывать много экзаменационных ведомостей, в целях удобства деканат готовит пустые экзаменационные ведомости заранее.

Декан, как правило, подписывает пустые экзаменационные ведомости и передает их обратно в деканат. Далее ведомости заполняет преподаватель, а затем они сохраняются в информационной системе университета. Помимо сложности данного процесса, существует также проблема – декан подписывает пустые экзаменационные ведомости и не видит оценок студентов.

Использование электронной подписи позволяет сократить время на выдачу и сдачу экзаменационных ведомостей. Основная идея заключается в том, что посредником между деканом и преподавателем становится информационная система университета, а не деканат. Улучшенный процесс может выглядеть следующим образом: деканат вводит информацию о студенте в систему, с помощью которой и подготавливаются электронные экзаменационные ведомости, преподаватель выставляет оценки и ставит свою электронную подпись, декан, получая электронное уведомление, подписывает документы, используя ЭП.

В зарубежных странах электронная подпись все больше используется населением и работниками организаций. В большинстве высших учебных заведений информационные системы вузов разработаны на основе MOODLE, которая базируется на сетевых технологиях и написана на языке программирования PHP.

Так, например, в Рижском техническом университете с 2010/2011 учебного года отменены зачетные книжки студентов, а экзаменационные и зачетные ведомости заполняются преподавателями непосредственно в системе. По желанию преподавателя ведомости могут быть распечатаны делопроизводителем, который после заполнения их преподавателем вводит оценки в систему. Студенты, используя систему вуза, могут увидеть результаты сдачи ими зачетов и экзаменов.

Концепция, включающая подготовку документа и его несколько подписаний с помощью ЭП, может быть использована для оптимизации остальных процессов делопроизводства вуза, например, таких, как подписание разовых договоров (о практике студентов и др.), сдача отчетов по командировкам, а также удаленная регистрация абитуриентов и зачисление студентов [3].

В заключении можно сказать, что создание электронного правительства предполагает построение общегосударственной распределенной системы общественного управления, реализующей решение полного спектра задач, связанных с управлением документами и процессами их обработки. Таким образом, работа электронного правительства, полностью консолидируется на ЭП (т.е. закрытом ключе), потому как в отсутствие данного мы не сможем полноценно «авторизоваться», с помощью ЭП также производится верификация документа.

Государство обязывает юридических лиц сдавать отчетность в электронном виде, проводить закупки, внедряет документооборот во внутреннюю деятельность ведомств, помимо этого призывает к межведомственному электронному взаимодействию, оказывает гражданам услуги в электронном виде, и во всех этих процессах необходимо использование ЭП. В связи с этим можно говорить о том, что перспективы использования электронной подписи являются самыми обширными.

### Библиографический список

1. О государственной программе Российской Федерации «Информационное общество (2011–2020 гг.)»: распоряжение Правительства РФ № 1815-р от 20.10.2010 : [в ред. от 14.01.2018] // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.01.2018).
2. Об электронной подписи : федер. закон № 63-ФЗ от 06.04.2011 : [в ред. от 23.06.2016] // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.01.2018).
3. Зайцева, Л. В. Электронная цифровая подпись: использование в балтийских странах и возможности применения в вузах / Л. В. Зайцева, П. А. Кольшкин. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/elektronnaya-tsifrovaya-podpis-ispolzovanie-v-baltiyskih-stranah-i-vozmozhnosti-primeneniya-v-vuzah>

## СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

*А. К. Горелова, А. В. Кузьмин*

Пензенский государственный университет,  
gorelova.95@bk.ru, г. Пенза, Россия

Проведенные в последние годы обследования личных расходов населения на медицинскую помощь показывают, что объем этих расходов составляет 40–45 % от совокупных затрат на медицинскую помощь (государственных и личных). Более 50 % пациентов платят за лечение в стационарах, 30 % – за амбулаторно-поликлиническую помощь, 65 % – за стоматологические услуги [1].

Пациенты, живущие в эпоху развития информационных технологий, предъявляют все более высокие требования к качеству медицинских услуг. В этих условиях основная задача государства заключается в том, чтобы сделать медицину доступной всем гражданам страны не только географически, но и финансово, что напрямую обеспечивается системой электронного здравоохранения.

Электронное здравоохранение – система управления региональной медициной, основанная на информационных технологиях и нормативно-методологической базе. Данное решение позволяет реализовать региональный сегмент Единой государственной информационной системы здравоохранения (ЕГИСЗ), охватывающий все разделы оказания медицинской помощи населению. В основе всей системы лежит информационно-телекоммуникационная инфраструктура, предназначенная для обработки и передачи данных, а также обеспечивающая информационную безопасность и защиту персональных данных [2].

В настоящее время, в нашей стране система электронного здравоохранения только формируется. Государство вкладывает огромные деньги, для его внедрения, но, не смотря на это, процесс внедрения занимает большое количество времени и зачастую не имеет управленческих механизмов реализации и четкой координации действий медицинских работников и специалистов для обеспечения технической платформы электронного здравоохранения.

На сегодняшний день процесс развития единого информационного пространства остается нерешенным. Отсутствие нормативных документов, единого стандарта и формата обработки информации в электронной среде, затрудняет любые действия в данном направлении.

Само понятие «электронное здравоохранение» (eHealth) появилось не так давно, в начале 2000-х г. Его основная цель – повысить эффективность оказания ме-

дицинской помощи путем оптимизации работы медицинских организаций и внедрения электронных сервисов для пациентов и врачей. Такие программы широкого использования информационных технологий в области здравоохранения действуют во многих европейских странах.

Развитие мирового общества не стоит на месте, широкое распространение ПК, мобильных телефонов и интернета сыграло огромную роль в развитии рынка труда. Компьютеры проникли во все сферы деятельности человека и, в настоящее время, стали привычными и практически незаменимыми атрибутами повседневной жизни. В результате активного использования мобильных телефонов, появляется такое понятие, как «мобильное здравоохранение» (mHealth).

Мобильное здравоохранение (mHealth, mobile health) – этот термин обозначает раздел телемедицины, обеспечивающий предоставление медицинской помощи и контроль здорового образа жизни человека с использованием беспроводных, телекоммуникационных технологий и мобильных устройств. Прежде всего, mHealth базируется на мобильных персональных устройствах [3].

В настоящее время практически все смартфоны содержат в себе датчики и программное обеспечение, позволяющие следить за своим здоровьем (шагомер, пульсометр, дневники здоровья и многое другое). Существует огромное количество вариантов мобильного программного обеспечения, которое позволяет постоянно хранить и отслеживать в динамике различные показатели физического состояния человека. Это касается веса, уровня артериального давления, уровня глюкозы крови и другое.

Информационно-коммуникационное пространство, в котором взаимодействие осуществляется по принципу «медицинское учреждение (медицинский работник) – пациент» в новой системе mHealth представлено на рис. 1.

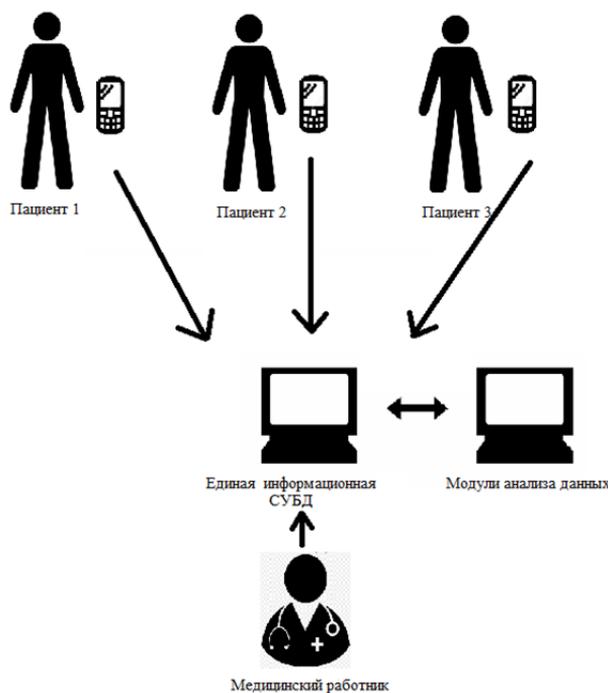


Рис. 1. Система работы mHealth

Новая система использования информационных технологий, в отличие от традиционной, обладает рядом преимуществ:

– эффективность (повышает эффективность медицинского обслуживания), высокое качество (связан с ростом эффективности);

- прозрачность (единая информационная база позволит сделать работу медицинских работников более согласованной);
- доступность (быстрый доступ к информации и консультации с врачами вне зависимости от местонахождения пациента).

Электронная система здравоохранения обеспечит эффективность медицинского обслуживания и улучшит доступ к оказанию медицинской помощи особенно для пациентов в отдаленных районах, инвалидов и пожилых людей.

Все чаще, люди ищут на интернет-ресурсах, информацию, касающуюся здорового образа жизни или о различных симптомах и способах их лечения. Система mHealth поможет быстро отправить результаты своих анализов в единую информационную базу СУБД, где сможет проконсультироваться с врачом или, проанализировав данные, получить необходимую информацию о состоянии своего здоровья. Система автоматически сохранит данные в его амбулаторной карте, что позволит в дальнейшем использовать эту информацию медицинским работникам при установлении диагноза.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что формирование в нашей стране системы электронного здравоохранения является необходимым условием для успешного развития данной отрасли. Использование новых информационных технологий будет эффективным только при наличии координированной системы. Развитие медицины без создания системы электронного здравоохранения невозможно, поэтому необходимо формировать единую методологию развития электронного здравоохранения в России.

#### **Библиографический список**

1. Хабриев, Р. У. Комментарии к нормам труда в здравоохранении / Р. У. Хабриев, В. М. Шипова, С. М. Гаджиева. – М., 2017.
2. Минцберг, Г. Управление мифами здравоохранения / Г. Минцберг. – М., 2012.
3. Куракова, Н. Г. Информатизация здравоохранения как инструмент создания «саморегулируемой системы организации медицинской помощи» / Н. Г. Куракова // Врач и информационные технологии. – 2009. – № 2. – С. 4–27.

## **ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЩЕНИЯ ГРАЖДАН В ПРАВИТЕЛЬСТВЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

***И. А. Гришина, Л. Р. Фионова***

Пензенский государственный университет,  
serova10-11-31@mail.ru, г. Пенза, Россия

Работа с обращениями граждан всегда занимала особое место в деятельности любого органа власти, так как она обеспечивает обратную связь в системе управления, позволяет понять, какие управленческие решения эффективны, а также какие проблемы волнуют население.

Не случайно в Постановлении Конституционного суда РФ отмечено: «Конституция Российской Федерации закрепляет право граждан Российской Федерации обращаться лично, а также направлять индивидуальные и коллективные обращения в государственные органы и органы местного самоуправления... это позволяет гражданам выразить свое отношение к деятельности публичной власти, свои

потребности в эффективной организации государственной и общественной жизни, выступает средством осуществления и охраны прав и свобод граждан» [1].

Традиционно граждане могли обратиться в органы власти письменно или же устно, в ходе личного приема.

В настоящее время к этим двум способам обращений добавляются электронные обращения, обращения по телефону и обращения, полученные в ходе прямых линий с представителями органов власти.

В данной статье будут рассмотрены электронные обращения и работа с ними на примере Правительства Пензенской области.

В Правительстве Пензенской области работу с обращениями граждан ведет специальное структурное подразделение – «Управление по работе с обращениями граждан и организаций».

Законодательную основу работы с обращениями граждан составляют Федеральный закон «О порядке рассмотрения обращений граждан в Российской Федерации» и Закон Пензенской области «О порядке рассмотрения обращений в Пензенской области».

Детально порядок работы с обращениями граждан в Правительстве Пензенской области регламентирован Инструкцией о порядке рассмотрения письменных и устных обращений граждан в аппарате Правительства Пензенской области.

Для подачи электронных обращений на официальном сайте Правительства Пензенской области размещена вкладка «Виртуальная приемная».

В отличие от обычной приемной виртуальная дает ряд преимуществ:

- освобождает от очередей;
- повышает оперативность и ответственность принятия решения;
- обеспечивает четкий контроль над работой с заявлениями и обращениями граждан;
- позволяет упростить документооборот и обеспечить постепенный переход к безбумажной технологии;
- поднимает уровень эффективности взаимодействия законодательных и исполнительных структур с физическими и юридическими лицами при разрешении спорных вопросов;
- способствует освоению новых информационных технологий и созданию современной информационно-коммуникационной среды. [2]

Что бы подать электронное обращение на сайте Правительства Пензенской области есть вкладка «Обратная связь».

В ней необходимо заполнить форму обращения и ознакомиться с «Правилами приема обращений».

Работу «Виртуальной приемной» Правительства Пензенской области организует пресс-центр Правительства Пензенской области.

Обращения граждан, поступившие в «Виртуальную приемную», специалистами пресс-центра Правительства области в течение трех дней со дня их поступления направляются для организации рассмотрения в приемную граждан по установленной форме (рис. 1).

Обращения, поступившие в приемную граждан из пресс-центра Правительства Пензенской области, регистрируются в журнале регистрации обращений граждан, поступивших в «Виртуальную приемную» в течение трех дней со дня поступления обращений.

Регистрация поступивших в «Виртуальную приемную» обращений граждан осуществляется специалистами приемной граждан с использованием системы электронного документооборота и делопроизводства «Обращения граждан в Правительство Пензенской области».



Форма № 24

**АППАРАТ ПРАВИТЕЛЬСТВА  
ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

ул. Московская, д. 75, г. Пенза, 440025  
Тел. 59-52-19, факс 55-04-11

Руководителю Управления  
государственной службы и контроля  
Правительства Пензенской области

от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Уважаемый \_\_\_\_\_!

В соответствии с Регламентом Правительства Пензенской области, утверждённым постановлением Правительства Пензенской области от 11.05.2006 № 321-пП (в ред. от 25.08.2006 № 548-пП), направляю для организации рассмотрения обращения граждан, поступивших в Приёмную Интернет-портала Правительства Пензенской области в период с \_\_\_\_\_ по \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(указывается дата)

Приложение: на \_\_\_\_\_ л.

Руководитель пресс-центр  
Правительства области

Рис. 1. Форма направления электронных обращений

Дальнейшее рассмотрение электронных обращений осуществляется в порядке, предусмотренном федеральными законами.

Среди электронных обращений выделяют особый вид электронных обращений – обращения по определенной тематике.

Для подачи таких обращений на официальном сайте Правительства Пензенской области выделена отдельная вкладка «Открытая линия губернатора».

Здесь можно написать обращения, касающиеся конкретных фактов коррупции, чиновничьей волокиты, халатности, неисполнения служебных обязанностей со стороны государственных служащих или превышения служебных полномочий. Такие обращения рассматриваются безотлагательно лично губернатором Пензенской области не позднее трех дней со дня обращения гражданина [3].

Согласно Указа Президента Российской Федерации «О мониторинге и анализе результатов рассмотрения обращений граждан и организаций» вступившего в силу 01 июля 2017 года органы власти должны вести статистику подачи и рассмотрения обращений граждан, размещать ее на официальном сайте органа власти и направлять информацию в Администрацию Президента Российской Федерации.

Так по данным приведенным на сайте Правительства Пензенской области количество электронных обращений в 2016 году выросло на 25 % по сравнению с 2015 годом и составило 6525 обращений.

Это обусловлено тем, что электронные обращения по сравнению письменными имеют ряд преимуществ:

- строго регламентированная форма для заполнения (обязательные поля);
- печатный шрифт (в отличие от рукописного электронное обращение всегда поддается прочтению);
- гражданин может написать и опривать электронное обращение из любого населенного пункта (где имеется интернет) в любое время, не выходя из дома.

Таким образом, электронные обращения занимают все большую часть в общем объеме и предоставляют гражданам максимум возможностей.

### **Библиографический список**

1. Фионова Л. Р. Нормативное регулирование документной коммуникации органов власти с населением / Л. Р. Фионова // Власть. – 2014. – № 2. – С. 87–91.
2. Фионова, Л. Р. Современная организация работы с обращениями граждан на примере Пензенской области (статья) / Л. Р. Фионова // Делопроизводство. – 2010. – № 3. – С. 22–28.
3. О порядке рассмотрения обращений в Пензенской области : закон Пензенской обл. № 2327-ЗПО от 28.12.2012 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.01.2018).

## **ПОСТАНОВКА ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА В АДМИНИСТРАЦИИ БЕДНОДЕМЬЯНОВСКОГО СЕЛЬСОВЕТА**

***В. Ю. Дунюшкина, Г. В. Кошелева***

Пензенский государственный университет,  
[inou@pnsgu.ru](mailto:inou@pnsgu.ru), г. Пенза, Россия

Делопроизводство в федеральных органах исполнительной власти и органах местного самоуправления отличается от делопроизводства в обычной организации и регулируется Правилами делопроизводства в федеральных органах исполнительной власти.

Рассмотрим постановку делопроизводства на примере Администрации Беднодемьяновского сельсовета Спасского района Пензенской области.

В Администрации обязанности по ведению делопроизводства возложены на специалиста 2 категории.

Все документы Администрации делятся на поступающие, отправляемые и внутренние. В результате анализа работы с документами было выявлено, что в Администрации не регистрируются внутренние документы, что существенно затрудняет контроль исполнения документов и появляется риск потери документа. Входящие и исходящие документы регистрируются в журналах входящей и исходящей корреспонденции. При анализе журналов обнаружено, что они не соответствуют требованиям методических рекомендаций ВНИИДАД «Разработка нормативных документов по документационному обеспечению организации», а именно: в журнале регистрации входящих документов отсутствуют графы: исполнитель, срок исполнения, примечание, а в журнале регистрации исходящих документов отсутствуют графы: исполнитель, примечание.

В связи с этим по журналам регистрации невозможно определить исполнителя и срок исполнения документа. Соответственно невозможно осуществить контроль за исполнением документа.

Администрация Беднодемьяновского сельсовета в своей деятельности руководствуется следующими локальными нормативными актами: устав, правила внутреннего трудового распорядка, штатное расписание, должностные инструкции, инструкция по делопроизводству, административные регламенты.

Перечень этих документов совпадает с локальными нормативными актами в обычной организации за исключением административных регламентов. Они созда-

ются в администрации на какую-либо муниципальную или государственную услугу, предоставляемую администрацией. Администрацией Беднодемьяновского сельсовета предоставляется 12 муниципальных услуг. Все муниципальные услуги могут быть предоставлены при личном обращении заявителя, поступлении запроса по почте или по электронной почте и в многофункциональном центре в электронной форме.

При предоставлении муниципальной услуги в электронной форме осуществляется не только подача заявителем запроса и иных документов, необходимых для предоставления муниципальной услуги, и прием таких запросов и документов с использованием единого портала муниципальной услуги, но и получение заявителем сведений о ходе выполнения запроса, а также получение заявителем результата предоставления муниципальной услуги.

Основным локальным документом администрации является устав. Текст устава соответствует требованиям статьи 44 Федерального закона «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 06.10.2003 № 131-ФЗ.

Отличается от обычной организации процедура принятия устава. Проект устава за 30 дней до дня принятия устава подлежит официальному опубликованию для предложений по проекту устава. Устав подлежит государственной регистрации в территориальном органе уполномоченного федерального органа исполнительной власти в сфере регистрации уставов муниципальных образований и официальному опубликованию после его государственной регистрации. После этого он вступает в силу.

Также в Администрации присутствуют Правила внутреннего трудового распорядка и Инструкция по делопроизводству. Инструкция по делопроизводству устанавливает правила, приемы, процессы создания документов, порядок работы с ними.

В отличие от обычной организации инструкция по делопроизводству в органах местного самоуправления разрабатывается в соответствии с «Методическими рекомендациями по разработке инструкций по делопроизводству в Федеральных органах исполнительной власти».

В администрации Беднодемьяновского сельсовета Спасского района образуются также и распорядительные документы: постановления, распоряжения, решения.

Постановления и распоряжения издаются единолично и подписываются Главой администрации. Постановления издаются по вопросам местного значения, а распоряжения – по вопросам организации деятельности администрации. Решение издает коллегиальный орган – комитет местного самоуправления и подписывает Глава Беднодемьяновского сельсовета. В решении указывают результаты деятельности органа.

В Администрации данные документы оформляются почти так же, как и в обычной организации, однако есть небольшие отличия: реквизит «Место составления (издания) документа» является обязательным; ключевое слово пишется на одной строке с констатирующей частью в разрядку строчными буквами, в распоряжении ключевое слово не указывается; на документах может проставляться печать.

Также в администрации Беднодемьяновского сельсовета создается такой информационно-справочный документ, как справка. Она оформляется в соответствии с административным регламентом по предоставлению муниципальной услуги «Исполнение запросов граждан и выдача выписок, справок, оформление и предоставление копий документов».

Справка оформлена на бланке, который имеет ряд ошибок в оформлении. Соответственно эти ошибки будут присутствовать и в документах, составленных на данном бланке.

Еще одной отличительной чертой делопроизводства в органах исполнительной власти является работа с обращениями граждан. Порядок работы с обращениями граждан прописан в инструкции по делопроизводству и соответствует федеральному закону «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации» от 02.05.2006 № 59-ФЗ и закону Пензенской области от 28.12.2012 №2327-ЗПО «О порядке рассмотрения обращений в Пензенской области».

Устные обращения осуществляются в соответствии с графиком личного приема граждан, размещенного на сайте администрации Беднодемьяновского сельсовета Спасского района. Письменные обращения в администрацию поступают по почте и через виртуальную приемную, расположенную на сайте администрации. Все обращения рассматриваются в течение 30 дней.

Организация и обеспечение централизованного учета и своевременного рассмотрения письменных и устных обращений граждан, в том числе поступивших по электронной почте, осуществляется специалистом 2 категории администрации.

Рассмотрев постановку делопроизводства в администрации Беднодемьяновского сельсовета, можно сделать вывод, что делопроизводство в органах местного самоуправления имеет много общего с делопроизводством обычной организации, но имеет ряд существенных отличий, таких как: работа в соответствии с «Правилами делопроизводства в федеральных органах исполнительной власти», имеющие обязательный характер; наличие регламентов работы и административных регламентов и сложная процедура принятия устава.

На основании анализа организационных документов можно сделать вывод, что в документах имеются однотипные ошибки в оформлении реквизитов. В результате анализа распорядительных документов было выявлено, что наиболее часто ошибки встречаются в таких реквизитах, как: герб муниципального образования, дата документа и подпись.

В целях совершенствования постановки делопроизводства администрации рекомендуется вести его в соответствии с требованиями современных нормативных документов и в дальнейшем продолжать использовать информационные технологии при оказании муниципальных услуг в электронной форме.

### **Библиографический список**

2. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации : федер. закон № 131-ФЗ от 06.10.2003 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.01.2018).

3. Методические рекомендации по разработке инструкций по делопроизводству в федеральных органах исполнительной власти : [утв. приказом Федерального архивного агентства № 76 от 23.12.2009] // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.01.2018).

4. Янковая, В. Ф. Разработка нормативных документов по документационному обеспечению организации. Рекомендации / В. Ф. Янковая, Ф. Г. Белая, М. В. Бельдова. – М. : ВНИИДАД, 2007. – 264 с.

5. О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации : федер. закон № 59-ФЗ от 02.05.2006 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.01.2018).

6. О порядке рассмотрения обращений в Пензенской области : закон Пензенской области № 2327-ЗПО от 28.12.2012 // Пензенские губернские ведомости. – 2012. – 28 декабря.

7. Семеркова, Л. Н. Межорганизационное информационное взаимодействие как фактор повышения результативности производственных кластеров Пензенской области / Л. Н. Семеркова, Е. С. Егорова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2016. – № 2. – С. 179–187.

# СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В ООО «МЕБЕЛЬ ПОВОЛЖЬЯ»

*А. В. Игнатенко, А. А. Фионов, Ю. Ю. Фионова*

Пензенский государственный университет,  
anas.ignatenco2016@yandex.ru  
afionov09@gmail.com, г. Пенза, Россия

Общество с ограниченной ответственностью «Мебель Поволжья» (ООО «Мебель Поволжья») работает на рынке России, за рубежом и в странах СНГ около 17 лет. Имея богатый опыт производства различной мебели, компания постоянно совершенствуется, внедряя новые технологии производства, используем современные материалы.

С внедрением автоматизированного документооборота возможности ООО «Мебель Поволжья» во много раз увеличились.

В отделе делопроизводства ООО «Мебель Поволжья» внедрена система электронного документооборота «Е1 Евфрат», которая позволяет автоматизировать процессы делопроизводства в компании. Данная система ориентирована на средние и крупные коммерческие предприятия и является наиболее функциональной, использует современные технологии работы с документами, поддерживает различные механизмы работы с документами с учетом разграничений прав доступа к ним.

Отдел делопроизводства подотчетен генеральному директору ООО «Мебель Поволжья» и находится в прямом подчинении начальника отдела делопроизводства, курирующего вопросы документооборота и делопроизводства.

Возглавляет отдел делопроизводства начальник отдела, которому подчиняются два специалиста по документационному обеспечению управления.

Одной из основных функций отдела делопроизводства ООО «Мебель Поволжья» является выполнение различных поручений по документам.

Поручение создается в СЭД «Е1 Евфрат» пользователем, обладающим постоянным или временным правом на редактирование документа, исполнителями поручения назначаются любые другие пользователи комплекса, например один из специалистов по документационному обеспечению управления.

В комплексе «Е1 Евфрат» существует три вида поручений:

- независимое поручение (поручение исполняют ответственный исполнитель и соисполнители);
- независимое поручение, созданное на основе резолюции;
- подпоручение (поручение, созданное на основе поручения, данного ответственному исполнителю или согласования).

Исполнение работ по документу контролируется одним из специалистов по документационному обеспечению управления. Исполнив поручения контролер отчитывается перед начальником отдела делопроизводства.

Все сведения о поручении отображаются в карточке поручения, которая имеет следующие поля:

- название поручения;
- исполнители;
- срок исполнения поручения;
- текст поручения;
- ход исполнения поручения.

Работа с поручениями проходит в три основных этапа:

- создание поручения, которое подразумевает выбор поручения, заполнение полей карточки поручения, а также назначение ответственных лиц за его исполнение;
- принятие поручения к одному из сотрудников ООО «Мебель Поволжья»;
- проведение работ по документу редактирование регистрационно-контрольной карточки (РКК) и присоединенных файлов новых файлов к документу создание ссылок на связанные документы написание промежуточных отчетов об исполнении ответственному исполнителю;
- написание отчета об исполнении поручения.

Исполнителю поручения приходят автоматические уведомления о изменении статуса поручения, об отправке поручения на доработку или о завершении поручения. Если текст поручения был отредактирован контролером в процессе исполнения поручения, то исполнителю не приходит уведомления об изменении поручения.

Контроль исполнения поручений осуществляется начальником отдела делопроизводства. Ответственным исполнителем поручений выступает один из специалистов по документационному обеспечению управления. Контролеру приходят уведомления и напоминания, связанные с контролем документов и поручений, отображаются в папке «На контроле».

Для любого поручения по документу назначается срок его исполнения. Срок может быть задан в виде даты или периода (например, три дня). В ходе работ по документу, в зависимости от срока и текущей даты, поручение принимает различные статусы, а именно:

- на контроле (без срока);
- на контроле (просрочен);
- на контроле;
- исполнен (для документов без указанного срока исполнения);
- исполнен в срок;
- исполнен с нарушением срока;
- прекращен.

Поддержка электронного документооборота в «Е1 Евфрат» позволяет также использовать бумажные документы. Например, при подготовке к проверке ООО «Мебель Поволжья» все электронные документы без усилий могут быть переведены в бумажные копии.

Таким образом, внедрение системы электронного документооборота в ООО «Мебель Поволжья» «Е1 Евфрат» позволило добиться следующих результатов:

- сократить временные и трудовые затраты при подготовке документов;
- улучшить контроль за исполнением документов;
- снизить риск потери документов;
- повысить исполнительскую дисциплину по исполнению документа.

#### **Библиографический список**

1. Надеева, Н. Н. Рекомендации по выбору системы электронного документооборота для обеспечения защиты информации / Н. Н. Надеева, М. А. Катышева, Г. В. Кошелева // Современные технологии документооборота в бизнесе, производстве и управлении : сб. материалов X Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : ПДЗ, 2014.
2. Система электронного документооборота «Е1-Евфрат». – URL: <http://www.evfrat.ru/>

# АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В УЧРЕЖДЕНИЯХ КУЛЬТУРЫ И АРХИВА

*Е. И. Канакина, Д. В. Сорокопудова, Г. М. Тростянский*

Пензенский государственный университет,  
sopa@ro.ru  
diana.sorokopudova@mail.ru, г. Пенза, Россия

Применение информационных технологий (ИТ) в учреждениях позволяет существенно повысить эффективность их деятельности. В данной работе проведен анализ ИТ, используемых в ГБУК «Пензенский краеведческий музей» и ГБУ «Государственный архив Пензенской области».

Наиболее распространенными являются следующие программы.

Программа «1С: Зарплата и Управление Персоналом» – прикладное решение нового поколения, предназначенное для реализации кадровой политики предприятия и денежных расчетов с персоналом по следующим направлениям:

- планирование потребностей в персонале;
- учет кадров и анализ кадрового состава;
- трудовые отношения, кадровое делопроизводство.

Эта программа способна привести к росту производительности работы бухгалтерии и отдела кадров, уменьшению объема ручного труда, отсутствию арифметических ошибок, а также обеспечить возможность получения оперативной информации по начислению подоходного налога, единого социального налога.

Решения программы «1С: Зарплата и управление персоналом» соответствуют требованиям Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О защите персональных данных». В программе реализована возможность регистрации событий, связанных с работой с персональными данными, в частности, доступ и отказ в доступе к персональным данным, включая информацию о том пользователе, с которым данное событие было связано [1].

Учитывая разные потребности предприятий, отличающихся друг от друга уровнем функционального наполнения «1С: Зарплата и Управление персоналом» существует в трех версиях: 1С: ЗУП Базовая, 1С: ЗУП ПРОФ, 1С: ЗУП КОРП.

Наиболее полный функционал с широкими возможностями для доработок содержится в версии КОРП.

1С: Зарплата и управление персоналом ПРОФ позволяет не только вести кадровый учет и расчет заработной платы в компаниях, имеющих сложную юридическую структуру, но и автоматизировать базовые функции управления персоналом (подбор, обучение, мотивация).

1С: Зарплата и управление персоналом. Базовая версия – продукт для небольшой организации, позволяющий на одном рабочем месте в полном объеме автоматизировать ведение кадрового учета, расчета заработной платы и исчисления необходимых налогов и взносов в соответствии с требованиями законодательства [2].

Изменения, происходящие в стране, активное внедрение новых информационных технологий во все сферы деятельности человека отразились также на деятельности архивных учреждений.

Внедрение Автоматизированной информационной системы «ЭЛАР-Архив» (АИС «ЭЛАР-Архив») позволило автоматизировать основные процессы деятельности (комплектование, учет, хранение, использование) архивных учреждений в соответствии с нормативно-методическими документами в области архивного дела [3].

Особенности реализации:

- Настраиваемость – различные по функциональности, взаимодополняющие программные модули. Состав программных модулей варьируется в зависимости от функциональных требований;
- открытость – использование промышленных средств разработки и общесистемного программного обеспечения;
- совместимость – использование стандартных форматов данных и протоколов информационного обмена; интеграция с другими системами, в т.ч. порталом госуслуг.

Ключевые особенности:

- управление ролевым доступом к ресурсам и функциям системы, автоматизация процессов основной архивной деятельности;
- встроенные средства просмотра контента различных форматов, в том числе с учетом ограниченного доступа;
- использование водяных знаков для защиты авторских прав и прав собственности

Функциональный состав АИС «ЭЛАР-Архив» включает в себя:

Модуль «Учет приема и исполнения запросов» служит для:

- эффективной отработки социально-правовых запросов;
- формирования отчетно-статистической документации по справочно-информационной деятельности архива;
- интеграции в инфраструктуру Электронного правительства региона для автоматизации взаимодействия с ОГВ.

Модуль «Администрирование» позволяет детально регламентировать доступ к ресурсам, управлять и настраивать роли пользователей, настраивать маршруты согласования и другие.

Модуль «Протоколы ЭПК» включает в себя:

- автоматизированное ведение списков подведомственных архивных учреждений, организаций-источников комплектования, с указанием их отраслевой принадлежности и архивного учреждения, принимающего документы организации на постоянное хранение.
- автоматизированное формирование сводных и выборочных выходных форм.

Преимущества внедрения АИС «ЭЛАР-Архив»:

- обеспечение предоставления гражданам и организациям услуг в электронном виде как посредством Интернет-сайта архивного учреждения, так и с помощью ПГУ. Обеспечение работы пользователей с электронным фондом пользования.
- сокращение сроков исполнения запросов граждан и организаций за счет автоматизации процессов предоставления доступа к фонду пользования.
- упорядочение процессов комплектования архивов путем автоматизации процессов деятельности экспертно-проверочных комиссий.
- повышение эффективности труда специалистов архивного дела за счет автоматизации рутинных процессов и процедур деятельности.
- возможность организации защищенного хранилища электронных документов.

КонсультантПлюс – это эффективный инструмент и надежный помощник для специалиста, имеющего дело с законодательством. Самая полная база правовой информации, аналитические материалы, удобный и быстрый поиск, дружелюбный интерфейс и современные программные технологии.

Консультант Плюс – самая полная база правовой информации среди коммерческих справочных правовых систем в России, содержащая 147 миллионов документов в системе. Количество документов в системе постоянно растет.

Информация, включенная в систему структурирована по разделам, в настоящее время в СПС КонсультантПлюс существуют следующие разделы: законодательство, судебная практика, финансовые и кадровые консультации; консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, законопроекты, международные правовые акты, правовые акты по здравоохранению, технические нормы и правила [4].

Вся информация в системе Консультант Плюс надежна и достоверна. Нормативные правовые акты и документы судебной практики полностью соответствуют официальным оригиналам.

В системе Консультант Плюс имеются современные и удобные возможности для быстрого поиска необходимых документов и анализа правовой проблемы.

Консультант Плюс – это своего рода «персональный советник» пользователя, аккуратный и проворный, имеющий доступ к архивам органов власти и управления, обладающий хорошей памятью и четко выполняющий все задания по поиску правовой информации.

Рассмотренные выше программы активно используются в учреждениях культуры и архива. С их помощью сокращается затраты времени на работы с документами.

#### **Библиографический список**

1. Сорокин, Ю. А. Проблемы управления хозяйствующими субъектами в информационном обществе / Ю. А. Сорокин, Т. Г. Пискунов // Материалы Первого науч.-практ. семинара. – Минск, 2012. – 90 с.
2. Официальный сайт фирмы «1С». – URL: <http://www.1c.ru/>
3. Официальный сайт корпорации «ЭЛАР». – URL: <http://www.elar.ru/>
4. Официальный сайт «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru/about/preferences/>

## **К ВОПРОСУ О ПОДГОТОВКЕ ОРГАНИЗАЦИИ К ВНЕДРЕНИЮ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА**

*Л. В. Коровина<sup>1</sup>, И. В. Усманова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Пензенский государственный университет,  
zabrodina\_lyusj@mail.ru, г. Пенза, Россия

<sup>2</sup>Пензенский филиал Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева,  
ivusm@yandex.ru, г. Пенза, Россия

Своевременный анализ и оценка документооборота организации являются условиями ее эффективного функционирования и стабильного развития. Реально повысить эффективность работы организации невозможно без постоянного совершенствования документирования всех ключевых и обеспечивающих бизнес-процессов (БП), а также без улучшения постановки делопроизводства [1].

В связи с широким внедрением систем электронного документооборота (СЭД) в практику деятельности организаций эти проблемы особенно обострились.

Очень часто в малых организациях документооборот складывается в процессе фактической деятельности и качественная документация, отражающая особенности движения документов, отсутствует. Решение обозначенной проблемы осложняется тем, что при проектировании БП не поднимаются вопросы определения оптимального состава сопровождающих их документов, тем более не проектируются маршруты прохождения документов [1].

Рассмотрим процесс анализа и оценки состояния документооборота, который в обязательном порядке должен предшествовать переходу организации на электронный документооборот, на примере предприятия ООО «ИВА», занимающегося перевозкой грузов как внутри страны, так и за границу. БП организации являются взаимосвязанными [2]. Как правило, они используют выходную информацию предшествующего процесса и сами являются источниками информации для последующего процесса. Нарушения в процессе исполнения хотя бы одного из них приводят к задержке или неисполнению связанного с ним процесса, что, в свою очередь, влияет на параметры реализации последующего процесса.

На критерии эффективности БП оказывают влияние не только результаты своевременного и качественного выполнения отдельных процессов, но и показатели эффективности документооборота. Например, ошибка в оформлении заявки на перевозку груза может привести к нарушению критерия своевременности погрузки и разгрузки, несоответствию наименования и количества реального груза сведениям, указанным в заявке. В результате увеличивается срок выполнения заказа, нарушается требование своевременного выполнения услуги.

Поэтому прежде чем приступить к внедрению электронного документооборота, необходимо проанализировать и спрогнозировать «узкие» места в реализации БП, так как проблемы в организации ключевых и обеспечивающих БП, как было отмечено ранее, неизбежно отражаются на качестве и количестве создаваемых документов. Для проведения обследования процессов ООО «ИВА» необходимо выполнить следующие действия.

В первую очередь необходимо зафиксировать организационную структуру, обследовать общие закономерности функционирования ООО «ИВА».

На втором этапе осуществляется детальный анализ деятельности каждого должностного лица. Сбор информации производится путем интервьюирования сотрудников организации [3]. В ходе детального анализа представленной информации выявлено, что функции между сотрудниками распределены неравномерно и наиболее загруженными являются коммерческий директор и главный бухгалтер. Поэтому, если произойдет нарушение выполняемых ими функций, то, как следствие, под угрозой окажутся показатели эффективности БП, в которых они задействованы. Например, если главный бухгалтер из-за большого объема подготавливаемых отчетных и учетных документов вовремя не перешлет клиенту счет на оплату и платежное поручение, под угрозой окажется не только осуществление расчета за оказанную услугу, но и функционирование организации в целом, т.к. главной целью коммерческой организации является получение прибыли.

Коммерческий директор подготавливает большое количество документов и, как следствие, может допустить ошибки в их содержании, которые будут иметь ряд серьезных последствий. Например, ошибка в оформлении заявки на перевозку груза может привести к нарушению критерия своевременности погрузки и разгрузки, несоответствию наименования и количества реального груза сведениям, указанным в заявке. В результате увеличивается срок выполнения заказа, нарушается требование своевременности выполнения услуги.

Для решения обозначенных проблем необходимо перераспределить должностные обязанности между сотрудниками и зафиксировать это в их должностных инструкциях.

Третьим этапом анализа является детальное обследование ключевых БП. В рамках данного этапа необходимо выявить: ресурсы, необходимые для реализации процесса; документацию, регламентирующую выполнение процесса; показатели эффективности процесса, позволяющие сделать вывод о рациональности и правильности выполнения процесса; срок выполнения процесса; состав входной документации; состав выходной документации; должностные лица, задействованные в реализации действий ПД и процесса в целом; риски, связанные с выполнением каждого процесса. Необходимо отметить, что количество рисков, связанных с реализацией определенного процесса, может быть достаточно большим, поэтому целесообразно их оценить и проранжировать. Полученные в результате обследования данные позволяют, например, прогнозировать риски нарушения сроков выполнения отдельных процессов в целом или частично, по отдельным действиям, в случае участия в процессе должностного лица, перегруженного работой с документами. Кроме того, становится возможным отслеживать взаимосвязи между процессами.

На последнем этапе осуществляется анализ содержания и оформления документов, фиксирующих факт реализации БП.

По результатам анализа должен быть составлен комплект внутренних организационных документов предприятия – стандартов, положений, инструкций (в том числе должностных), спецификаций отдельных процессов, в которых учтены и исправлены выявленные недостатки

#### **Библиографический список**

1. Усманова, И. В. Исследование состояния документооборота организации / И. В. Усманова, Н. Б. Баканова, Л. В. Коровина // Естественные и технические науки в современном мире. – Ставрополь : Логос, 2014. – С. 47–60.
2. Усманова, И. В. Анализ документооборота как источник данных для реинжиниринга бизнес-процессов предприятия / И. В. Усманова, Л. В. Забродина // Современные технологии документооборота в бизнесе, производстве и управлении : сб. ст. XII Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПДЗ, 2012. – С. 28–31.
3. Усманова, И. В. Оптимизация документооборота как средство повышения эффективности управления организацией / И. В. Усманова, Л. В. Коровина // Наука вчера, сегодня, завтра: теория и практика : материалы Междунар. электрон. симп. – Махачкала : АНОО «Махачкалинский центр повышения квалификации», 2015. – С. 112–117.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ АРХИВНОГО ДЕЛА – ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «АРХИВНЫЙ ФОНД»**

***А. А. Крысина, Ю. Г. Кирюхин***

Пензенский государственный университет,  
lina.krysina@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В 1995–1997 гг. началась работа по созданию серии интегрированных типовых автоматизированных информационно-поисковых систем под общим названием «Архивный фонд».

В 1995 году всем архивам системы Росархива была передана для опытной эксплуатации первая экспериментальная версия программного комплекса (ПК) «Архивный фонд». Эта версия программы стала первым шагом в создании общераслевого программного обеспечения, но нуждалась в уточнении и доработке с учетом полученных от архивов конструктивных замечаний и предложений. В течение 1996 и начала 1997 годов шла активная работа над созданием усовершенствованной версии программного комплекса «Архивный фонд».

После принятия второй версии ПК «Архивный фонд» Экспертной комиссией по автоматизированным архивным технологиям Росархива, она была представлена на итоговой коллегии Росархива в марте 1997 года и бесплатно роздана представителям архивных учреждений практически всех субъектов Российской Федерации.

Государственный архив Пензенской области не стал исключением, и в соответствии с решением Экспертной комиссии по автоматизированным архивным технологиям Росархива от 18.03.1997 г. внедряет программный комплекс «Архивный фонд», обеспечивающий создание информационного массива о составе и содержании документов, состоянии их сохранности и научно-справочного аппарата на уровне фонда и описи, что позволяет осуществлять информационное обеспечение функций государственного учета, контроль за сохранением документов, состоянием научно-справочного аппарата.

Программа «Архивный фонд» представляет собой автоматизированный комплекс, обеспечивающий создание информационного массива о составе и содержании документов, состоянии их сохранности и научно-справочного аппарата, что позволяет осуществлять информационное обеспечение функций государственного учета, контроля за хранением документов, состоянием научно-справочного аппарата. Информация базы данных служит основой для ведения в автоматизированном режиме фондовых каталогов органов управлений архивным делом и Центрального фондового каталога; это дает возможность перехода к передаче сведений в фондовые каталоги и ЦФК в электронном формате.

Организация ввода сведений в БД «Архивный фонд» и «Фондовый каталог» в 1997–1999 годах регулировалась инструктивными письмами Росархива, ежегодными «Указаниями по планированию работы учреждений системы Росархива». Накопленный в течение трех лет опыт внедрения системы позволил разработать Временный порядок автоматизированного государственного учета документов Архивного фонда Российской Федерации, хранящихся в государственных и муниципальных архивах, утвержденный Приказом Росархива № 64 от 23.10.2000, в котором определены основные принципы и требования к ведению системы автоматизированного государственного учета.

В течение 2001 года велась разработка 3-ей расширенной версии ПК «Архивный фонд», которая дала возможность, помимо поддержки автоматизированного государственного учета архивных документов (в области которого основными решаемыми задачами были – доработка и усовершенствование), автоматизировать все виды научно-справочного аппарата к документам архива. Данная версия программного комплекса была передана во все федеральные архивы и органы управления архивным делом субъектов РФ на расширенной Коллегии Росархива 27 февраля 2002 года для опытной эксплуатации. Большинство архивов, которые вели вторую версию программы, перешли на новую версию.

В 2003 году велась работа по доработке третьей версии ПК «Архивный фонд» и переводу программы на другую более современную платформу. Данная работа велась на основе замечаний и предложений присланных из архивов субъектов Российской Федерации. На начало 2003 года БД «Архивный фонд» вели 588 архивов.

Динамика роста совокупного объема данных в целом показывает нарастание темпов ввода информации в автоматизированную систему государственного учета документов. Основной прирост объемов дают государственные архивы субъектов РФ, причем процесс идет с ежегодным ускорением. Остается большой резерв у муниципальных архивов.

Следует отметить, что внедрение и развитие системы автоматизированного государственного учета ведется недостаточно эффективно.

Не все архивы, ведущие БД «Архивный фонд», регулярно и в срок присылают массивы данных. При передаче массивов введенных данных нередко встречаются элементарные ошибки: неправильная упаковка (архивация) данных, присылаются не те массивы (пустые, демонстрационные, с включением собственно программного обеспечения). Причина – низкая квалификация сотрудников, небрежность при подготовке данных к передаче.

Как правило, не соблюдаются требования Временного порядка ведения автоматизированного государственного учета об обязательном заполнении определенного набора показателей в БД «АФ». В основном это относится к разделу «Паспорт архива», который заполнен лишь в 10% массивов. Редко заполняются показатели «Историческая справка» и «Аннотация».

Работа по ведению БД «Архивный фонд» не находит адекватного отражения в планово-отчетной документации. Наиболее распространенным недостатком является отсутствие в текстовой части сведений о количестве введенных или планируемых для ввода описаний фондов с пояснением, в какие разделы вводилась информация. Часто не указывается, в каких конкретно архивах ведется БД «Архивный фонд».

Также важным фактором, тормозящим развитие системы автоматизированного централизованного госучета, является недостаточная обеспеченность архивных учреждений компьютерной техникой.

По состоянию на 01.01.2013 г. в составе системы каталогов ГАПО числится карточек к документам на бумажной основе 345719, карточек в фотокаталоге 48478.

Таким образом, основной целью внедрения и развития автоматизированной системы централизованного государственного учета документов Архивного фонда Российской Федерации является отказ от ведения госучета в традиционном бумажном виде, что является очень трудоемким процессом, и переход к передаче сведений в Центральный фондовый каталог в электронном формате. Поэтому необходимо как Росархиву так и директорам федеральных архивов, органам управления архивным делом продолжить и активизировать многоплановую работу по организации развития системы автоматизированного централизованного государственного учета документов, хранящихся в государственных и муниципальных архивах.

### **Библиографический список**

1. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : федер. закон № 149-ФЗ от 27.06.2006 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.11.2017 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2017).
2. Об архивном деле в Российской Федерации : федер. закон № 125-ФЗ от 22.10.2004 : [в ред. от 18.06.2017] // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2017).
3. ГОСТ Р 7.08–2013. Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения. – М., 2013.
4. Основные правила работы архивов организаций (одобрено решением Коллегии Росархива от 06.02.2002 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2017).

# **ОРГАНИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ (на примере управления ЗАГС Пензенской области)**

*Р. О. Лапханов*

Пензенский государственный университет,  
roma3977@mail.ru, г. Пенза, Россия

В настоящее время в документационном обеспечении управления (ДОУ) происходят большие изменения, вызванные целым рядом факторов, среди которых наиболее значимыми являются изменения технологий создания, обработки, хранения и использования документов [1].

Для создания полноценной картины сложившегося положения, необходимо обратиться к анализу состояния ДОУ в конкретной организации. В качестве примера обратимся к такому органу исполнительной власти в нашем регионе, как Управление ЗАГС Пензенской области (далее – Управление).

Работа с документами в Управлении осуществляется в соответствии с Правилами делопроизводства в федеральных органах исполнительной власти, утвержденными постановлением Правительства РФ [2]. На основе этих правил в Управлении разработана своя Инструкция по делопроизводству, утвержденная приказом Управления от 11.05.2016 № 22.

Организация ДОУ в Управлении осуществляется с использованием единой системы электронного документооборота и делопроизводства (СЭДД) Lotus Notes, предназначенной для учета и сопровождения документов.

Внедрение современных информационных технологий в работу с документами в Управлении осуществляет отдел организации деятельности по государственной регистрации актов гражданского состояния, аналитики, отчетности и информационных технологий.

Непосредственное ведение делопроизводства осуществляет государственный служащий, на которого возложена эта обязанность в соответствии с должностным регламентом.

Контроль за соблюдением правил документирования и документооборота, а также за обеспечением сохранности служебных документов осуществляет заместитель начальника Управления.

Каждый государственный служащий несет персональную ответственность за сохранность находящихся у него документов и неразглашение содержащейся в них служебной информации, что обусловлено конфиденциальностью обрабатываемых персональных данных.

Передача служебных документов, их копий, а также проектов сторонним организациям или частным лицам, взаимодействие с представителями средств массовой информации допускается только с разрешения (указания, поручения) начальника Управления или лица, его замещающего.

В деятельности Управления создаются традиционные организационно-распорядительные документы на бумажном и электронном носителях.

Работа с электронными документами в Управлении производится в соответствии с Федеральным законом «Об электронной подписи» [3], постановлением Правительства РФ № 754 [4] и постановлением Правительства Пензенской области от 22.05.2015 № 280-пП [5].

Документы, создаваемые в Управлении и поступающие в ведомство на бумажном носителе, включаются в СЭДД путем создания электронных образов документов. Документы на бумажном носителе подшиваются в дела, согласно номенклатуре дел Управления, утверждаемой приказом начальника Управления.

Составление, оформление и согласование проектов электронных документов осуществляется по общим правилам делопроизводства, установленным для аналогичных документов на бумажном носителе. Для подтверждения подлинности электронного документа используется электронная подпись.

При обработке, рассмотрении, согласовании и подписании электронных документов в единой системе электронного документооборота и делопроизводства СЭДД Lotus Notes могут использоваться способы подтверждения действий с электронными документами, при которых электронная подпись не используется при условии, что применяемые программные средства позволяют однозначно идентифицировать лицо, подписавшее документ.

Прием и отправка электронных документов осуществляется государственным служащим, ответственным за ведение делопроизводства.

Единицей учета электронного документа является электронный документ, зарегистрированный в СЭДД. Электронный документ, имеющий приложения, регистрируется как один документ.

Электронные документы формируются в дела также в соответствии с номенклатурой дел. При составлении номенклатуры дел указывается, что дело ведется в электронном виде.

Электронная почта – один из компонентов системы автоматизации документооборота, средство доставки и отправки информации. Электронные сообщения, посылаемые по электронной почте, исполняются аналогично документам на бумажном носителе. На документе должны быть указаны автор документа, регистрационный номер, название вида (кроме письма), должность и фамилия лица, подписавшего документ, электронный адрес организации. К номеру документа, поступившего или отправляемого по электронной почте, добавляется буквенное значение «эл».

Ответственность за содержание передаваемой в электронном виде информации возлагается на исполнителя, подготовившего документ к передаче.

Поступившие по электронной почте на официальный адрес Управления документы подлежат рассмотрению в установленном законом порядке.

В современной социально-экономической обстановке в условиях поиска оптимальных путей информатизации общества и вхождения России в мировое информационное пространство первостепенное значение приобретает решение проблем ДОУ, так как ДОУ – технология управления.

Ведение документооборота, грамотное оформление документов – первостепенные задачи любой организации.

Стоит отметить, что деятельность Управления ЗАГС Пензенской области в данной сфере заслуживает положительной оценки.

### **Библиографический список**

1. Очкур, Г. В. К вопросам совершенствования информационно-документационного обеспечения управления организацией на современном этапе / Г. В. Очкур // Актуальные проблемы современности : наука и общество. – 2014. – № 4. – С. 54–57.
2. Об утверждении Правил делопроизводства в федеральных органах исполнительной власти : постановление Правительства РФ № 477 от 15.06.2009 // Собрание законодательства РФ. – 2009. – № 25. – Ст. 3060.
3. Об электронной подписи : федер. закон № 63-ФЗ от 06.04.2011 // Собрание законодательства РФ. – 2011. – № 15. – Ст. 2036.

4. Об утверждении положения о системе межведомственного электронного документооборота : постановление Правительства РФ № 754 от 22.09.2009 // Собрание законодательства Р Ф. – 2009. – № 39. – Ст. 4614.

5. О признании электронных документов в системе электронного документооборота и делопроизводства в Правительстве Пензенской области и исполнительных органах государственной власти Пензенской области, подписанных простой электронной подписью, равнозначными документам на бумажных носителях, подписанным собственноручной подписью : постановление Правительства Пензенской области № 280-пП от 22.05.2015 // СПС «КонсультантПлюс». - URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.09.2017).

## **ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ МОДЕРНИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ**

*Т. Е. Парвадова, Ю. Г. Кирюхин*

Пензенский государственный университет,  
[parwadowa2010@yandex.ru](mailto:parwadowa2010@yandex.ru), г. Пенза, Россия

Информационно-коммуникационные технологии развиваются быстрыми темпами и внедряются в различные сферы жизни общества. Государственное управление в современном обществе неразрывно связано с социальными процессами и отношениями между субъектами.

С внедрением информационных и коммуникационных технологий (далее – ИКТ) в различные сферы жизни общества изменились не просто формат, инструменты и способы коммуникации, произошло переосмысление модели взаимодействия органов власти и общества. И ключевое место в этом процессе занимает «электронное правительство» (далее – ЭП).

Проанализировав определения различных источников, можно дать общее объяснение понятия «электронное правительство», которое представляет собой систему государственного управления, основанную на автоматизации всей совокупности управленческих процессов в масштабах страны и служащей цели существенного повышения эффективности государственного управления и снижения издержек социальных коммуникаций для каждого члена общества.

Внедрение ЭП несет в себе огромный управленческий потенциал, особенно касающийся оптимизации системы управления органов власти. Массовое внедрение ИКТ в процессы государственного управления началось с конца 1990-х гг. Данный период характеризуется ведомственной компьютеризацией, созданием различного уровня баз данных, созданием электронных страниц представительств органов власти в сети Интернет, внедрением электронного документооборота [1].

Рассмотрев историю внедрения ЭП в нашей стране, можно выделить несколько основных этапов:

1. Проведение анализа нормативно-правового обеспечения, мониторинга уровня информатизации экономики, органов власти и местного самоуправления, а также подготовка пакета законопроектов в сфере информационно-коммуникационных технологий (2002–2003 гг.).

2. Реализация в 2003–2004 гг. первых проектов ЭП по взаимодействию исполнительной власти с населением и бизнесом в сфере налогообложения, регистрации юридических лиц и лицензирования.

3. Основа для массового внедрения ИКТ во все сферы общественной деятельности на основе единой электронной инфраструктуры: внедрение системы электронных торгов для государственных нужд на всех уровнях (2005–2010 гг.).

4. С 2011 г. ведется работа, направленная на усовершенствование внедренных механизмов ЭП, которая включает развитие структуры, расширение перечня решаемых задач, расширение состава систематизируемой и анализируемой информации.

В итоге, к концу первой декады нынешнего века в России была сформирована инфраструктура ЭП, подготовлена площадка для нового информационного взаимодействия власти и общества.

Так, основными направлениями, формирующими фундамент ЭП в РФ являются: 1) развитие электронного межведомственного взаимодействия; 2) предоставление услуг в электронном виде; 3) развитие порталов и предоставление информации о деятельности органов власти; 4) внедрение универсальной электронной карты гражданина.

ЭП позволяет решить три основные проблемы власти: вести электронный документооборот, который позволит уменьшить бюрократические процессы и ускорить принятие решений, перевести в электронную форму общение граждан и бизнеса с органами власти по принципу правительственного портала и, кроме того, сделать государственное и муниципальное управление более прозрачным. Эффективное внедрение ЭП послужит гармонизации отношений власти и населения [2].

Главной проблемой при реализации ЭП в России является бессистемная реализация, при которой отсутствуют единые стандарты.

Отсутствие единообразия в структуре и информационном контенте официальных сайтов российских министерств и ведомств. Информация о функциях, полномочиях и нормативно-правовой базе носит неупорядоченный характер.

На портале государственных услуг в основном работает информационная функция: образцы документов, порядок получения услуги в обычном режиме. Таким образом, до сих пор является актуальной проблема очередей в учреждениях, сохраняется традиционное оказание государственных и муниципальных услуг гражданам.

Но тотальная публикация информации о деятельности органов не в полном объеме отражает такие принципы как прозрачность и открытость. В какой-то мере происходит обратный процесс: избыток информации препятствует оперативному и целевому информированию.

Недостаточное межведомственное взаимодействие является основным препятствием на пути эффективного внедрения ЭП. Большинство действующих информационных систем формировалось органами государственной власти в условиях отсутствия единой нормативно-правовой базы и общей координации работ. Содержащиеся в них сведения зачастую не доступны другим органам власти для оперативного использования, что на практике приводит к значительным временным задержкам при обмене информацией на межведомственном уровне, ее многократному сбору и дублированию в отдельных системах [3].

Решение нижеперечисленных проблем является одной из основных задач на сегодняшний день: 1) отсутствие системности и цельности правового регулирования использования информационных технологий в публичной управленческой деятельности; 2) отставание правового обеспечения от организационного в сфере использования потенциала ИКТ в системе государственного управления; 3) неопределенность и противоречивость некоторых положений законодательства; 4) отсутствие единой концепции ЭП.

Основные первостепенные задачи, которые необходимо решить в процессе реализации программ по ЭП: улучшить качество предоставляемых услуг, снизить административные барьеры, расширить набор государственных услуг и улучшить показатели удовлетворенности услугами населения.

Таким образом, ЭП является новым этапом развития государственного управления как в России, так и во всем мировом сообществе. Сущность ЭП состоит в том, чтобы помогать людям, улучшать их жизнь и участвовать в принятии важных управленческих решений, влияющих на будущее всей страны. Однако для эффективности внедрения ЭП должны учитываться не только технологические и финансовые возможности общества, но и характер политической системы, уровень культуры населения, а также уровень доступности информации и образования.

#### **Библиографический список**

1. Пономарев, С. В. «Электронное правительство»: административные и гражданские практики в современной России / С. В. Пономарев. – М., 2015. – URL: <https://www.twirpx.com/file/1628066/>

2. Голобуцкий, А. Электронное правительство / А. Голобуцкий, О. Шевчук. – URL: <http://glob.narod.ru/egovperu.html>

3. Макович, Г. В. Менеджмент знаний: документационное обеспечение управления / Г. В. Макович, 2010. – URL: <http://www.monographies.ru/ru/book/view?id=84>

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА МЕЖДУ ОРГАНИЗАЦИЯМИ ТОРГОВЛИ**

***А. Р. Разаков, Н. А. Попова***

Пензенский государственный университет,  
[senik94@mail.ru](mailto:senik94@mail.ru), г. Пенза, Россия

В соответствии с законодательством в нашей стране любая коммерческая деятельность не может обойтись без документов. Оформление, обмен и хранение документации – неотъемлемая часть бизнеса [1]. В секторе торговли в нашей стране обрабатывается огромное количество юридически-значимых документов ежедневно, поступающих от поставщиков к торговым сетям и магазинам [5]. Ошибки в них встречаются очень часто, особенно это касается документов на бумажных носителях. Также помимо ошибок, есть риск потерять при транспортировке, перепутать, забыть подписать документы, и ряд других ситуаций, которые способствуют увеличению продолжительности времени обмена документацией. Все это приводит в конечном итоге к задержкам оплаты, всевозможным санкциям в виде штрафов с обеих сторон, несвоевременному отражению в бухгалтерском учете, и в худшем случае к прекращению поставок и разрыву деловых отношений.

Электронный документооборот должен помогать избежать проблем, связанных с «человеческим фактором», а также сокращать время обмена документами в десятки раз, и обеспечивать надежное хранение информации [3]. В частности, крупные ритейлеры в нашей стране уже активно используют систему EDI, способную производить обмен информацией коммерческого характера. И такие торговые сети в 2018 году будут активно форсировать переход всех своих поставщиков на EDI. Для торговых сетей эта система решает все проблемы, описанные выше, и что-

бы она работала, им необходимо, чтобы максимальное количество поставщиков перешли на нее [4].

Но далеко не все сети, а тем более отдельные розничные магазины в силу разных обстоятельств перешли на эту систему [2]. Большинство по-прежнему используют традиционный «бумажный» документооборот, другие используют менее распространенные платформы для электронного обмена документацией. А таких платформ огромное множество и между собой они никак не взаимодействуют.

Поставщик в нынешних условиях оказывается в такой ситуации, что ему приходится подстраиваться под требования своих покупателей в отношении документооборота. Отсюда возникает очень актуальная на сегодняшний день проблема интеграции различных систем электронного документооборота с учетной системой того или иного поставщика.

На данный момент нет единого решения, способного обеспечивать бесшовное взаимодействие автоматизированной информационной системы предприятия одновременно с разными платформами электронного документооборота. Зачастую, организации-поставщику приходится выбирать между увеличением числа ответственных за документооборот операторов и затратам на их обучение, которым приходится работать параллельно в учетной системе, web-интерфейсах различных платформ документооборотов, работать с интеграционными модулями, отчасти дублировать уже введенную информацию в разные системы, продолжать выводить часть документов на принтер и сокращению числа своих покупателей, чтобы сводить к минимуму количество систем, в которых приходится работать. Исключением являются крупные предприятия, имеющие штат программистов, но тогда в противовес прибыли и пользе от применения электронного документооборота для этих предприятий встают расходы на оплату труда программистов.

С каждым днем к электронному документообороту присоединяются новые поставщики и ритейлеры, но единый стандарт, который позволил бы обмениваться документами всем организациям вне зависимости от выбранной учетной системы, платформы и провайдера электронного документооборота, до сих пор не выбран. В перспективе необходимо унифицировать все возможные форматы и способы документооборота, чтобы избавиться от описанных проблем.

### **Библиографический список**

1. Голенда, Л. К. Электронный бизнес / Л. К. Голенда, М. А. Акинфина.– М. : БГЭУ, 2011. – 116 с.
2. Куняев, Н. Н. Конфиденциальное делопроизводство и защищенный электронный документооборот / Н. Н. Куняев, А. С. Демушкин, А. Г. Фабричнов. – М. : Логос, 2011. – 474 с.
3. Путькина, Л. В. Особенности использования электронного документооборота для эффективной работы современного предприятия / Л. В. Путькина // Электронный научно-практический журнал Nauka-rastudent.ru. – 2016. – № 1. – URL: <http://nauka-rastudent.ru/25/3173/>
4. Суровцева, Н. Г. Первый шаг к интегрированной системе управления документами / Н. Г. Суровцева // Современные технологии делопроизводства и документооборота. – 2016. – № 4. – URL: <https://e.deloprost.ru/article.aspx?aid=450283/>
5. Чурилов, Д. Что делать поставщику, если торговая сеть требует переходить на EDI / Д. Чурилов // Edisoft. – 2017. – URL: <https://ediweb.com/ru-ru/company/blog/chto-delat-postavshhiku-esli-torgovaya-set-trebuat-perehodit-na-edi>

# **РАБОТА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА И ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА В ОРГАНАХ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ (на примере Отдела делопроизводства и режима Управления Министерства внутренних дел России по Пензенской области)**

*Ю. А. Сарафанкина, О. Ю. Ладанова*

Пензенский государственный университет,  
j.sarafankina2013@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В настоящее время общество характеризуется развитием и внедрением во все сферы жизнедеятельности информационно-коммуникационных технологий, и если в повседневной деятельности человека обмен информацией с использованием электронных технологий стал нормой, вытесняя традиционное почтовое сообщение, то в органах внутренних дел внедрение такого процесса сталкивается с большим количеством трудностей.

Перевод бумажного документооборота любой организации, учреждения, или же органа власти в сферу электронной коммуникации обеспечивает существенную экономию материальных и временных ресурсов. Именно поэтому органы внутренних дел активно вовлечены в переходный процесс, чему способствует и повышение интереса к информационным технологиям со стороны вышестоящего руководства.

Проблема внедрения систем электронного документооборота в органах внутренних дел и отделе делопроизводства и режима в частности, связана как с повышением оперативности взаимодействия с гражданами и организациями, так и с межведомственным и внутриведомственным взаимодействием.

Для решения данной проблемы в Отделе делопроизводства и режима Управления Министерства внутренних дел (ОДиР УМВД) России по Пензенской области приказом МВД России от 4 мая 2012 года № 404 «О вводе в эксплуатацию единой автоматизированной информационной системы электронного документооборота и делопроизводства» была введена в действие единая автоматизированная информационная система электронного документооборота и делопроизводства (ЕАИС «ЭДиД»), которая с течением времени перестала отвечать требованиям всех делопроизводственных процессов органов внутренних дел, и в октябре 2017 года была модернизирована.

Если до 2017 года данная система позволяла только вести регистрацию входящих и исходящих документов, то в настоящее время данная информационная система имеет большие функциональные возможности и состоит из ряда сервисов:

- обеспечения повседневной деятельности подразделений МВД (сервис электронного документооборота (СЭД), сервис электронной почты (СЭП), ведомственный информационно-справочный портал (ВИСП), система видеоконференцсвязи);
- обеспечения оперативно-служебной деятельности (информационно-поисковый сервис, сервис статистической отчетности, банк отпечатков пальцев);
- поддержки взаимодействия с населением, а также межведомственного взаимодействия с целью предоставления государственных услуг (сервис предоставления государственных услуг, единый банк данных архивной информации, интегрированный банк данных).

Главным и основным рабочим сервисом для ОДиР УМВД в данной системе является сервис обеспечения повседневной деятельности подразделений МВД, который обеспечивает регистрацию, учет и хранение входящих и исходящих доку-

ментов (секретных и несекретных), обращений граждан (в том числе поступающих посредством телефона доверия, дежурной части, мобильного приложения, а также обращений, поданных на официальном сайте УМВД России по Пензенской области), приказов с различными грифами секретности. Кроме этого в возможности системы «ЭДиД» входит также автоматическая пересылка электронных копий документов между отделами и отделениями полиции, возможность вести переписку с адресатом в режиме реального времени, контроль исполнения документов и организация наглядной отчетности как исполнителя перед его непосредственным руководителем, так и перед вышестоящим начальством УМВД России по Пензенской области и МВД России.

Стоит отметить, что, не смотря на достаточно большие функциональные возможности, система все еще продолжает быть несовершенной и иметь ряд слабых сторон. Так, например, при неоднократной проверке было обнаружено, что не все документы, хранящиеся в системе, автоматически передаются на главный сервер (основной архив электронных документов ЕАИС «ЭДиД»), также до сих пор не установлена единая форма регистрации обращений граждан, полученных через мобильное приложение, не принята система единого регистрационного номера.

Устранение данных недостатков в работе системы электронного документооборота позволит сказать, что данный программный продукт является совершенным и охватывает все делопроизводственные отношения в работе отдела делопроизводства и режима и органов внутренних дел в целом.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В УПРАВЛЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ ИССИНСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*А. А. Свечников, А. В. Печерский*

Пензенский государственный университет,  
gostand8@gmail.com, г. Пенза, Россия

Важнейшим фактором повышения эффективности управления организацией является использования информационных технологий. Совершенствование методов управления происходит на основе достижений научно-технического прогресса, развития информатики, методов и способов накопления, обработки и передачи информации с помощью ЭВМ.

В Управлении образования Иссинского района Пензенской области используют следующие информационные технологии: электронная почта организации, сайт организации, АС-смета.

У каждого сотрудника есть собственная электронная почта, которая используется в рамках своей профессиональной деятельности. Преимущества электронной почты перед другими инструментами передачи информации (почтой, факсом) – это простота в использовании, скорость, хранения данных, дешевый сервис. Управление образования Иссинского района Пензенской области постепенно отказывается от факсимильной связи и почты. Соотношение способов доставки корреспонденции за 2012–2017 года приведено на рис. 1.

Данные диаграммы показывают, что образовательная организация в эпоху информационного общества все больше переходит на электронные документы. За последние четыре года оборот документов электронной почты увеличился на 25 %. Эти данные позволяют предположить, что к 2020 году электронная почта будет использоваться в Управлении образования Иссинского района Пензенской области более 90 %.

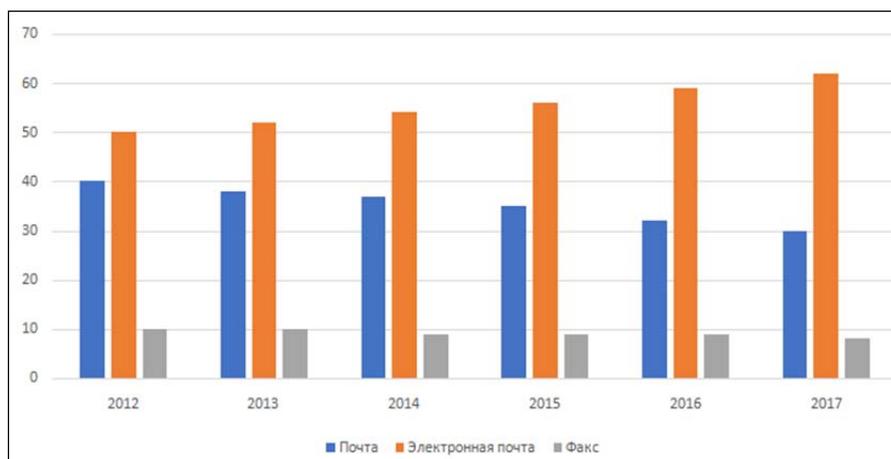


Рис. 1. Соотношение способов доставки корреспонденции

В Управлении образования Иссинского района Пензенской области отсутствует нормативный документ регламентирующую работу с электронной почтой, не проходит минимальное обучение персонала по информационной безопасности с работой электронной почтой.

В Управлении образования Иссинского района Пензенской области есть собственный сайт – <https://sites.google.com/site/issauprobr/>.

Проанализируем сайт Управления образования Иссинского района Пензенской области на соответствие ФЗ «Об обеспечении доступа к информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления». На сайте имеется следующая информация:

- наименование и структуру государственного органа, органа местного самоуправления, почтовый адрес, адрес электронной почты, номера телефонов справочных служб государственного органа, органа местного самоуправления;
- сведения о руководителях государственного органа;
- нормативные правовые акты, изданные государственным органом, муниципальные правовые акты, изданные органом местного самоуправления;
- административные регламенты, стандарты государственных и муниципальных услуг;
- установленные формы обращений, заявлений и иных документов, органом местного самоуправления;
- информация о результатах проверок, проведенных органом местного самоуправления;
- тексты официальных выступлений и заявлений руководителей и заместителей руководителей органа местного самоуправления;
- номера телефонов, по которым можно получить информацию по вопросу замещения вакантных должностей в органе местного самоуправления.

В Управлении образования Иссинского района Пензенской области отсутствует нормативный документ, регламентирующий работу с сайтом организации.

Управление образования Иссинского района Пензенской области используют автоматизированную систему «Смета», позволяет автоматизировать учет основных хозяйственных операций: санкционирование, финансирование, администрирование доходов, расчеты по заработной плате, прочие расчеты.

Функциональные возможности:

- учет санкционирования расходов бюджета;
- учет нефинансовых активов;
- учет финансовых активов;

- учет расчетов с поставщиками и подрядчиками (учет входящих и исходящих Счетов-фактур, платежных документов, формирование Книги покупок и Книги продаж, возможность сверки взаимных расчетов между учреждением и поставщиками, подрядчиками);

- учет администрирования доходов (учет операций по поступлению/возврату в бюджет администрируемых платежей; начисление доходов/возвратов, излишне полученных доходов; автоматическое начисление доходов/возвратов по факту перечисления/возврата денежных средств платежными документами; импорт/экспорт документов в действующем формате ФК);

- учет межбюджетных отношений;
- учет кредитов полученных и выданных, государственных и муниципальных гарантий, долговых обязательств в ценных бумагах (в т.ч. в иностранной валюте);
- учет расчетов по заработной плате;
- учет прочих расчетов;
- общая бухгалтерия;

В Управлении образования Иссинского района Пензенской области система электронного документооборота отсутствует.

Электронный документооборот – высокотехнологичный и прогрессивный подход к существенному повышению эффективности работы органов государственной власти и местного самоуправления.

Подводя итог, отметим, что Управлению образования Иссинского района Пензенской области рекомендуется внедрить систему электронного документооборота, чтобы государственный служащий выполнял более эффективно свою работу. Система электронного документооборота позволяет систематизировать и объединять информацию, что облегчает ее анализ и составление отчетов.

#### **Библиографический список**

1. Сайт Управления образования Иссинского района Пензенской области. – URL: <https://sites.google.com/site/issaupobr/>
2. Автоматизированная система «Смета». – URL: <https://www.krista.ru/catalog/asmeta/>

## **К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО АРХИВА В УПРАВЛЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ ИССИНСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

***А. А. Свечников, Н. Н. Шокорова***

Пензенский государственный университет,  
gostand8@gmail.com, г. Пенза, Россия

Одним из направлений совершенствования организации хранения документов в государственном учреждении является создание и внедрение системы электронного архива. Оптимизация работы с документами всегда играла главенствующую роль в деятельности организации. Однако переход от традиционного бумажного хранения документов к электронному хранилищу документов затрагивает ряд вопросов, в том числе и организационных.

Электронный архив – система структурированного хранения электронных документов, обеспечивающая надежность хранения, конфиденциальность и разграничение прав доступа, отслеживание истории использования документа, быстрый и удобный поиск [1].

В настоящее время в Управлении образования Иссинского района Пензенской области используют бумажный архив. Передачу документов в архив и работу с документами в архиве осуществляет секретарь.

В архив передаются дела постоянного, временного хранения (свыше 10-ти лет), дела по личному составу не позднее 3-х лет после завершения их в делопроизводстве. Передача осуществляется по графику.

Во время подготовки дел для передачи в архив секретарь проверяет правильность оформления, формирования, а также соответствие дел, включенных в номенклатуру дел.

На каждом деле в описи ставится отметка о наличии дела. В конце каждого экземпляра описи указываются цифрами и прописью количество фактически принятых в архив дел, дата приема-передачи дел, а также подпись секретаря.

Дела, увязанные в связки, передаются в архив. Вместе с делами в архив передаются регистрационные картотеки на документы. Наименование каждой картотеки включается в опись.

В Управлении образования Иссинского района Пензенской области секретарь обязан обеспечивать сохранность документов и дел. Дела хранятся в запирающихся шкафах и сейфах.

Дела в шкафах для их учета и быстрого поиска располагаются вертикально, корешками наружу, в соответствии с номенклатурой дел. На корешках обложек дел указываются индексы по номенклатуре дел. Номенклатура дел или выписка из нее помещается на внутренней стороне шкафа.

Секретарь осуществляет проверку документов и дел в целях установления наличия дел и соответствия их количеству, числящемуся по номенклатуре дел.

Проверка наличия и состояния документов и дел проводится при перемещении и возврате дел. Проверка наличия дел проводится путем сверки статей номенклатуры дел с описанием их на обложке, а физическое состояние дел определяется путем их визуального просмотра. Все обнаруженные недостатки фиксируются в акте проверки наличия и состояния дел.

С течением времени бумажный архив увеличивается и создание электронного архива, безусловно, сократит размеры архивохранилищ и уменьшит время поиска архивных документов. Для создания электронного архива потребуется: место для хранения файлов: сервер, съемный носитель. На сервере будет храниться основной объем всех архивных документов. Доступ к ним может осуществляться в любой момент. Этот вариант удобен для тех случаев, когда с архивной документацией будут работать несколько сотрудников организации.

К съемным носителям относят: CD и DVD диски; флэш карты; SSD накопители; внешние жесткие диски.

На съемных носителях обычно хранят дублирующие архивы, что позволяет полностью исключить риск потери важной информации, связанной с деятельностью организации. Но при этом нужно иметь в виду, что срок службы у них сильно ограничен. Особенно это касается CD и DVD дисков, которые, к тому же, могут портиться и выходить из строя. То же касается и флэш карт. Поэтому самыми надежными съемными носителями информации выступают SSD накопители и внешние жесткие диски. Их срок службы составляет до 10 лет.

Помимо аппаратного обеспечения, необходимо специальное программное обеспечение для добавления файлов с архивными документами и их систематизации. Для создания электронного архива в Управлении образования Иссинского района Пензенской области потребуется специальная программа для создания структуры хранения архивных файлов, которая будет удобна для пользователя. Всю документацию Управления образования Иссинского района Пензенской области удобнее всего классифицировать сначала по видам, а затем по датам создания. Например:

1. Приказы руководителя:
  - по основному производству;
  - по кадровой работе;
  - по труду и заработной плате;
  - по организационным вопросам.

2. Деловая переписка:

- входящие письма;
- исходящие письма.

После систематизации всех архивных документов, необходимо наполнить систему электронными архивными документами, т.е. произвести их сканирование, проверить качество оцифровки изображений и сохранить документы в формате PDF/A [2]. Это самый трудоемкий процесс в создании электронного архива.

Затем необходимо ввести информацию об архивных документах в систему, включающей в себя как минимум, создание карточки электронного документа с описывающими его атрибутами.

В Управлении образования Иссинского района Пензенской области архивом пользуются все сотрудники. Поэтому целесообразно хранить архивные документы на центральном сервере, чтобы осуществлялся быстрый доступ к нему. Но для обеспечения сохранности архивных документов рекомендуется разграничить доступ путем создания отдельных архивных папок, открыть которые можно только с помощью пароля. Требуется ограничения прав доступа сотрудников в работе с содержащимися в этом хранилище файлами.

Подводя итог, отметим, что создание и использование системы электронного архива в Управлении образования Иссинского района Пензенской области бесспорно оправдывается минимизированными временными затратами, эффективным распределением функций между сотрудниками при работе с архивными документами, упорядоченностью и сосредоточенностью документов в одном месте.

#### **Библиографический список**

1. Система электронного архива. – URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1333742#>
2. Методические рекомендации по электронному копированию архивных документов и управлению полученным информационным массивом. – URL: [http://archives.ru/documents/rekomend\\_el-copy-archival-documents.shtml](http://archives.ru/documents/rekomend_el-copy-archival-documents.shtml) (дата обращения: 01.04.2016).

## **АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА ЗА РУБЕЖОМ**

*Ю. А. Сушкина, А. В. Печерский*

Пензенский государственный университет,  
bigone@cock.li, г. Пенза, Россия

Электронное правительство – является эффективным инструментом улучшения оказания государственных услуг для населения. Реализация программы Электронное правительство предусмотрено до 2030 года. Однако пока не все государства мира могут обеспечить доступ всего населения к новым технологиям и инновациям. Хотелось подробнее рассмотреть статистику развития электронного правительства в зарубежных странах.

На первом месте по рейтингу развития и созданная электронного правительства выступает Австралия (0.9103 от общего количества) [1].

Австралийский портал [australia.gov.au](http://australia.gov.au) предоставляет доступ к самой различной государственной информации – законодательства органов власти, здравоохранения, образования, экономической сферы, сферы бизнеса и инновационных технологий. Правительство Австралии предоставляет ряд государственных пособий, платежей, пенсий и вспомогательных услуг через Департамент социальных услуг – (Medicare, Centrelink и Child Support) и Департамент по делам ветеранов MyGov. Быстрый и простой способ получить доступ к ряду государственных услуг онлайн с помощью одной безопасной учетной записи. Хотелось отметить, что уровень предоставления государственных услуг для населения находится на стадии завершения, процесс внедрения был проведен успешно и находится на самом высоком уровне по отношению других зарубежных стран.

Что касается сферы бизнеса, промышленности государство взаимодействует через сайт <https://industry.gov.au/Pages/default.aspx>. Описываются программы совместных исследовательских центров (CRC), которое поддерживает многолетнее сотрудничество между промышленностью, исследователями и сообществом.

На муниципальном уровне используются различные приложения, с помощью которых граждане сообщают в муниципальный совет о правонарушениях в городе (MapData Services (MDS) приложение Adelaide Report It для связи с гражданами через портал CitySourced).

В феврале 2017 года британская Правительственная цифровая служба (Government Digital Service, GDS; отвечает за проекты электронного правительства Великобритании) обнародовала национальную стратегию цифровых преобразований, в рамках которой планируется обновить устаревшие ИТ-системы, более эффективно использовать данные и создать единые платформы для государственных услуг.

По задумке властей, инициатива должна способствовать развитию услуг, оказываемых государственными органами (например, планируется наладить взаимодействие органов соцобеспечения с налоговой системой), и усилению кибербезопасности.

К началу 2018 года цифровые сервисы и отделы Правительственной цифровой службы уже подключены к единому домену Gov.uk, который обладает высокими показателями надежности, безопасности и производительности, gov.uk будет улучшаться для удовлетворения потребностей граждан и ожидается, что к 2020 году этим проектом будут пользоваться 25 млн человек.

Еще одним элементом программы цифровой трансформации государственных услуг является увеличение числа API-интерфейсов и расширение их функциональности внутри и за пределами электронного правительства. К примеру, бухгалтеры смогут автоматически подавать налоговые декларации с разрешения своих клиентов. Великобритания намерена изучать и перенимать опыт других стран для совершенствования своих государственных услуг.

В центр британского электронного правительства положен принцип «digital by default», что означает доступность информации и различных транзакционных сервисов для всех граждан без исключения (т.е. «по умолчанию»): тех, кто уже сегодня может использовать онлайн-сервисы, и в то же время тех, у кого такой возможности нет. 17% населения Британии – люди, которые по разным причинам не пользуются средствами интернет-коммуникации.

В основном к ним относятся пожилые люди, представители более низких классов, люди с ограниченными возможностями и представители групп риска.

Программа называется E-citizen, e-business, e-government. A strategic framework for public service in the Information Age ("E-граждане, e-бизнес, e-правительство. Стратегическая концепция обслуживания общества в информационную эпо-

ху"), и ее основная цель заключается в анализе и конкретизации процесса перехода к Правительству информационного века. В программе рассматриваются следующие вопросы:

- структура и состав услуг, которые необходимо реализовать для рядовых потребителей и неправительственных организаций;
- расширение спектра предоставляемых сервисов;
- обеспечение полного охвата граждан и населения правительственными услугами;
- радикальное улучшение использования информации;
- определение конкретных мер по осуществлению всех необходимых изменений.

Опыт показывает, что люди взаимодействуют с правительством исключительно в собственных интересах и при этом желают, чтобы сервис был высококачественным, а способы его предоставления – доступными и комфортными. Люди не хотят знать, как правительство организовано, чем занимается тот или иной департамент, или агентство, как разделены функции между центральными и местными правительственными органами.

Поэтому необходимо сформировать перспективную стратегию партнерства департаментов, агентств и отделов различного уровня по совместному предоставлению правительственного сервиса способами, наиболее разумными и рациональными для потребителя, основываясь на реалиях окружающей жизни и новых возможностях бизнеса.

Разрабатываемая правительственная стратегия предусматривает развитие и использование всех электронных видов сервиса. Это означает, что услуги могут предоставляться через Интернет, мобильную связь, цифровое телевидение, центры обслуживания вызовов. В то же время электронный сервис не предполагает исключение персонального контакта. Определенную озабоченность вызывает проблема удовлетворения специфических и индивидуальных потребностей людей, а потому предусматривается создание бизнес-порталов для малых и средних предприятий, и персонализированных домашних страниц для отдельных граждан.

В области налогообложения, информирования, здравоохранения, образования существуют расширение возможностей выбора каналов, комфортность, снижение стоимости транзакций, повышение персональной направленности сервиса, повышение осведомленности населения об услугах и политике правительственных органов, повышение уровня демократии и открытости общества.

Поддержка программ развития, регулирования, налогообложения происходит с помощью ускорение взаимодействия, уменьшение стоимости транзакций, снижение бремени регулирования

По уровню развития стран мира Великобритания занимает 8 место (0.8695). Запущенный в марте 2004 г. сайт Directgov предназначается для использования гражданами Великобритании. Он служит единой точкой доступа к услугам государственных учреждений, оказываемым с использованием электронных каналов.

В отличие от своего предшественника UK online, Direct.gov.uk организован не по «основным событиям жизни», а по крупным группам услуг (например, здравоохранение, образование, трудоустройство и т.п.) и целевым группам населения (родители, инвалиды, молодежь и т.п.). Кроме того, охват информации на Direct.gov.uk стал значительно полнее, что позволяет обходиться без перенаправления пользователей на другие сайты.

Это стало возможно благодаря тому, что поддержка информационного наполнения осуществляется не централизованно, а «франчайзи» из специалистов соответствующих государственных учреждений. С апреля 2004 г. открыт доступ к

сайту Directgov также через систему цифрового телевидения (средствами стандартного абонентского комплекта), которой охвачено более десяти миллионов домовладений в стране.

Отдельный портал электронного правительства [www.businesslink.gov.uk](http://www.businesslink.gov.uk) для предприятий был запущен в ноябре 2003 г. Через него предоставляется доступ к необходимой информации государственных учреждений представителям предприятий, их владельцам и руководителям. На business link можно найти всю необходимую информацию, рекомендации и услуги поддержки, необходимые для создания и развития предприятия. Кроме того, на нем представлены сведения и рекомендации, предназначенные для максимально эффективного использования имеющихся возможностей. Основной объем информации не хранится на самом сайте; пользователи лишь направляются на соответствующие ресурсы.

Основное финансирование предоставляет Министерство торговли и промышленности; дополнительную поддержку оказывает ряд других министерств, ведомств и муниципалитетов.

Данный портал [www.bund.de](http://www.bund.de) в Германии централизует доступ к услугам федеральных государственных учреждений, предоставляемым по электронным каналам, служит точкой доступа к электронным ресурсам земель и муниципалитетов. Через него также осуществляется доступ к Центральному собранию электронных форм, в котором можно найти нужный бланк, даже не зная, какое именно ведомство с ним работает. Управление этим собранием форм организовано на базе сервера Form Server – одного из компонентов инфраструктуры, разработанного в рамках инициативы BundOnline 2005. Недавно сайт Bund.de был обновлен для еще большего удобства граждан и представителей предприятий. Германия занимает 21 место от всего количества стран (0,7864).

Австрия в своем развитии занимает 20 место (0,7912 от общей доли). Австрийский портал [help.gv.at](http://help.gv.at) представляет собой интернет-платформу доступа к множеству различных государственных учреждений. На нем представлена справочная информация по всем наиболее распространенным поводам обращений к австрийским властям, в том числе, в связи с вступлением в брак, беременностью, рождением ребенка и по жилищным вопросам. Более того, ряд действий может осуществляться непосредственно в электронной среде. HELP выполняет роль интерфейса между гражданами и властями, в построении которого особый акцент был сделан на прозрачность, простоту для понимания, ясность излагаемых сведений и концентрацию на существенных обстоятельствах.

Портал Help-Business предназначается для использования деловым сообществом. Здесь можно получить как справку по порядку обращения к властям по тому или иному поводу, так и различные фактические сведения. Информация и рекомендации охватывают такие ситуации, как создание нового предприятия, уплата налогов, регистрация компании и т.п. Объединение порталов [www.cio.gv.at/it-infrastructure/portal/](http://www.cio.gv.at/it-infrastructure/portal/). На этом сайте сведены вместе ссылки на различные порталы органов власти. Он также оснащен системой ограничения доступа и авторизации пользователей (сотрудников государственных учреждений) для доступа к закрытым ресурсам.

Операторы порталов федеральных органов власти обязаны выполнять условия Соглашения Объединения порталов (PVV). Организации-участники могут осуществлять управление внешними системами электронного правительства силами собственных специалистов ИТ. В этом случае операторам приложений не приходится заниматься администрированием прав пользователей и организацией доступа извне.

США в гонки соперничества внедрения электронного правительства оказалась на 7 месте (0,8748) [2]. Начало ЭП в США было положено при Б. Клинтоне со-

зданием сайта «Первое правительство» в 2000 г. В 2002 г. Конгресс принял Закон «Об ЭП» [3].

В ходе развития системы США создали порталы ЭП, систему ответственности государства за информатизацию населения, систему подотчетности госорганов, унифицировали информационные потоки, создали структуру взаимодействия населения и власти, разработали законы, основными являются Законы «О свободе информации» и «О защите частных интересов»

Первый официальный шлюз [www.firstgov.gov](http://www.firstgov.gov) доступа ко всему объему информации государственных учреждений США. Он оснащен мощным поисковым механизмом и содержит масштабное собрание ссылок (на миллионы веб-страниц государственных учреждений от федерального до местного уровня), организованных по тематике и по категориям пользователей.

Максимальная унификация и централизация политических процессов и предоставление информации об их результатах позволили американскому правительству приступить к созданию федеральной структуры открытых ключей (FPRI), системы авторизации доступа (ACES), системы федеральных форм (FedForms), системы поиска документов по всем правительственным учреждениям (GILS), федеральной системы госзакупок (FedBizOpps90).

Направления информационного обеспечения порталов ЭП США: освещение деятельности судов; создание систем глобального информационного обмена; улучшение управляемости при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Как мы видим, развитие электронного правительства в настоящее время является главной задачей каждой развивающейся страны, именно электронное правительство позволяет сделать работу органов власти открытой, независимой, оказание государственных услуг становится доступным для населения, а значит и повышается уровень жизни, и государство выходит на новый уровень развития.

#### **Библиографический список**

1. «Statistics and facts about E-government» // Данные статистической компании «Statista». – URL: <https://www.statista.com/topics/2420/e-government/> (дата обращения: 18.02.2017).
2. United Nations E-government survey 2016. – URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2016> (дата обращения 19.02.2017).
3. Федеральный закон об управлении информационной безопасностью, принятый на 107-м Конгрессе Соединенных Штатов 17.12.2002.
4. URL: <https://www.gov.uk/government/organisations/government-digital-service>.
5. URL: <https://industry.gov.au/Pages/default.aspx>.
6. URL: <https://www.gov.uk/>.
7. URL: [http://www.bund.de/Content/DE/Home/homepage\\_node.html](http://www.bund.de/Content/DE/Home/homepage_node.html).

## **РОЛЬ ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ**

***Ю. А. Сушкина, А. В. Печерский***

Пензенский государственный университет,  
[bigone@cock.li](mailto:bigone@cock.li), г. Пенза, Россия

В современное государство при реализации своей деятельности отводит значимое место развитию и внедрению новых электронно-коммуникативных техноло-

гий (ИКТ), с каждым годом их появляется огромное количество, которые требуют применение нового законодательства. Одним из актуальных направлений являются системы электронного документооборота, которые не только позволяют передавать быстро и технически защищать передаваемую информацию, по каналам связи, но и гарантировать целостность и юридическую подлинность документа посредством подписания электронной цифровой подписью (ЭЦП).

Хотелось рассмотреть как раскрывает действующее законодательство понятие «электронный документооборот». В соответствии со статьей 2 Федерального закона «Об информации, об информационных технологиях и о защите информации» документированная информация – зафиксированная на материальном носителе информация с реквизитами, позволяющая ее идентифицировать [2]. А Федеральный закон «Об электронно-цифровой подписи» толкует, что «электронный документ – документ, информация которого представлена в электронно-цифровой форме.

В последнее время обсуждается вопрос о необходимости принятия единого специализированного законодательства в сфере регулирования электронного документооборота. Отсутствие такого нормативного акта приводит к созданию ведомственных актов, которые не обладают основной терминологией, узко специализируются, что приводит к выводу об отсутствии общего системного подхода по регламентации электронного документооборота.

Федеральный закон «Об электронно-цифровой подписи» регулирует отношения в области использования ЭЦП при совершении гражданско-правовых сделок, оказании государственных и муниципальных услуг, исполнении государственных и муниципальных функций, при совершении иных юридически значимых действий, в том числе в случаях, установленных другими федеральными законами. Согласно данному закону в Российской Федерации определены три вида электронной подписи: простая электронная подпись (ПЭП) и неквалифицированная электронная подпись (НЭП).

Простая электронная подпись – это подпись, которая используется по средствам применения кодов, паролей или иных средств подтверждает факт формирования электронной подписи определенным лицом. Данная подпись предназначена для электронного документооборота, она подтверждает личность человека, но не несет юридическую силу. Она применяется, например, на портале государственных услуг.

Еще один вид это неквалифицированная электронная подпись, которая является электронной подписью, полученной в результате криптографического преобразования информации с использованием ключа электронной подписи; НЭП позволяет определить лицо, подписавшее электронный документ; позволяет обнаружить факт внесения изменений в электронный документ после момента его подписания; создается с использованием средств электронной подписи, а так же позволяет определить личность подписанного документа и подтвердить неизменность содержащейся в нем информации [2].

НЭП обычно используется для внутреннего электронного документооборота, для обмена электронных документов между организациями, для этого необходимо обеим сторонам заключить соглашение, которое регулирует применение и признание ЭЦП.

Квалифицированной электронной подписью (КЭП) является электронная подпись, которая соответствует всем признакам неквалифицированной электронной подписи и следующим дополнительным признакам: таким как ключ проверки электронной подписи, указан в квалифицированном сертификате, средства электронной подписи для создания и проверки ЭЦП, имеющие подтверждение соответствия тре-

бованиям, установленным действующим законодательством [2]. КЭП может быть получена только в специализирующем центре, который аккредитован Министерством связей и массовых коммуникаций Российской Федерации.

Программное обеспечение для работы с КЭП должно быть сертифицировано Федеральной службой безопасности России. Выполнение вышеперечисленных требований позволяет квалифицированной электронной подписи обладать юридической силой и соответствует всем требованиям о защите конфиденциальной информации. КЭП применяется для сдачи отчетности в органы государственной власти, для участия в интернет торгах [1].

Достоинства ЭЦП являются отсутствие фальсификации, скорость проведения сделок, при применении ЭЦП пользователь имеет возможность мгновенно (быстро) и без затруднений идентифицироваться, возможность иметь несколько ЭЦП как для организации, так и для физических и юридических лиц, отличительная особенность, что ЭЦП имеет высокий уровень защиты от подделок документации.

Недостатком ЭЦП можно выделить ответственность и вероятность «кражи», невозможность отказа от ЭЦП, а так же необходимость в оформлении сопровождающих документов при получении ЭЦП и сама стоимость [1]. Стоимость ЭЦП зависит от вида и предназначения [4].

Например, регистрационно–процессинговый центр «Партнер» предлагает выпуск и дальнейшее облуживание ЭЦП по следующим ценам: электронная подпись для физических лиц – 1000 рублей, электронная подпись для торгов– 3500 рублей и т.д. с последующим увеличением стоимости [1].

Использование электронной подписи участниками внешнеэкономической деятельности расширяется с каждым годом. По данным Таможенной службы РФ за 2017 год 99 % всех деклараций в России направляются в электронной форме, так же участники торговли стали применять электронную подпись для подачи в таможенные органы статистических форм учета перемещения товаров. Около 40% участников внешнеэкономической деятельности представляют в таможенные органы статистические формы учета перемещения товаров с использованием электронной подписи по Интернету (в 2017 году – около 35 %, в 2016 году – около 23 %, в 2015 – около 10 %).

Например, за 10 месяцев в 2017 году таможенными органами было зарегистрировано более 930 000 штук статистических форм. Начальник Управления таможенной статистики и анализа ФТС России Андрей Константинов отмечает: «Электронная подпись – это удобный и практичный инструмент, благодаря которому информационное взаимодействие российских предприятий с таможенной при обмене статистическими данными стало проще и быстрее [3].

Как мы видим, значение электронно-цифровой подписи в России набирает с каждым годом все большую популярность, она позволяет сократить время документооборота внутри компании, а так же с другими агентами рынка. Для физических лиц ЭЦП расширяет возможность интернет сделок и позволяет пользоваться в полном объеме сайтом государственных услуг. Существенным недостатком является возможность кражи ЭЦП и как следствие финансовой потери предприятия, так же сложность ее поэтапного оформления.

#### **Библиографический список**

1. Единый портал электронной подписи. – URL: <http://www.iecp.ru/ep>
2. Об электронной подписи : федер. закон № 63 от 06.04.2011 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=191956>

3. Электронная подпись набирает популярность // Официальный сайт Федеральной таможенной службы РФ. – URL: [http://www.customs.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=22125:2015-11-20-10-05-08&catid=40:2011-01-24-15-02-45](http://www.customs.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=22125:2015-11-20-10-05-08&catid=40:2011-01-24-15-02-45)

4. Финансовый портал FinForum // Электронная подпись: плюсы и минусы. – URL: [http://finforum.org/page/index.html/\\_/economics/elektronnaja-podpis-pljusi-i-minusi-r49773](http://finforum.org/page/index.html/_/economics/elektronnaja-podpis-pljusi-i-minusi-r49773)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АУТСОРТИНГОВЫХ КОМПАНИЙ ДЛЯ ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА**

***Я. В. Трескова, Н. Н. Шокорова***

Пензенский государственный университет,  
Yanochka2906@mail.com, г. Пенза, Россия

Любая организация процветает настолько, насколько грамотно она привлекает, сохраняет и развивает свой персонал. Основная задача управления персоналом заключается в своевременной выработке решений, определяющих, какие человеческие ресурсы и в каком количестве необходимы для достижения поставленных целей на каждом конкретном интервале времени [1]. Важное значение приобретает использование внешних ресурсов для подбора персонала, и документирование процессов приема, увольнения, перемещения работников организации, с тем, чтобы ресурсы самой организации сфокусировать на выполнении ее непосредственных производственных функций. В этой ситуации аутсорсинг позволяет повысить эффективность предприятия в целом и использовать освободившиеся организационные, финансовые и человеческие ресурсы для развития новых направлений в деятельности предприятия.

Понятие аутсорсинга вошло в российскую практику всего несколько лет назад, но уже нашло широкое распространение. Суть аутсорсинга сводится к передаче предприятием определенных операций на выполнение сторонней компании [2].

Рассмотрим выполнение аутсорсинговых услуг по подбору персонала на примере компании ООО «ИБС Пенза». Компания ИБС – крупный российский разработчик сложных ИТ-решений. ИБС предоставляет услуги в области системной интеграции, внедрения бизнес-приложений, проектирования и построения ИТ-инфраструктуры, разработки программного обеспечения, создания систем сбора и анализа больших данных, аутсорсинга.

Специалисты компании в области кадрового администрирования осуществляют прием и оформление новых работников; проверяют обеспеченность работников материально-техническими, информационными ресурсами, необходимыми для выполнения возложенных на работников обязанностей; принимают меры по предотвращению временных остановок работы; оценивают качество работы каждого работника, рациональное использование рабочего времени, а также определяют возможность возложения на работника дополнительных обязанностей.

Работа специалистов по кадровому администрированию в ООО «ИБС Пенза» осуществляется в среде программ Neocase и SAP.

Neocase – это модуль электронного документооборота полностью интегрирован с платформой HR Power. Программа NeoCasePower – французская разработка

системы электронного документооборота. Компания ИБС Group в 2012 году выкупила часть программного продукта и адаптировала ее под создание заявок по кадровым процессам. В настоящее время программа не является идеальной для решения кадровых вопросов и находится на стадии модернизации.

Данная программа в работе специалиста кадрового администрирования, является важным звеном между клиентом (ООО «Агроторг») и сервисным центром (ООО «ИБС Пенза»). У каждого специалиста, для входа в данную программу имеется своя личная учетная запись (логин и пароль). При входе, на главной странице программы указаны персональные данные специалиста, подгруппа и процесс, на котором работает специалист кадрового администрирования. Программа автоматически распределяет очередь заявок, которые были созданы клиентом. Для начала работы каждый специалист выбирает вкладку «Мои заявки» и из открывшегося списка выбирает заявку по степени важности для дальнейшей обработки. Первоочередные заявки отмечены программой красным цветом. К заявке на прием на работу должен быть вложен минимальный пакет документов, необходимый для приема на работу.

Проверив и просмотрев заявку, специалист кадрового администрирования переходит к работе с автоматизированной системой SAP, которая позволяет планировать ресурсы крупных предприятий, позволяет рассчитывать все до мелочей, а также формирует единое информационное пространство. Компания «ИБС-Пенза» использует данную систему как «базу данных» всех сотрудников клиента (в данном случае, сотрудников ООО «Агроторг»).

Каждый специалист может войти в данную программу только под своим личным логином и паролем, и если ввести не правильно учетную запись более 3-х раз, система блокируется.

После того, как специалист кадрового администрирования подгруппы «приемы», просмотрел заявку в Neocase и удостоверился, что указанного кандидата, возможно принять на работу, он начинает оформлять прием:

- в первую очередь специалист проверяет в системе SAP, есть ли свободная штатная должность, на которую необходимо принять кандидата (штатная должность и № магазина были указаны в заявке);
- специалист проверяет в системе, нет ли человека с похожими персональными данными.

После того как прием проведен в системе SAP, документы выгружены из системы, необходимо вложить их в соответствующую заявку и отправить, для подписания документов с принятым сотрудником.

В выходной пакет документов на принятого сотрудника входят следующие обязательные документы: приказ о приеме на работу; трудовой договор; договор материальной ответственности; согласие на обработку персональных данных; личная карточка (форма Т-2); договор с Альфа-банком (если требуется); должностная инструкция; обязательство; листы ознакомления.

Подводя итог, отметим, что высокий уровень конкуренции стимулирует постоянное развитие любой организации, повышение качества выпускаемой продукции и предлагаемых услуг, освоение новых технологий и, самое главное, заставляет искать пути наиболее эффективного использования всех своих ресурсов, в том числе и персонала. В этом случае, использование компаний, предоставляющих услуги в области аутсорсинга персонала весьма актуально для крупных предприятий, где возможна текучесть кадров.

### **Библиографический список**

1. Тимофеев, Ю. А. Планирование потребностей в персонале / Ю. А. Тимофеев, Н. Н. Шокорова. // Университетское образование (МКУО-2015) : сб. ст. XIX Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне : в 2 т. /под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015 . – Т. 2. – С. 289–290.
2. Что такое аутсорсинг и зачем он нужен. – URL: <http://delatdelo.com/spravochnik/terminy/autsorsing-chto-eto-takoe.html>

## **АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММЫ «ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО» В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Л. Р. Фионова*

Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия

В Пензенской области, как и во всей России, реализуется Стратегии развития информационного общества в РФ на 2017–2030 годы, утвержденная Указом Президента РФ [1] и программа «Цифровая экономика РФ» [2].

Развитие цифровой экономики направлено на улучшение благосостояния и качества жизни граждан путем повышения доступности и качества товаров и услуг, произведенных в цифровой экономике с использованием современных цифровых технологий, повышения степени информированности и цифровой грамотности, улучшения доступности и качества государственных услуг для граждан, а также безопасности как внутри страны, так и за ее пределами.

Минэкономразвития России подвел итоги регулярного мониторинга качества предоставления электронных услуг субъектами России. Экспертами было проанализировано 1310 приоритетных услуг, предоставляемых органами исполнительной власти субъектов РФ и органами местного самоуправления на Едином портале gosuslugi.ru и региональных порталах государственных и муниципальных услуг.

Наилучшие показатели продемонстрировали Тульская область, Липецкая область, г. Санкт-Петербург. У нижней границы рейтинга находятся такие регионы, как Республика Чечня, Камчатский край, Республика Башкортостан.

Согласно данному рейтингу Пензенская область находится на 74 месте. А доля граждан, получающих услуги в электронном виде, по итогам 2016 года в Пензенской области составила всего 21,86 %.

Нормативную законодательную базу, регламентирующую развитие технологий информационного общества в Пензенской области, составляют в первую очередь следующие акты России:

1. Федеральный закон РФ от 09.02.2009 № 8-ФЗ «Об обеспечении доступа к информации о деятельности государственных органов и органов местного самоуправления».
2. Федеральный закон от 27.07.2010 № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг»
3. Постановление Правительства РФ от 08.09.2010 г. № 697 «О системе межведомственного электронного взаимодействия».

4. Постановление Правительства РФ от 26.03.2016 г. № 236 «О требованиях к предоставлению в электронной форме государственных и муниципальных услуг».

На основе федеральных актов в области приняты и реализуются следующие постановления:

1. Постановление Правительства Пензенской области от 05.11.2013 года № 815-пп «Об утверждении государственной программы Пензенской области "Формирование информационного общества в Пензенской области на 2014–2020 годы"».

2. Постановление Правительства Пензенской области от 30.08.2013 г. № 639-пП «Об информационной системе "Веб-портал Правительства, исполнительных органов государственной власти и органов местного самоуправления муниципальных образований Пензенской области"».

3. Постановление Правительства Пензенской области от 14.06.2013 г. № 417-пП «О региональной государственной информационной системе "портал государственных и муниципальных услуг (функций) Пензенской области"».

4. Постановление Правительства Пензенской области от 15.07.2012 г. № 440-пП «Об утверждении правил перехода исполнительных органов государственной власти Пензенской области и органов местного самоуправления Пензенской области на межведомственное информационное взаимодействие в электронном виде при предоставлении государственных и муниципальных услуг».

Особое внимание среди представленного перечня необходимо уделить Программе Пензенской области "Формирование информационного общества в Пензенской области на 2014–2020 годы", которая в качестве приоритетной задачи ставит повышение качества жизни граждан на основе использования информационных и телекоммуникационных технологий.

Данная Программа состоит из 4-х подпрограмм:

1. Информационный регион.
2. Электронное правительство Пензенской области.
3. Сопровождение создания «электронного правительства» Пензенской области на 2014–2015 годы.
4. Обеспечение проведения единой государственной политики в сфере информационных технологий и связи на 2017–2020 годы.

Анализ финансирования этой программы за 2014–2017 годы показал, что на 2017 г. было выделено больше всего средств в объеме 10 млн руб., и на ближайшие годы эта цифра не изменится.

Ответственным исполнителем за реализацию данной программы является Управление информационных технологий и связи Пензенской области. Оно разработало соответствующие Методические рекомендации, регламентирующие переход всех органов власти Пензенской области к предоставлению услуг на основе межведомственного взаимодействия. Данный переход включал в себя следующие направления работы:

1. Организация проекта по переходу к предоставлению государственных (муниципальных) услуг на базе межведомственного взаимодействия.
2. Проектирование межведомственного взаимодействия.
3. Внесение изменений в нормативные правовые акты Пензенской области.
4. Создание технологических условий для межведомственного взаимодействия.
5. Обеспечение юридической значимости межведомственного электронного взаимодействия.
6. Информационное и методическое сопровождение проекта.

Для предоставления услуг в электронной форме, а также осуществления межведомственного электронного взаимодействия необходимо наличие специализированной системы. Одним из элементов такой системы выступают официальные сайты органов власти Пензенской области. Анализ этих сайтов показал, что Официальный интернет-портал государственных услуг и Региональный портал государственных и муниципальных услуг Пензенской области имеют единый стиль в оформлении и расположении вкладок. Кроме того, к единообразию в оформлении приведены сайт Администрации г. Пензы и сайты Администраций районов Пензенской области, а также официальный сайт Многофункционального центра (МФЦ) предоставления государственных и муниципальных услуг Пензенской области и сайты МФЦ предоставления государственных и муниципальных услуг районов Пензенской области.

За 2016 год в Пензенской области всего ГАУ «МФЦ» было оказано 1 272 872 услуги, с января по март 2017 г. – 79 813 услуг.

Большинство участников проведенного опроса, в том числе и те, кто еще ни разу не пользовался электронными услугами, позитивно настроены на получение услуг в электронном виде. Абсолютное большинство респондентов (93 %) хотели бы получать услуги с использованием электронных каналов. Но в реальной жизни пользуются электронными услугами меньшее число людей. Это связано с наличием ованием сети «Интернет». Данные об использовании сети «Интернет» показывают, что среди городского населения заказывают электронные услуги максимум 20,7 %, а среди сельского населения – 7 %.

Таким образом, можно определить ряд проблем, затрудняющих процесс реализации программы «Информационное общество» на территории Пензенской области:

- недостаточное финансирование;
- пока незначительное число граждан, пользующихся электронными услугами (до сих пор компьютерная неграмотность и отсутствие компьютеров и Интернета в дальних сельских районах);
- низкая квалификация сотрудников;
- плохое отражение всех процедур и документов, их сопровождающих, в административных регламентах предоставления государственных и муниципальных услуг, в том числе на сайтах органов власти.

Планируя на ближайший период работы, которые не требуют больших финансовых затрат, необходимо:

1. Совершенствовать работу онлайн-сервиса предоставления государственных и муниципальных услуг [gosuslugi.pnzreg.ru](http://gosuslugi.pnzreg.ru).
2. Продолжить теоретическую работу и попытаться устранить все противоречия в законодательстве.
3. Доработать административные регламенты предоставления государственных и муниципальных услуг.

Такие задачи необходимо решить во всех регионах России, отстающих по темпам развития информационного общества.

### **Библиографический список**

1. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы : Указ Президента Российской Федерации № 203 от 09.05.2017 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2017).
2. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» : распоряжение Правительства РФ № 1632-р от 28.07.2017 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.10.2017).

# ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОТДЕЛЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ И ЛИЦЕНЗИРОВАНИЯ

*Е. А. Харитошкина*

Пензенский государственный университет,  
haritoshkina.ele@mail.ru, г. Пенза, Россия

В настоящее время одной из приоритетных задач Правительства Российской Федерации является эффективное применение информационных технологий в сфере деятельности органов государственной власти.

Одним из основных направлений реализации Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы [1] является повышение эффективности государственного управления и местного самоуправления, взаимодействия гражданского общества и бизнеса с органами государственной власти, качества и оперативности предоставления государственных услуг, в том числе за счет создания электронного правительства.

В целях реализации Стратегии утвержденная Правительством РФ Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [2] направлена на повышение благосостояния и качества жизни граждан нашей страны путем повышения доступности и качества товаров и услуг, произведенных в цифровой экономике с использованием современных цифровых технологий, повышения степени информированности и цифровой грамотности, улучшения доступности и качества государственных услуг для граждан, а также безопасности как внутри страны, так и за ее пределами.

Все органы государственной власти постепенно переходят на предоставление государственных и муниципальных услуг в электронном виде, что обеспечивает снижение административных барьеров, повышение качества и доступности услуг, упрощение процедуры оказания государственных услуг и сокращение сроков их предоставления, а также разработку и внедрение единых стандартов обслуживания населения.

Отдел государственной регистрации и лицензирования (далее – отдел ГРиЛ) Управления Роспотребнадзора по Пензенской области (далее – Управление) в соответствии с Положением [3] предоставляет, в том числе в электронном виде, следующие государственные услуги:

1. Государственная регистрация отдельных видов продукции, веществ, препаратов.
2. Лицензирование отдельных видов деятельности.
3. Санитарно-эпидемиологическая экспертиза с целью выдачи санитарно-эпидемиологического заключения.
4. Выдача, переоформление, подтверждение, приостановление действия свидетельств о государственной регистрации, лицензий, санитарно-эпидемиологических заключений, аннулирование свидетельств о государственной регистрации, лицензий.
5. Регистрация уведомлений о начале осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности.

Для осуществления деятельности по предоставлению государственных услуг в электронном виде на сегодняшний день используются следующие информационные системы Роспотребнадзора:

- реестр уведомлений о начале осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности;

– реестр выданных лицензий на деятельность, связанную с использованием возбудителей инфекционных заболеваний, и лицензий на деятельность в области использования источников ионизирующего излучения (генерирующих);

– реестр продукции, прошедшей государственную регистрацию.

Специалисты отдела ГРиЛ ведут реестры в рамках своего Управления как в формате Excel, так и в специальной системе «Гигиеническое заключение 2000», где можно отследить результаты деятельности конкретно отдела ГРиЛ. Данные из реестров отдела ГРиЛ передаются специалистами каждую неделю в федеральные реестры, которые являются общедоступными.

В отделе ГРиЛ каждому специалисту предоставлен доступ к Интернет-ресурсам для осуществления оперативного сбора информации в электронном виде в режиме реального времени, необходимой для осуществления деятельности по предоставлению госуслуг.

В рамках предоставления госуслуг специалисты отдела ГРиЛ активно сотрудничают с другими органами власти, в том числе по электронным каналам связи.

В соответствии с Федеральным законом от 27.07.2010 № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» [4] сотрудники отдела ГРиЛ работают в системе межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ) через ведомственную информационную систему Роспотребнадзора [5].

С использованием указанной системы в форме исходящих запросов под определенным логином и паролем специалистами отдела ГРиЛ осуществляется получение сведений из Федеральных органов исполнительной власти:

1. Росздравнадзор – сведения о лицензии на осуществление медицинской деятельности.

2. Федеральная налоговая служба – запрос кратких сведений из Единого государственного реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и о постановке на учет в налоговом органе юридического лица или индивидуального предпринимателя.

3. Казначейство – подтверждение уплаты государственной пошлины за выдачу документа об аккредитации в размере, установленном законодательством Российской Федерации.

4. Росимущество – выписка из реестра государственного имущества.

5. Росреестр – запрос сведений из Единого государственного реестра прав.

В соответствии с пунктом 3 статьи 7.2 Федерального закона № 210-ФЗ срок обработки информации и получения сведений по исходящим запросам посредством СМЭВ не может превышать пять рабочих дней (два рабочих дня – при осуществлении государственного кадастрового учета и (или) государственной регистрации прав на объекты недвижимости).

Входящие запросы из других Федеральных органов исполнительной власти обрабатываются СМЭВ Роспотребнадзора с использованием сведений федеральных реестров.

Во исполнение требований Федерального закона № 210-ФЗ и перехода на межведомственное взаимодействие при предоставлении государственных услуг Управлением заключено соглашение о взаимодействии с многофункциональным центром оказания государственных и муниципальных услуг (МФЦ). В рамках госуслуги по регистрации уведомлений о начале осуществления отдельных видов предпринимательской деятельности гражданин вправе подать уведомление в МФЦ, а сотрудники центра в день подачи через защищенный электронный канал связи «Континент АП» передают данные в отдел ГРиЛ Управления, где ведется дальнейшая работа по предоставлению данной госуслуги.

Также в целях реализации Федерального закона № 210-ФЗ, в соответствии с которым предусмотрено право заявителя на получение государственных услуг в

электронной форме, с 29 июня 2012 года прием и учет уведомлений осуществляется в электронном виде через единый портал государственных и муниципальных услуг.

Для информирования граждан о перечне услуг, оказываемых Управлением, на официальном сайте Управления [7] размещена постоянно действующая ссылка на раздел «Электронное Правительство», где опубликованы информационные материалы, нормативно-правовые акты, государственные услуги и информационная система Роспотребнадзора, а также перечень документов, необходимых для оказания государственных услуг Управлением.

Для обмена информацией между сотрудниками Управления действует специальная программа для внутренней связи «Vupress Chat 1.9 Beta8», к которой подключен каждый сотрудник под своей фамилией. Также для обмена документами между сотрудниками используется внутренняя электронная почта Управления.

Таким образом, в отделе ГРиЛ Управления используются такие информационные технологии, как специальные информационные системы для ведения реестров, доступ к сети Интернет, электронная почта, программа для внутренней связи, СМЭВ, защищенный электронный канал связи с внешними организациями. Все перечисленные выше технологии позволяют сделать вывод о довольно высоком уровне информатизации предоставления государственных услуг в отделе ГРиЛ Управления.

### **Библиографический список**

1. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы : Указ Президента РФ № 203 от 09.05.2017 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.09.2017).

2. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации : распоряжение Правительства РФ № 1632-р от 28.07.2017 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.09.2017).

3. Об утверждении Положения об отделе государственной регистрации и лицензирования Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пензенской области : приказ Управления Роспотребнадзора по Пензенской области № 168 от 31.12.2009 // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.09.2017).

4. Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг : федер. закон № 210-ФЗ от 27.07.2010 : [в ред. от 28.12.2016] // СПС «КонсультантПлюс». – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 14.09.2017).

5. Ведомственная информационная система Роспотребнадзора. – URL: <https://58.gsen.ru/>

6. Официальный сайт Управления Роспотребнадзора по Пензенской области. – URL: <http://58.rospotrebnadzor.ru/>

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ, РОССИИ И ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

***М. В. Чистякова, К. Е. Авдеева, Г. В. Кошелева***

Пензенский государственный университет,  
[inou@pnsgu.ru](mailto:inou@pnsgu.ru), г. Пенза, Россия

На данный момент практически во всех странах мира существуют программы активной «электронификации» государственного аппарата, так называемые,

e-Country, что дословно значит «электронная страна». Одним из приоритетных проектов этих программ является создание e-Government, «электронного правительства».

Идея о создании электронного правительства возникла еще в 1990 г. Активную работу по его внедрению ведут многие развитые государства.

По такому показателю, как инновации в области электронного правительства, уже который год подряд впереди планеты всей находится Канада. Еще в 1994 г. правительство страны выпустило документ «Проект предоставления услуг государственными органами при помощи информационных технологий».

Сегодня в Канаде создан мощнейший веб-портал правительства, на котором объединено до 500 интернет-страниц министерств и ведомств. И любой посетитель этого портала имеет возможность не только увидеть работу всех органов власти, но и напрямую взаимодействовать с ними. Канадский правительственный портал представляет собой один из самых крупных порталов, объединяющих G2C (Government-to-Citizen государство – граждане) и G2B (Government-to-Business государство – бизнес) функции. Сайт представлен на двух языках – английском и французском – [www.canada.gc.ca](http://www.canada.gc.ca). В общей сложности портал предоставляет доступ почти к 1000 государственных программ и услуг.

Следом за ней, в списке лидеров, Сингапур и США.

В Сингапуре План создания электронного правительства реализуется с 1980 года. В настоящее время ведется осуществление четвертого этапа, в ходе которого планируется расширение охвата и функциональности электронных сервисов, популяризация их возможностей среди населения, дальнейшее повышение координации деятельности структур государственного управления. На ранних этапах была создана инфраструктура информационных технологий, расширен доступ к сети Интернет и электронных банков данных, проведена консолидация вычислительных ресурсов на базе общего центра обработки данных и сети государственных сервисов.

В США обсуждение возможности и необходимости разработки проекта американского электронного правительства велось с 1998 г. Однако только 24 июня 2000 г. Билл Клинтон объявил об открытии правительственного портала в течение ближайших 90 дней. Правительственный портал «Первое правительство» открылся в сентябре 2000 г.

В США электронное правительство реализуется на основе правительств отдельных штатов. Независимо работают проекты информатизации общефедеральных функций, например президентской: <http://www.whitehouse.gov>. Отсюда рядовой американец может попасть на сайты отдельных федеральных департаментов.

Власти Соединенных Штатов приступили к выполнению последнего из запланированных этапов развития федерального правительственного портала <http://www.firstgov.gov>, вокруг которого объединены 27 миллионов единиц государственного управления, связанных с оказанием общественных услуг.

В Великобритании действует программа «Электронные граждане, электронный бизнес, электронное правительство. Стратегическая концепция общественного обслуживания в информационную эпоху», на базе которой осуществляется переход к концепции «Правительство информационного века».

Центральный Правительственный Портал Великобритании (<http://www.ukonline.gov.uk>) предоставляет общую правительственную информацию. Он соединяет вместе информацию и консультационные сервисы из различных источников.

Концепция электронного правительства в России была утверждена 6 мая 2008 года Правительством России. Согласно этой концепции «электронное правительство» создавалось в два этапа: 2008 год – разработка и утверждение необходимых документов, 2009–2010 годы – практическое внедрение. 10 сентября 2009 года

принято Постановление № 721 «О внесении изменений в федеральную целевую программу „Электронная Россия (2002–2010 годы)“». В документе отражены мероприятия, цели, показатели результативности, направленные на построение инфраструктуры электронного правительства России и реализацию Концепции формирования в Российской Федерации электронного правительства до 2010 года.

Основная работа по формированию электронного правительства была начата с момента принятия государственной программы Российской Федерации «Информационное общество (2011–2020 годы)», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 октября 2010 г. № 1815-р, в соответствии с которой был выполнен комплекс работ по формированию единой информационно-технологической и телекоммуникационной инфраструктуры электронного правительства.

Россия не справляется с плановыми показателями программы и по данным за 2015 год, это можно увидеть в табл. 1.

Таблица 1

Сведения о показателях реализации государственной программы

Наименование показателя (индикатора)	Значение показателя	
	Планируемое	Фактическое
Место Российской Федерации в международном рейтинге по индексу развития информационных технологий планировалось	20	43
Доля граждан, использующих механизм получения государственных и муниципальных услуг в электронной форме	40	39,6
Степень дифференциации субъектов Российской Федерации по интегральным показателям информационного развития	2	4
Доля организаций, использующих широкополосный доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в общем числе организаций	85	79,5
Число абонентов фиксированного широкополосного доступа к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» на 100 человек населения	29	18,3
Доля электронного документооборота между органами государственной власти и местного самоуправления в общем объеме межведомственного документооборота	70	44,9
Доля органов государственной власти и местного самоуправления, использовавших средства электронной цифровой подписи	90	84,9

В Пензе работа по созданию электронного правительства началась с долгосрочной целевой программы «Информатизация исполнительных органов государственной власти Пензенской области, подведомственных им учреждений и органов местного самоуправления муниципальных образований Пензенской области в рамках создания «электронного правительства» Пензенской области (2009–2012 годы)».

1 января 2014 вступило в силу постановление Правительства Пензенской области об утверждении государственной программы Пензенской области «Формирование информационного общества в Пензенской области на 2014–2020 годы».

На территории Пензенской области активно идет развитие инфраструктуры «электронного правительства». Создано и функционирует 30 многофункциональных центров предоставления государственных и муниципальных услуг населению, объединенных в единую сеть передачи данных.

Министерством экономики Пензенской области подведены итоги работы региональной сети многофункциональных центров предоставления государственных и муниципальных услуг за 2017 год.

За 2017 год населению Пензенской области в МФЦ оказано 1 млн 445 тыс. услуг. По сравнению с 2016 годом, в 2017-м количество обращений в многофункциональные центры выросло на 14 %.

Наиболее востребованными у граждан продолжают оставаться услуги Росреестра (383 тыс. услуг), а также услуги МВД России (180 тыс. услуг).

В 2017 году перечень услуг в МФЦ расширился более 60-ю услугами, такими как: выдача водительских удостоверений и загранпаспортов, содействие гражданам в трудоустройстве, подключение к сетям водо-, газо-, тепло- и электроснабжения и т.п.

По итогам 2017 года согласно данным информационной аналитической системы мониторинга качества государственных услуг в МФЦ уровень удовлетворенности граждан составил 4.7 балла.

Таким образом, можно сделать вывод, что электронное правительство активно реализуется во многих зарубежных странах. Россия тоже старается реализовывать государственную программу Российской Федерации «Информационное общество (2011-2020 годы)» и Пензенская область в том числе, хотя и не всегда справляясь с поставленными целями.

### **Библиографический список**

1. Семеркова, Л. Н. Межорганизационное информационное взаимодействие как фактор повышения результативности производственных кластеров Пензенской области / Л. Н. Семеркова, Е. С. Егорова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2016. – № 2. – С. 179–187.
2. Электронное правительство в мире и в России // Журнал PC Magazine/Russian Edition. – 2005. – 15 декабря.
3. Серго, А. Г. Интернет и право / А. Г. Серго. – М., 2003.
4. URL: <http://archiveeconom.pnzreg.ru/news/2018/01/4/16273676>

## **СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ СОЗДАНИЯ ДОЛЖНОСТНЫХ ИНСТРУКЦИЙ**

***С. О. Шibaева***

Пензенский государственный университет,  
Svetlana.s353@mail.ru, г. Пенза, Россия

Организация работы любого сотрудника предприятия, и делопроизводителя в том числе, начинается с определения его должностных обязанностей, прав и полномочий, разграничения зоны ответственности и взаимодействия с коллегами. Для наиболее корректной и комфортной работы все эти моменты должны быть регламентированы Должностной инструкцией. Именно поэтому разработка должностной инструкции требует от исполнителя больших затрат времени, знания нормативной законодательной базы в сфере документационного обеспечения управления (ДООУ), трудового законодательства и области деятельности сотрудника, на которого составляется инструкция. Чтобы упростить данный процесс разумно его автоматизировать.

К сожалению, современный рынок технических средств не может предложить продукт, способный в полной мере удовлетворить требования к созданию должностных инструкций.

Например, популярный «1С: Предприятие» в базовых комплектациях не способен автоматически генерировать должностные инструкции сотрудников. Един-

ственный выход в данном случае, это нанять программиста, который впишет в код программы отдельный модуль, привязанный к штатному расписанию. Но даже в этом случае придется заранее вручную разрабатывать должностную инструкцию на сотрудника, и только потом загружать ее в «1С».

В системах электронного документооборота нет функции создания организационных документов, так как они не входят в собственно документооборот.

Должностные инструкции могут генерироваться в некоторых программах проектирования бизнес-процессов, например Business Studio. Но при этом следует учесть, что и формироваться документ будет на основании спроектированных пользователем бизнес-процессов без привязки к стандартам, организационной схеме и контроля оформления. Кроме того, создание схем бизнес-процессов еще более трудоемкий процесс, требующий анализа и оптимизации деятельности всего предприятия, оформление же новых должностных инструкций является следствием данного процесса.

Как мы видим, применение готовых технических решений для разработки должностных инструкций либо невозможно, либо приведет к еще большим финансовым и трудовым затратам.

В данном случае видится разумным создание программы на базе MS Access, содержащей в себе набор должностей рассматриваемого подразделения и соответствующих им функций и обязанностей, с возможностью дополнения и совмещения таковых. Средствами MS Access возможно автоматическое формирование определенных видов документов на основе существующих данных в таблицах, формах и запросах. Это удобно, т.к. сокращает время и трудозатраты на ручную подготовку документов, уменьшает риск совершения ошибок в заполнении и оформлении документа. Создаваемый в СУБД документ изначально можно оформить в соответствии с требованиями ГОСТ Р 6.30–2003 [1], а также существующих рекомендаций [2]. При этом содержание должно соответствовать нормативным документам, регламентирующим данные должности, и действительному положению дел в конкретной организации.

В настоящее время нормативной основой для разработки должностных инструкций являются профессиональные стандарты. Для специалистов отдела ДОУ это Профессиональные стандарты 07.002 «Специалист по организационному и документационному обеспечению управления организацией» [3] и 7.004 «Специалист по управлению документацией организации» [4]. Кроме того, зачастую на малых предприятиях сотрудник отдела кадров занимается не только кадровой документацией, но и решает другие задачи по основной деятельности организации. Поэтому рационально предусмотреть возможность совмещения должностных обязанностей и отразить это в должностной инструкции работника.

При этом стоит отметить, что для большинства должностей профессиональные стандарты носят рекомендательный характер. В *статье 57 Трудового Кодекса Российской Федерации* указано, что обязательным применение профессионального стандарта является только для тех должностей, для которых «в соответствии с настоящим Кодексом, иными федеральными законами ...связано предоставление компенсаций и льгот либо наличие ограничений» [5]. В данном случае важно подтвердить принадлежность к определенному роду деятельности, поэтому необходимо строго соблюдать наименования и требованиям к должности.

Еще одно основание для обязательного применения стандарта можно найти в *статье 195.3 Трудового Кодекса Российской Федерации*: «Если настоящим Кодексом, другими федеральными законами, иными нормативными правовыми актами Российской Федерации установлены требования к квалификации, необходимой работнику для выполнения определенной трудовой функции, профессиональные стандарты в части указанных требований обязательны для применения работодателями».

Использование профессиональных стандартов при разработке должностных инструкций помогает составителю разграничить должностные функции сотрудников внутри подразделения, более полно охватить и описать обязанности для конкретной должности, определить критерии оценки квалификации работника, соответствия занимаемой должности. Четкое описание требований и функций конкретных должностей может помочь соискателям (и действующим сотрудникам) самостоятельно оценить свои силы в конкурентной среде, возможно, принять решение посетить курсы повышения квалификации или получить еще одно высшее образование.

Таким образом, применение профессионального стандарта в организации полезно как для сотрудника, так и для работодателя, ведь четкое описание и разграничение полномочий устанавливает порядок в работе подразделения, дает четкое понятие о каждой должности и профессиональных навыках сотрудника, ее занимающего, а применение средств автоматизации разработки документа сократит трудозатраты исполнителя.

### **Библиографический список**

1. ГОСТ Р 6.30–2003. Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов : [утв. Постановлением Госстандарта РФ № 65-ст от 03.03.2003]. – М., 2003.

2. Янковая, В. Ф. Разработка нормативных документов по документационному обеспечению организации. Рекомендации / В. Ф. Янковая, Ф. Г. Белая, М. В. Бельдова. – М. : ВНИИДАД, 2007. – 264 с.

3. Специалист по организационному и документационному обеспечению управления организацией : профессиональный стандарт : [утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 276н от 06.05.2015] // СПС «КонсультантПлюс».

4. Специалист по управлению документацией организации : профессиональный стандарт : [утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 416н от 10.05.2017] // СПС «КонсультантПлюс».

5. Трудовой кодекс Российской Федерации : федер. закон № 197-ФЗ от 30.12.2001 : [в ред. от 31.12.2017] // СПС «КонсультантПлюс».

# АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

---

## МЕТОД РАДИАЛЬНО-БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

*А. А. Абузов, И. С. Маркелов, О. Э. Яремко*

Пензенский государственный университет,  
yaremki@mail.ru, г. Пенза, Россия

В анализе задача Коши – это проблема, состоящая из дифференциального уравнения, решение которого нужно найти, проверяя при этом начальное условие. Это условие может принимать различные формы в зависимости от характера дифференциального уравнения. Для начального состояния подходящего к форме дифференциального уравнения теорема Коши обеспечивает существование и единственности решения задачи Коши.

В случае дифференциальное уравнение первого порядка, форма  $y' = f(x, y)$  начальное условие состоит в указании начального значения для неизвестной функции  $y(x_0) = y_0$ . Предположения теоремы Коши требуют определенной регулярности функции  $f(x, y)$ . Точные формулы решения задачи Коши имеются только для частных случаев, поэтому актуальна проблема нахождения приближенных формул для решения задачи Коши.

В методе радиально базисных функций [1] решение ищется аппроксимация функции  $y$  в виде взвешенной суммы гауссиан:

$$y = \sum_{k=1}^n w_n \exp(-b_n x^2 + c_n x),$$

здесь  $w_n$  – веса;  $b_n$  – ширина окна;  $c_n$  – центр окна;  $x_0 = 0$ . Удовлетворим начальное условие равенством  $1 = \sum_{k=1}^n w_n$ . Подставим теперь  $y$  в уравнение и вычислим сумму квадратов отклонения по всем пробным точкам. Далее методом наименьших квадратов вычислим параметры аппроксимации на множестве пробных точек  $\{x_j\}$ :

$$I = \sum_{j=1}^N \left| \sum_{k=1}^n w_n (-2bx_j + c_j) \exp(-b_n x_j^2 + c_n x_j) - f \left( x_j, \sum_{k=1}^n w_n \exp(-b_n x_j^2 + c_n x_j) \right) \right|^2 \rightarrow \min.$$

Реализация данного алгоритма выполнялась приложением Curve Fitting Toolbox из MatLab [2]. Оно позволяет приближать данные при помощи параметрических моделей, в которых искомые параметры могут входить как линейно, так и нелинейно.

**Пример.** Задача Коши

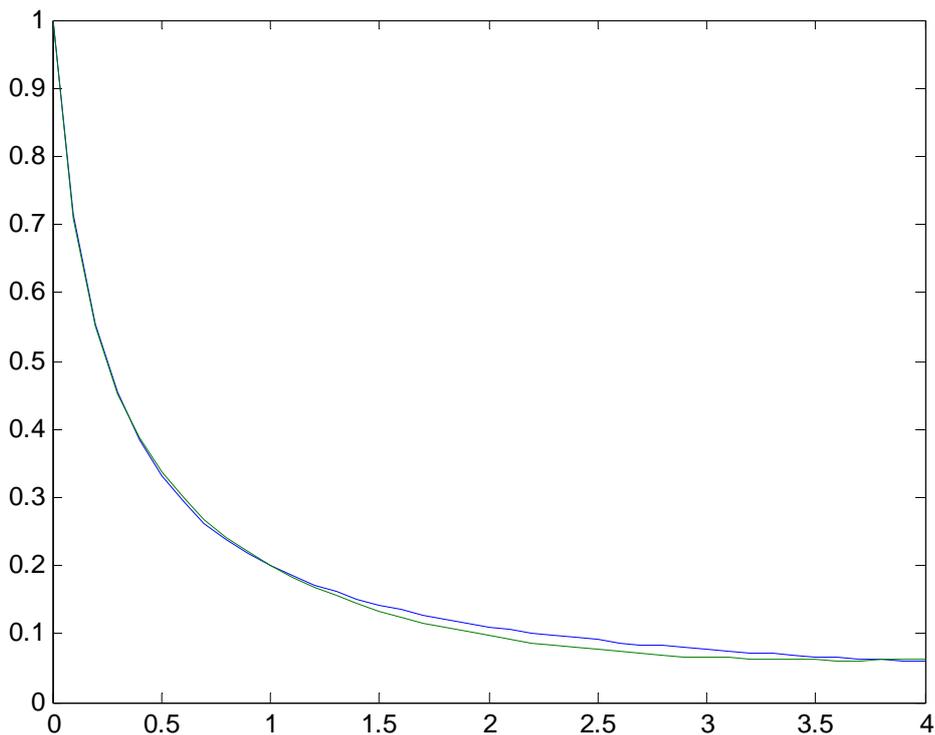
$$y' = 4y^2,$$

$$y(0) = 1.$$

```

%Решение дифференциального уравнения
%Цель найти решение д.у.
x = (0:0.1:4)';
gdata = x-x;
%указываем тип аппроксимации
f = fittype('4*(a*exp(-b*x.^2+c*x)+(1-a)*exp(-b1*x.^2+c1*x)).^2+a*(-2*b*x+c).*exp(-
b*x.^2+c*x)+(1-a)*(-2*b1*x+c1).*exp(-b1*x.^2+c1*x)');
%указываем начальные приближения параметров
gfit = fit(x,gdata,f,'StartPoint',[1 1 1 1 1])
plot(gfit,x,gdata)
%выводим стартовые значения параметров аппроксимации
a=0.5772, b=-0.1686, c=-1,2304, c1=-7.7163, b1=-1.4847
%выводим решение задачи Коши
udata=a*exp(-b*x.^2+c*x)+(1-a)*exp(-b1*x.^2+c1*x);
k=4
max(abs(1./(1+k*x)-udata))
% выводим графики решения задачи Коши-теоретический и расчетный.
plot(x,[1./(1+k*x),udata])

```



### Библиографический список

1. Buhmann, M. D. Radial Basis Functions: Theory and Implementations / M. D. Buhmann. – Cambridge University, 2003.
2. Дьяконов, В. П. MATLAB 6.0/6.1/6.5/6.5 + SP1 + Simulink 4/5. Обработка сигналов и изображений / В. П. Дьяконов. – М. : СОЛОН-Пресс, 2004. – 592 с.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО ВОСХОДЯЩЕГО РАСПОЗНАВАТЕЛЯ

*В. Д. Акчурина, М. Н. Курбатова, О. С. Дорофеева*

Пензенский государственный университет,  
akchurinavarya@gmail.com  
s.i.kasimarov1935@mail.ru, г. Пенза, Россия

При решении практических задач, в частности разработки новых языков программирования, программисты часто сталкиваются с проблемой анализа правильности написания введенного пользователем кода программы. Методы разработки синтаксических анализаторов и трансляторов помогают разработчикам значительно упростить процесс написания сред разработки, компиляторов и интерпретаторов для разрабатываемых языков. При разработке нового языка программирования программист создает сначала аналитическую, затем численную модель этого языка, которая представляет собой программное обеспечение, реализующее аналитическую модель.

Существует два вида синтаксических анализаторов: восходящий и нисходящий. В данной статье мы опишем общие механизмы одного из способов построения детерминированного восходящего распознавателя.

Во-первых, необходимо проверить возможность построения восходящего распознавателя для заданной грамматики, затем вычислить функции перехода для автомата, с помощью которого будет создаваться ее численная модель.

Для разработки аналитической модели необходимо построить функции ПЕРВ', СЛЕД', ПОСЛЕ и СВЕРТ, определить, является ли обрабатываемая грамматика грамматикой смешанной стратегии предшествования [1].

Функция ПЕРВ'(x) определяет множество терминальных символов, с которых могут начинаться цепочки, выводимые из x по правилам грамматики [2]. Функция СЛЕД'(x) определяет множество терминальных символов, которые могут следовать за символом x в цепочках, выводимых из начального символа грамматики. Функция x ПОСЛЕ A определяет отношение между символами A и x, которое возникает, если имеется символ B такой, что в некоторое правило грамматики входит цепочка AB и имеется символ  $x \in \text{ПЕРВ}'(B)$  [2]. Если в заданной грамматике имеется правило  $B \rightarrow \alpha A$  и некоторый символ  $x \in \text{СЛЕД}'(B)$ , то между A и x определено отношение A СВЕРТ x.

После построения всех этих функций можно проанализировать принадлежность рассматриваемой грамматики к грамматикам смешанной стратегии предшествования [1]. Для этого нужно проверить, удовлетворяет ли заданная грамматика следующим условиям:

1. Является контекстно-свободной грамматикой.
2. В ней отсутствуют пустые правила.
3. Для любых двух правил, имеющих суффикс ( $A \rightarrow \alpha \gamma$  и  $B \rightarrow \gamma$ ) в ПОСЛЕ  $A \cap$  в ПОСЛЕ  $B = \emptyset$ , где x – символ, который предшествует суффиксу  $\gamma$ .
4. Для всех символов A и x  $x \text{ ПОСЛЕ } A \cap A \text{ СВЕРТ } x = \emptyset$ .
5. Если имеются правила с одинаковой правой частью ( $A \rightarrow \alpha$  и  $B \rightarrow \alpha$ ) есть возможность построить функции перехода таким образом, что бы при анализе анализатор мог выбрать только одно из этих правил.

Если проверка прошла успешно, приступаем к созданию аналитической модели самого синтаксического анализатора, по которой в конце будет программиро-

ваться численная модель. Иначе придется преобразовывать грамматику. Стоит заметить, что анализатор представляет собой расширенный магазинный автомат[3]. Функции переходов для такого распознавателя строятся по следующим правилам:

1. Для каждой пары  $(x, A) \in x$  ПОСЛЕ  $A$  строим функцию перехода, определяющую действие переноса  $\delta(S_0, x, A) = (S_0, Ax)$ .

2. Затем для каждой пары  $(x, A) \in A$  СВЕРТ  $x$  строим функцию перехода, определяющую действие сворачивание  $\delta(S_0, x, \alpha A) = (S_0, B)$ , где  $B$  – символ, в который сворачивается цепочка  $\alpha A$  по правилам грамматики. Чтение символов с входной ленты не происходит.

3. Для символа  $x \in \text{ПЕРВ}'(I)$  ( $I$  – начальный символ) строим функции вида  $\delta(S_0, x, h_0) = (S_0, h_0x)$ , где  $h_0$  – маркер дна магазина.

4. Завершающее правило вида  $\delta(S_0, *, h_0I) = (S_0, e)$ , где  $*$  – условный маркер конца цепочки,  $e$  – пустая цепочка.

После создания аналитической модели синтаксического анализатора приступаем к созданию численной. Представим анализатор в виде отдельного класса Recognizer, свойствами которого будут магазин magazine – стек элементов типа string, входная цепочка символов codeText и массив правил перехода. Каждое правило представлено в виде объекта класса Rules, который содержит 2 свойства – объект класса transitionFun (функция перехода), содержащая информацию о возможных состояниях автомата, и объект класса Configuration, описывающий изменения, которые могут быть внесены в автомат, когда он находится в состоянии transitionFun. Структура этих классов и отношения между ними изображены на диаграмме классов (рис. 1).

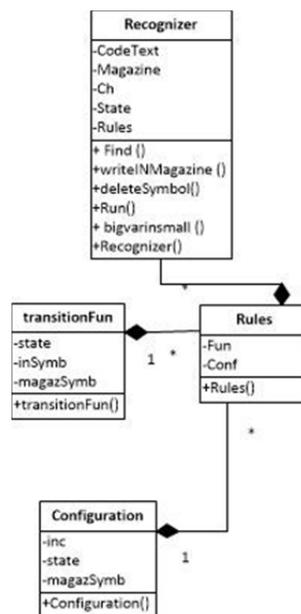


Рис. 1. Диаграмма классов распознавателя

Также в классе Recognizer реализованы следующие методы:

1. Метод Find выбирает подходящее правило автомата по переданной функции перехода и возвращает соответствующую конфигурацию.

2. Метод writeINMagazine записывает данные в магазин.

3. Метод deleteSymbol удаляет символы из переданной ему строки.

4. Метод Run считывает слово с входной ленты, передает методу Configuration Find это слово и первые девять слов из магазина и передает методу данные для записи в магазин. Если правил с такими данными нет, уменьшает количество слов, считываемых из магазина, и пробует найти подходящее правило еще раз.

Делает это до тех пор, пока количество считываемых слов не равно 0 или пока не найдется нужное правило. В этом же методе происходит анализ ошибок.

Таким образом, в рамках данной статьи была освещена тема актуальности разработки синтаксических анализаторов для новых языков программирования и рассмотрены одни из методов построения аналитической и числовой модели такого анализатора.

### **Библиографический список**

1. Восходящие анализаторы. – URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/26/26/lecture/807> (дата обращения: 30.09.17).
2. Хантер, Р. Основные концепции компиляторов : пер с англ. / Р. Хантер. – М. : Вильямс, 2002. – 256 с.
3. Серебряков, В. А. Теория и реализация языков программирования : учеб. пособие / В. А. Серебряков. – М. : Физматлит, 2012. – 233 с. – URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5294](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5294)

## **ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ТОПОЛОГИЕЙ**

*А. Ю. Афонин, А. Д. Глебов, Л. М. Шехтман, К. А. Дудкин*

Пензенский государственный университет,  
[aleks.aleksorion@gmail.com](mailto:aleks.aleksorion@gmail.com), г. Пенза, Россия

### **Введение**

Идеи создания алгоритмов нейронных сетей, которые могли бы выполнять функции, схожие с выполняемыми нервными системами высокоразвитых организмов, возникли в середине прошлого века. Исследователи были заинтересованы в создании искусственного интеллекта, подобного человеческому. С развитием данной области появлялись методы обучения нейронных сетей, с течением времени развивавшиеся и совершенствовавшиеся. Один из них – метод обратного распространения ошибки, который в конце 20-го века был переоткрыт и существенно доработан. Данное событие вызвало всплеск интереса к методам обучения нейронных сетей. Классическое представление нейронной сети – это определенное число входных, выходных нейронов, и промежуточных слоев, а также общего числа нейронов [1]. В зависимости от поставленной задачи определялись веса входных и выходных связей нейронов, далее проводилось обучение сети и корректировка данных параметров. Изменение же общей структуры сети вручную, количества нейронов и слоев, связей между ними, их весов, является довольно трудоемким процессом. Возникли предпосылки для создания некоего особого вида нейронных сетей. Так появились сети TWEANN (Topology Weight Evolving Artificial Neural Networks) – с изменяемой топологией, процессы обучения и моделирования таких сетей модифицируются во время исполнения для достижения целевых результатов. Данный вид сетей обучаются на таких алгоритмах, которые сами корректируют количество слоев, нейронов, связей между ними, весов связей, их добавление, удаление или модификацию [2].

### **Проблема ресурсоемкости процессов обучения нейронных сетей**

Процесс обучения нейронных сетей требует большого количества вычислительных ресурсов системы. В зависимости от поставленной задачи, длительность процесса может варьироваться, в некоторых случаях моделирование сети может за-

нимать большого количества времени. Развитие и совершенствование современных микропроцессоров подогревает интерес к алгоритмам обучения нейронных сетей, растут вычислительные мощности. Количество времени, необходимое для моделирования комплексной сети снижается. Создаются процессоры с различными архитектурами, которые позволяют обеспечивать параллельное исполнение операций, ускоряя обработку больших объемов данных. Развиваются электронные системы, основанные на работе различных типов вычислительных блоков, работающих в едином пространстве, так называемые гетерогенные системы. Развитие таких систем позволяет строить высокопроизводительные, высокореакционные системы, взаимодействующие с неким окружением, различными приложениями и прочими подсистемами [3]. Развертывание средств моделирования в таких комплексах значительно уменьшает время, необходимое для осуществления процесса обучения нейронной сети. К тому же современные микропроцессоры позволяют использовать определенные принципы вычислений, добиваясь параллелизма на уровне данных. Все вышеперечисленные способы, их применение, приведет к расширению областей использования нейросетевых алгоритмов и поможет найти множество способов их практической реализации.

### **Способы оптимизации вычислительных процессов**

В целом можно выделить некоторые технологии для организации высокопроизводительных вычислительных систем для обучения и моделирования нейронных сетей.

Использование VLIW (Very Long Instruction Word). Архитектура процессоров с несколькими вычислительными устройствами, здесь одна инструкция процессора содержит несколько команд, которые должны быть исполнены параллельно. Задачи распараллеливания здесь переключаются на компилятор, каждому вычислительному блоку явно указывается исполнение определенной операции. Программирование под VLIW довольно сложная задача. Так же требует наличия устройств, построенных на данной архитектуре.

Построение гетерогенных систем с организацией вычислительных кластеров. Данные системы содержат процессоры с разными наборами команд. Разработчик сам решает задачи распределения обрабатываемых данных между отдельными устройствами, так как определенные процессоры лучше обрабатывают определенный тип данных. Такой подход очень сильно увеличивает вычислительную мощность и позволяет оперировать с огромным количеством данных. Отдельные компоненты кластера соединены между собой высокоскоростными каналами связи, может быть использован как обычный Ethernet, так и специально созданные высокоскоростные интерфейсы. Такие системы могут быть построены на базе обычных недорогих машин, либо же на самых разных компонентах, от настольных компьютеров до мощных вычислительных блоков. Узлы кластера, в некоторых реализациях, обмениваются между собой сообщениями и имеют общую совместно используемую память. Это может быть некая шина с установленными на ней накопителями для обрабатываемых данных. Такие вычислительные комплексы предоставляют высокий уровень доступности, каждый отдельный компонент управляется своей операционной системой, обрабатывает ему предоставленные данные. Происходит разделение данных общей шины между всеми узлами вычислительной сети.

Организация принципа вычислений SSE (Streaming SIMD Extension). Расширение SIMD (Simple Instructions Multiple Data), данный набор инструкций позволяет параллельно исполнять одинаковые операции над разными входными данными. Регистры SSE работают со скалярными и упакованными типами данных, каждый регистр может содержать вектор определенных значений. Исполнение одинаковых

операций над разными поступающими данными снижает общее время их обработки до нескольких раз, потому что память регистров имеет практически нулевую задержку, она очень быстрая. В этом случае блоком SSE организуется распараллеливание вычислительного процесса между данными. На данной технологии можно выполнять векторные вычисления, различные перемножения массивов и прочее, производительность при этом возрастает многократно.

Использование микропроцессоров TPU (Tensor Process Unit). Так называемый класс нейронных процессоров, содержащих регистры, блоки памяти магазинного типа, триггеры, дешифраторы и мультиплексоры. Обычно такие устройства представлены отдельной интегральной схемой, служат для аппаратного ускорения алгоритмов обучения искусственных нейронных сетей, компьютерного зрения, машинного обучения и других задач искусственного интеллекта. Эти устройства рассчитаны на работу с большими объемами данных, но с меньшей точностью. Данные схемы содержат встроенный матричный умножитель и встроенную оперативную память. Это позволяет чипу быстро справляться с задачами матричного умножения, нормализации и объединения при обработке данных.

Программно-аппаратная архитектура CUDA (Computer Unified Device Architecture). Обеспечивает параллельность в вычислениях, что существенно увеличивает вычислительную производительность, благодаря использованию графических процессоров компании Nvidia. Данная технология дает разработчикам возможности по-своему организовывать доступ к инструкциям микропроцессора и управлять его памятью с помощью специально разработанного упрощенного диалекта языка C. Архитектура использует модель памяти грид, при которой происходит разделение обрабатываемых данных на параллельные потоки для обработки отдельными ядрами CUDA графического процессора, кластерное моделирование потоков и SIMD-инструкции. Но CUDA требует кода, исполнение которого может максимально распараллеливаться по данным, при этом избегая большого количества ветвлений. И GPU (Graphical Process Unit) используют собственную память, так как обмен памятью между GPU и компьютера является затратным.

Также для осуществления техники GPGPU (General-purpose computing for graphics processing units) [4] – организация общих вычислений на процессорах для обработки графики, используется специальный язык вычислений OpenCL (Open Computing Language). Это свободно распространяемое программное обеспечение, разрабатываемое для осуществления параллельных вычислений как на уровне инструкций, так и на уровне данных. Применение графических микропроцессоров для осуществления обработки неграфических данных стало возможным, благодаря добавлению в архитектуру программируемых шейдерных блоков и более высокой точности растровых и векторных конвейеров. К тому же эти конвейеры были унифицированы. Технология может применяться как для оптимизации пользовательских приложений, так и для реализации высокоскоростной обработки больших объемов данных.

### **Выводы**

Сравнивая все способы оптимизации вычислений, можно выделить наиболее перспективные и популярные решения. Современные тенденции показывают, что скорость обработки больших объемов различных данных происходит гораздо быстрее на чипах видеокарт, поэтому наиболее перспективным направлением разработки можно считать использование техники GPGPU. К тому же специально разрабатываемые под данную технологию графические процессоры включают различные наборы инструкций, специально разработанные под параллельные вычисления и высокоскоростную обработку данных. Различными сообществами поддерживаются и совершенствуются инструментальные средства для GPGPU и их документация.

А крупные дата-центры предлагают аренду специальных серверов на основе современных решений компаний-производителей видеокарт для задач больших данных.

Графические процессоры являются наиболее доступными и распространенными. Широко применяются в различных областях машинного обучения, оптимизации различных пользовательских приложений и многих других задачах, связанных с высокопроизводительными вычислениями.

Так же для задач обучения нейронных сетей хорошо подходят процессоры GPU. Они обладают достаточными вычислительными мощностями, но в данный момент не имеют широкого распространения.

### **Библиографический список**

1. Галушкин, А. Нейронные сети : основы теории / А. Галушкин. – Горячая линия-Телеком, 2012. – 496 с.
2. Афонин, А. Ю. Использование эволюционных алгоритмов для генерации нейронных сетей с изменяемой топологией / А. Ю. Афонин, К. А. Дудкин // Молодежь в науке: Новые аргументы : сб. докл. II Междунар. молодежной науч. конф. – 2015. – Ч. I. – С. 37–42.
3. Abadi M. Tensorflow: Large-scale machine learning on heterogeneous distributed systems / M. Abadi. – ArXiv preprint: 1603.04467. – 2016. – С. 25–49.
4. General-Purpose Computing on Graphics Hardware. – URL: <http://gpgpu.org/> (дата обращения: 21.01.2018).

## **МНОГОМЕРНАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ**

***А. В. Болотский***

Пензенский государственный университет,  
a.bolotskiy@mail.ru, г. Пенза, Россия

С появлением новейших информационных технологий стало возможным решение сложных задач различного рода моделирования с применением громоздких алгоритмов аналитических и численных методов. Рассмотрим одну из таких моделей – прогнозирование погодных условий региона с использованием многомерной интерполяции. [1]

Многомерная интерполяция означает построение функции, проходящей через точки, заданные не на плоскости, а в пространстве (трех-, четырехмерном и т.д.). Таким образом, вместо зависимости  $y_i = y(x_i)$ , которую возможно аппроксимировать функцией  $f(x)$ , следует построить интерполяцию по данным  $w(x_i, y_i, \dots)$ , т. е. найти функцию нескольких координат  $f(x, y, \dots)$ . В двухмерном случае аргументов всегда два, т.е. (например,  $x$  и  $y$ ).

Если узлы расположены в форме правильной сетки, например, в двумерном случае, в виде прямоугольной сетки, то с построением многомерной интерполяции принципиальных проблем не возникает. Самые простые типы интерполяции – это кусочно-постоянная и кусочно-планарная.

Сложнее, если исходная выборка не привязана к сетке, а представляет собой разрозненные ряды данных. Такая ситуация очень типична для геофизических экспериментов, которые часто предусматривают регистрацию различных параметров

(метеорологических, геомагнитных и т.д.) в определенных точках поверхности Земли (станциях наблюдения).

Приведем в качестве примера входных данных временные измерения некоторого параметра в нескольких точках сравнительно небольшого региона. Фактически, есть наличие выборки случайного поля  $w(Q, G, t)$ , которое зависит не только от пространственных (полярных) координат  $Q$  и  $G$ , но и от времени  $t$ .

Сопоставленные кривые для каждой из станций наблюдения позволяет проследить различие и сходство измерений. Имея в регионе даже несколько измерительных точек с координатами  $(Q_L, G_L)$ , где  $L$  – индекс станции измерения, можно аппроксимировать по ним непрерывную функцию  $W(Q, G)$  для некоторой окрестности этих точек. Приведем пример такой аппроксимации, построив ее сначала по пространственным координатам (для каждого отдельного момента времени измерений), а на завершающей стадии – по времени.

В качестве аппроксимирующей функции возьмем следующее соотношение:

$$W(Q, G) = C \sum_L W_L / r_L^2(Q, \phi),$$

где  $r_L(Q, G)$  – расстояние от (любой) точки  $(Q, G)$  до  $L$ -й измерительной станции;  $W_L$  – измерение на этой станции;  $C$  – нормировочный множитель, зависящий от координат точки  $(Q, G)$ . Чем ближе точка  $(Q, G)$  к  $L$ -й станции, с тем большим весом берется соответствующее слагаемое  $W_L$ . Если пренебречь сферичностью Земли (т.е. рассматривать не очень большой регион), то аппроксимирующая функция имеет вид:

$$W(\theta, G) = C \sum_L \frac{W_L}{(\theta - \theta_L)^2 + (\phi - \phi_L)^2},$$

а нормировочный множитель будет следующий:

$$C(\theta, G) = \left( \sum_L \frac{1}{(\theta - \theta_L)^2 + (\phi - \phi_L)^2} \right)^{-1}.$$

В частном случае узлов, т.е. если  $(Q, G) = (Q_L, G_L)$ , а аппроксимация в очередном виде  $W(Q, G) = W_L$ .

Результат описанного алгоритма приведен на рис. 1. Здесь можно видеть интерполяцию по разрозненным данным, иллюстрирующую в виде линии уровня пространственное распределение  $W(Q, G, t = \text{const})$  и повторную двумерную сплайн-интерполяцию.

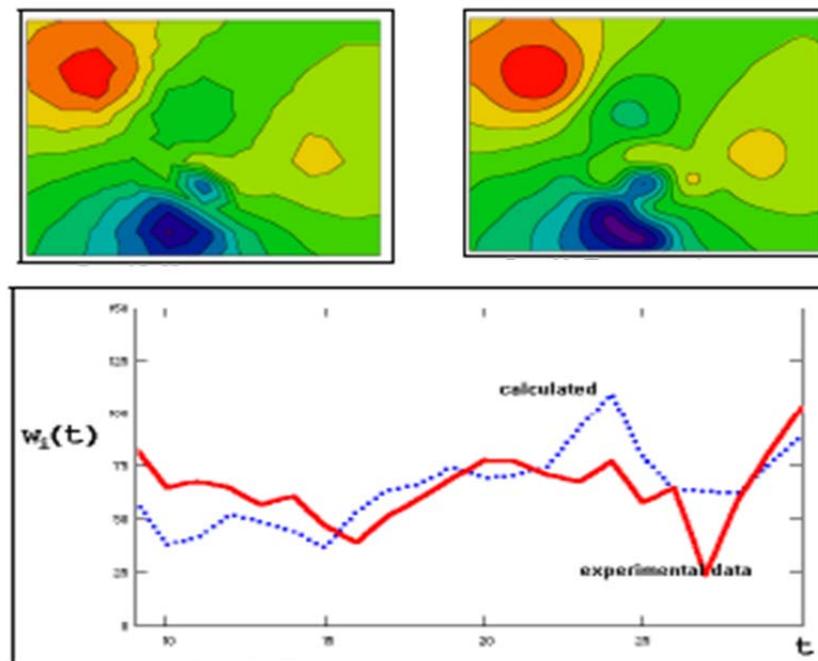


Рис. 1

Улучшить визуализацию полученного поля можно путем повторной интерполяции более гладкой функцией. Поскольку первая задача (перехода от разрозненных данных к сетке) решена, то теперь не представляет сложности запустить алгоритм сплайн-интерполяции, чтобы перейти от грубой сетки к более подробной. Соответствующий результат показан на рисунке [2].

Обоснованность предложенного способа можно проверить экспериментально. Для этого аппроксимируем функцию  $W(Q, G)$  не по всем имеющимся пяти, а по четырем узлам  $L = 0 \dots 3$  (т.е. «выключим» из исходного массива данных одну экспериментальную точку). Затем по формуле рассчитаем значение  $f(Q_4, G_4)$  в оставшемся пятом узле и сравним, насколько полученное значение отличается от реально измеренного в этой точке. На рис. 1 показано такое сравнение аппроксимации в одной из точек (пунктир) и измерений находящейся в этой точке станции (сплошная кривая). Видно, что совпадение хорошее для первых двух третей периода измерений и худшее – для последней трети.

Очевидно, что решение таких задач имеет важное значение для многих направлений экономики, но не менее очевидно, что для их решения необходимы достижения современных информационных технологий, например, различного рода математические пакеты, позволяющие при их грамотном использовании, моделировать самые сложные процессы как аналитическими, так и численными методами.

#### **Библиографический список**

1. Болотский, А. В. Создание нестандартных функций с помощью математического пакета MathCad Современное образование: научные подходы, опыт, проблемы, перспективы / А. В. Болотский // Артемовские чтения : сб. ст. XII Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2016. – С. 157–158.
2. Кетков, Ю. Л. MATLAB 7: программирование, численные методы / Ю. Л. Кетков, А. Ю. Кетков, М. М. Шульц. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005.

## **ВЫЧИСЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛОВ ДРОБНОГО ПОРЯДКА АППРОКСИМАЦИЕЙ СИГНАЛА ОБОБЩЕННЫМИ ПОЛИНОМАМИ**

***Е. Н. Ванина, Е. Ю. Серова, Н. Н. Яремко***

Пензенский государственный университет,  
yaremki@yandex.ru, г. Пенза, Россия

Полиномиальная аппроксимация сигналов при их последующей обработке имеет ряд преимуществ, а именно: операции над неизвестными сигналами сводятся к операциям над степенными функциями, появляется возможность низкочастотной фильтрации и сглаживания сигналов, содержащих шум, достигается сжатие информации. Аппроксимация сигналов может использоваться в системах шифрования сообщений, при обработке экспериментальной информации с ограниченной выборкой отсчетов измеряемых сигналов так как появляется возможность интерполяции и экстраполяции.

Пусть сигнал  $x(t)$  задан на интервале  $(a \leq t \leq b)$  изменения аргумента  $t$ . Предположим также, что задана система линейно-независимых базисных функций  $\{t^b\}$ , формирующая обобщенный полином:

$$\sum_{k=1}^n a_n t^{b_n}$$

Для того, чтобы этот полином аппроксимировал сигнал  $x(t)$ , коэффициенты полинома и показатели степени должны выбираться из условия минимизации нормы функционала ошибки аппроксимации:

$$I = \max \sum_{j=1}^N \left| x(t_j) - \sum_{k=1}^n a_n t_j^{b_n} \right|^2,$$

здесь  $\{t_j\}$  – массив пробных точек.

Интеграл дробного порядка от сигнала, заданного на отрезке  $[0, b]$ , определяется формулой [1–4]

$$I^\alpha f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^x \frac{f(t) dt}{(x-t)^{1-\alpha}},$$

**Пример 1.** Интеграл степенной функции

$$I^\alpha (t^\beta) = \frac{\Gamma(\beta+1)}{\Gamma(\beta+\alpha+1)} x^{\beta+\alpha}.$$

Проблема численного вычисления интеграла дробного порядка актуальна [5, 6]. Мы предлагаем применять обобщенный степенной полином.

**Теорема.** Если найдена аппроксимация сигнала

$$x(t) = \sum_{k=1}^n a_n t^{b_n}$$

обобщенным полиномом с точностью  $\varepsilon$  на отрезке  $[0, b]$ , то аппроксимация дробного интеграла имеет вид:

$$I^\alpha [x(t)] = \sum_{k=1}^n a_n \frac{\Gamma(b_n+1)}{\Gamma(b_n+\alpha+1)} x^{b_n+\alpha}$$

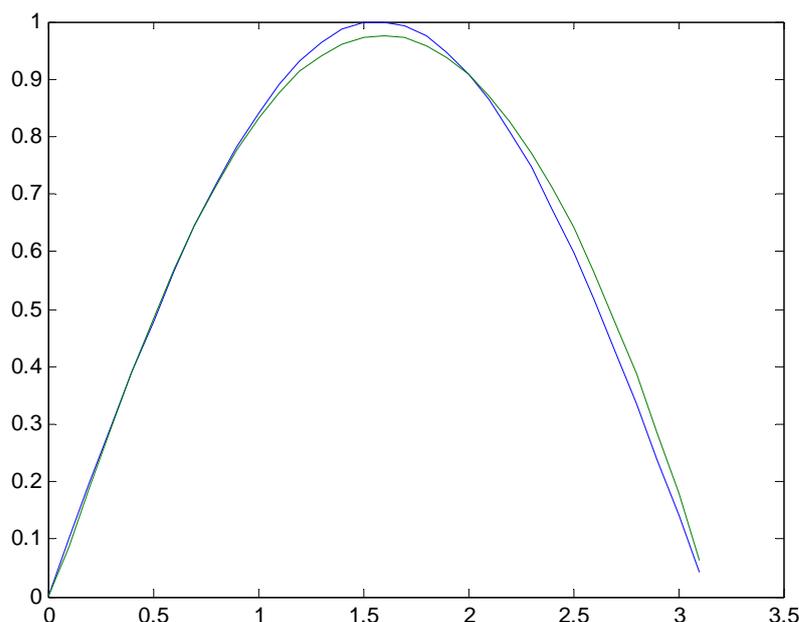
и имеет точность  $b^\alpha \varepsilon / \Gamma(\alpha)$ .

Приложение Curve Fitting Toolbox из MatLab [7] позволяет приближать данные при помощи параметрических моделей, в которых искомые параметры могут входить как линейно, так и нелинейно. Нами использовалась модель обобщенного полинома.

**Пример 2.** Интеграл первого порядка (Первообразная). Пусть выбран сигнал  $\cos(x)$  на отрезке  $[0, \pi]$ , на который наложен белый шум.

```
x = (0.0001:0.1:pi)';
gdata = cos(x)+0.01*(rand(size(x))-0.5);
%указывается тип аппроксимации
f = fittype('a*x^b+a1*x^b1+a2*x^b2');
gfit = fit(x,gdata,f)
%выводится график данного сигнала
plot(gfit,x,gdata);
%вычисляем параметры аппроксимации
a=-5.3722,b=0.5477,a1=-30.0188,b1=0.4332,a2=35.8832,b2=0.4213
%аппроксимация интеграла первого порядка
yapr=a/(b+1)*x.^(b+1)+a1/(b1+1)*x.^(b1+1)+a2/(b2+1)*x.^(b2+1);
yt=sin(x);
```

%выводится график интеграла первого порядка от сигнала и его аппроксимация  
plot(x,[yt,yappr]);



#### **Библиографический список**

1. Самко, С. Г. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения / С. Г. Самко, А. А. Килбас, О. И. Маричев. – Минск : Наука и техника, 1987. – 688 с.
2. Псху, А. В. Уравнения в частных производных дробного порядка / А. В. Псху. – М. : Наука, 2005. – 199 с.
3. Нахушев, А. М. Дробное исчисление и его применение / А. М. Нахушев. – М. : Физматлит, 2003. – 272 с.
4. Учайкин, В. В. Метод дробных производных / В. В. Учайкин. – Ульяновск : Артишок, 2008. – 512 с.
5. Тарасов, В. Е. Модели теоретической физики с интегро-дифференцированием дробного порядка / В. Е. Тарасов. – М. ; Ижевск : РХД, 2010. – 568 с.
6. Васильев, В. В. Дробное исчисление и аппроксимационные методы в моделировании динамических систем / В. В. Васильев, Л. А. Симак. – Киев : НАН Украины, 2008. – 256 с.
7. Дьяконов, В. П. MATLAB 6.0/6.1/6.5/6.5 + SP1 + Simulink 4/5. Обработка сигналов и изображений / В. П. Дьяконов. – М. : СОЛОН-Пресс, 2004. – 592 с.

## **МИНИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРНОСТИ КРИТЕРИАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

***И. А. Гарькина***

Пензенский государственный университет,  
i.a.naum@mail.ru, г. Пенза, Россия

Управление структурой и свойствами материала осуществляется изменением соответствующих рецептурно-технологических параметров, поэтому естественен подход к синтезу материалов как к задаче управления. Управление качеством мате-

риала производится на основе совокупности экспериментально определенных основных свойств. Требуемое число элементов этой совокупности устанавливается исходя из дифференциального порога при выделении классов качества (с обеспечением необходимого уровня соотношения сигнал/шум). Как правило, частные критерии (оценка полноты их множества носит субъективный характер) являются противоречивыми и зависимыми. Требуются методы для снижения размерности задач по оценке качества материала с одновременным определением совокупности независимых частных критериев.

Принципиально задача может быть решена методами регрессионного анализа. Однако возможные подходы ими не исчерпываются. Так, эффективным оказался предложенный К. Пирсоном метод главных компонент (метод собственного ортогонального разложения или дискретное КЛ-преобразование). Он состоит в отыскании многомерного эллипсоида рассеяния эмпирических данных в факторном пространстве (определяется расположением и длинами полуосей – главными направлениями и стандартными отклонениями в пространстве главных направлений).

Пусть  $\{x_{ui}\}$  – выборка значений первичных признаков ( $i = \overline{1, k}$ ,  $u = \overline{1, N}$ ,  $k$  – число признаков,  $N$  – число измерений). Вычислительный аппарат метода включает последовательное выполнение указанных ниже процедур.

1. Центрирование признаков (частных критериев):

$$\xi_{ui} = x_{ui} - \bar{x}_i,$$

где  $\bar{x}_i = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N x_{ui}$  – выборочное среднее  $i$ -го признака.

2. Определение матрицы ковариаций:

$$C = (c_{ij}) = \Xi^T \Xi,$$

где  $\Xi = (\xi_{ui})$  – матрица центрированных признаков.

3. Определение собственных значений  $\lambda_i$  и собственных векторов матрицы ковариаций (всегда имеет  $k$  действительных неотрицательных собственных значений, включая кратные).

4. Сортировка собственных векторов в порядке убывания собственных значений. Единичные собственные векторы, определяющие главные направления, составляют строки матрицы  $L$   $k$ -го порядка. Линейный однородный оператор с матрицей  $L$  осуществляет преобразование исходных центрированных данных в некоррелированные с убывающими дисперсиями [1, 2].

Важно отметить, что в отличие от метода наименьших квадратов в методе главных компонент предположение о нормальном распределении эмпирической информации не используется (применим для произвольных данных).

Понижение размерности (разделение исходных данных на содержательную часть и шумы) в рамках метода главных компонент достигается отбрасыванием направлений, соответствующих малым собственным значениям. По-видимому, общих правил выбора числа значимых главных компонент не существует (определяется величинами собственных значений матрицы ковариаций, задачами исследования (визуализация на плоскости или в пространстве), интуицией исследователя, и т.п.). Для оценки необходимого числа главных компонент использовался и эвристический вероятностный метод - правило сломанной трости. Он состоит в сравнении упорядоченных (по убыванию)  $k$  собственных значений матрицы ковариаций с длинами  $l_i$  «обломков трости» единичной длины, сломанной в  $(k-1)$ -й точке (координаты изломов распределены равномерно на отрезке  $[0; 1]$ ).

Очередное  $i$ -е главное направление считается значимым, если

$$\frac{\lambda_j}{trC} > l_j, \quad j = \overline{1, i},$$

где  $trC$  – след матрицы ковариаций.

Метод главных компонент использовался для оценки качества композиционных материалов со специальными свойствами [3]. В числе приоритетных критериев выделялись: прочность, плотность и пористость материала. Использовались полученные методами математического планирования эксперимента зависимости пористости  $q_1(x_1, x_2)$ , %, прочности при сжатии  $q_2(x_1, x_2)$ , МПа и плотности  $q_3(x_1, x_2)$ , кг/м<sup>3</sup> от кодированных объемных долей заполнителя (свинцовая дробь с диаметром 4-5 мм)  $x_1 \in [0,5; 0,6]$  и наполнителя (барит,  $S_{y0} = 250$  м<sup>2</sup>/кг)  $x_2 \in [0,35; 0,4]$ :

$$q_1(x_1, x_2) = 5,18 + 3,44x_1 + 0,96x_2 - 1,33x_1x_2 + 3,83x_1^2;$$

$$q_2(x_1, x_2) = 22,5 - 3,72x_1 + 1,43x_2 - 2,87x_1^2;$$

$$q_3(x_1, x_2) = 7143 - 147x_1 - 181,7x_1^2.$$

Определенная по экспериментальным значениям перечисленных показателей  $\xi_{ui}$  матрица ковариаций имеет вид:

$$C = \frac{1}{N-1} (\xi_{ui})^T (\xi_{ui}) = \begin{pmatrix} 0,169 & 0,023 & -1,35 \\ 0,023 & 0,220 & 0,149 \\ -1,35 & 0,149 & 21,5 \end{pmatrix}$$

собственные значения  $\lambda_i$  и собственные векторы  $v_i$  матрицы ковариаций:

$$\lambda_1 = 0,226, \quad v_1 = (0,221; 0,975; 0);$$

$$\lambda_2 = 0,077, \quad v_2 = (0,973; -0,221; 0,063);$$

$$\lambda_3 = 21,6, \quad v_3 = (-0,063; 0; 0,998).$$

Матрица перехода к главным компонентам  $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3$  имеет вид:

$$L = \begin{pmatrix} -0,063 & 0 & 0,998 \\ 0,221 & 0,975 & 0 \\ 0,973 & -0,021 & 0,063 \end{pmatrix};$$

главные компоненты связаны с исходными показателями  $q_1, q_2, q_3$  линейно:

$$\Gamma_1 = -0,063q_1 + 0,990q_3,$$

$$\Gamma_2 = 0,221q_1 - 0,975q_2,$$

$$\Gamma_3 = 0,973q_1 - 0,021q_2 + 0,063q_3.$$

В силу  $\lambda_3 \gg \lambda_1$  и  $\lambda_3 \gg \lambda_2$  значимая главная компонента единственна и соответствует главному направлению  $v_3$ ; вектор первого главного направления образует малый угол с осью третьей исходной переменной. Доминирующим является третий показатель (средняя плотность).

Эффективность метода главных компонент подтвердилась и при решении задач управления качеством лакокрасочных покрытий [4].

## Библиографический список

1. Айвазян, С. А. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности / С. А. Айвазян. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 607 с.
2. Эсбенсен, К. Анализ многомерных данных. Избранные главы / К. Эсбенсен ; пер. с англ. С. В. Кучерявского ; под ред. О. Е. Родионовой. – Казань : КазАСУ, 2008. – 158 с.
3. Гарькина, И. А. Управление качеством материалов со специальными свойствами / И. А. Гарькина, А. М. Данилов // Проблемы управления. – 2008. – № 6. – С. 67–73.
4. Данилов, А. М. Анализ показателей лакокрасочных покрытий методом главных компонент / А. М. Данилов, В. И. Логанина, В. А. Смирнов // Известия КГАСУ. – 2009. – № 1 (11). – С. 243–246.

## ПРОГРАММНАЯ ПОДДЕРЖКА СЕТЕЙ ПЕТРИ

*Б. А. Кирьяк, Ю. Ю. Горюнов*

Пензенский государственный университет,  
boriskiryak@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В последнее время с возрастающей сложностью и скоростью работы компьютеров потребность в сетях Петри при моделировании значительно возросла. Производительность системы в виде математической модели, преобразование этой модели в команды к компьютеру и выполнение компьютерной программы позволили моделировать более крупные и сложные системы, чем раньше. Это требует разработки программных средств для анализа моделей систем с помощью сетей Петри.

Основная задача анализа сетей Петри – задача достижимости: достижима ли маркировка  $M'$  из начальной маркировки  $M_0$  данной сети Петри [1].

Для ее решения имеется два основных подхода. Ниже будет рассмотрен подход, основанный на построении дерева достижимости.

Дерево достижимости представляет множество достижимости сети Петри [2]. Рассмотрим этот способ на примере следующей сети:

В начальной маркировке  $(1, 0, 0)$  разрешены два перехода  $t_1$  и  $t_2$ . Из маркировки  $(1, 1, 0)$  можно повторно запустить  $t_1$  (получая  $(1, 2, 0)$ ) и  $t_2$  (получая  $(0, 2, 1)$ );  $(0, 1, 1)$  можно запустить  $t_3$  (получая  $(0, 0, 1)$ ). Продолжая маркировку, вы приходите к результату, представленному на рисунке 1. Маркировка  $(0, 0, 1)$  пассивная: никакой переход не допускается. Маркировка  $(0, 1, 1)$ , порожденная запуск  $t_3$  в  $(0, 2, 1)$  уже был сформирован непосредственно из первого ознаменовало начало  $t_2$ .

Если эта процедура повторяется снова и снова, будет сгенерирована каждая достижимая маркировка, однако результирующее дерево может быть бесконечным. Будет генерироваться каждая маркировка из наборов достижимости, поэтому для любой сети Петри с бесконечным набором достижимости соответствующего дерева также должно быть бесконечным. Даже сеть Петри с конечным множеством достижимости может иметь бесконечное дерево. Дерево представляет все возможные последовательности переходов. Каждый путь в дереве, начинающийся с корня, соответствует корректной последовательности переходов.

Для превращения дерева в полезный инструмент анализа необходимо найти средства ограничения его до конечного размера. Доведение до конечного размера происходит при помощи двух операций:

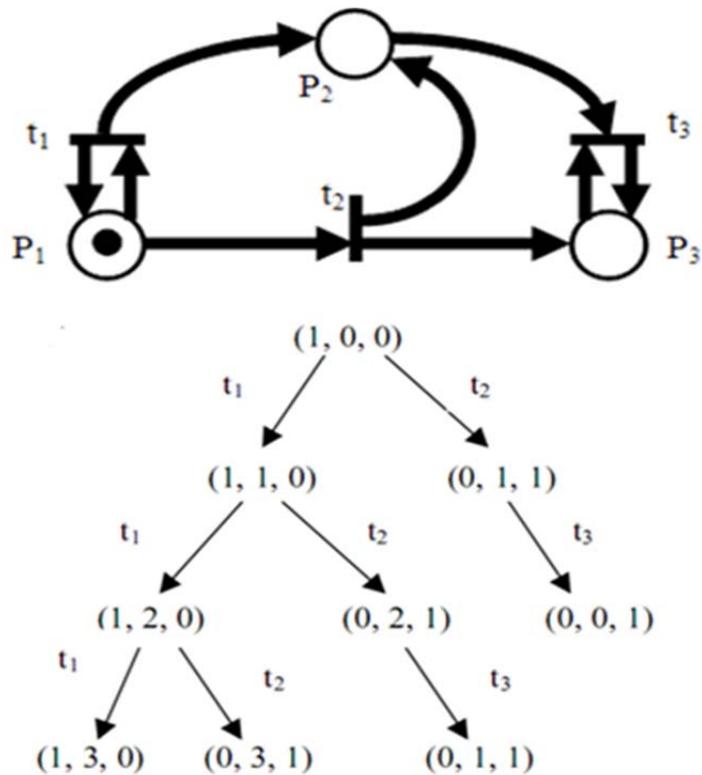


Рис. 1. Сеть Петри и пример построения графа достижимости

Первая из них – использование пассивной маркировки, называемой терминальными вершинами, и метки, ранее встречавшейся в дереве, называемой дублирующимися вершинами. В нашем примере маркировка  $(0, 0, 1)$  терминальная и  $(0, 1, 1)$  является дубликатом.

Вторая операция. Рассмотрим последовательность ходов переходов  $\sigma$ , начиная с начальной маркировки  $M_0$  и конца  $M'$ ,  $M' > M_0$ . Маркировка  $M'$  совпадает с маркировкой  $M_0$ , за исключением того, что она имеет некоторые «лишние» метки в некоторых положениях, то есть  $M' = M_0 + (M' - M_0)$  и  $(M' - M_0) > 0$ . Так как запуск переходов дополнительных меток не влияет на последовательность  $\sigma$  можно запустить снова, начиная с  $M'$ , приходя к маркировке  $M'$ . Так как эффект последовательности переходов  $\sigma$  добавлял метки  $M' - M_0$  к маркировке  $M_0$ , то он добавлял метки  $M' - M_0$  к маркировке  $M'$ , поэтому  $M'' = M' + (M' - M_0)$  или  $M'' = M_0 + 2(M' - M_0)$ . В общем случае последовательность  $\sigma$  может выполняться  $n$  раз, что приводит к маркировке  $M_0 + n(M' - M_0)$ .

В нашем примере можно запустить переход  $t_1$  столько раз, сколько необходимо, чтобы получить произвольное количество маркеров в  $P_2$ . Это бесконечное количество маркировки обозначается символом  $\omega$ . Для любого определим

$$\omega + a = \omega \quad \omega \vee \omega \quad \text{и} \quad < \omega, \quad \omega \leq \omega.$$

Этих операций с символом  $\omega$  достаточно для построения дерева.

Сети Петри ограничены, и только тогда, когда символ  $\omega$  не находится в дереве достижимости.

На основе данного метода была написана функция на языке Java, реализующая построение дерева достижимости сети Петри. Ниже представлена блок – схема, описывающая алгоритм работы функции построения дерева достижимости.



### Библиографический список

1. Котов, В. Е. Сети Петри / В. Е. Котов. – М. : Наука, 1984. – 160 с.
2. Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. – М. : Мир, 1984. – 264 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ТЕОРИИ СТАРЕНИЯ ПРИ МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Е. И. Куимова*

Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия

В изучении долговечности строительных материалов существенную роль играет наиболее полный учет всех их возможностей и реальных свойств. В частности, весьма важно правильное понимание нестационарного поведения, связанного с изменением свойств в процессе старения. Л. Больцманом и В. Вольтерра были сформулированы линейные зависимости, получившие название наследственных. Ими был создан достаточно общий математический аппарат, который в дальнейшем лег в основу наследственной теории старения.

Наиболее общая формулировка соотношения наследственного типа между величинами, физический смысл которых в принципе может быть любым, состоит в следующем. Значение величины  $V(t)$  (реакции) в момент времени  $t$  определяется не только величиной  $U(t)$  (воздействия) в тот же момент, но также всей историей изменения функции воздействия  $U(\tau)$ ,  $\tau \in (-\infty, t)$ . Вместо приведенной словесной формулировки можно пользоваться символической записью

$$V = F_{-\infty}^t(U). \quad (1)$$

Символ функционала  $F_{-\infty}^t(U)$  обозначает задание определенного способа, позволяющего найти для любого  $t$  значение  $V(t)$ , если известно  $U(\tau)$ ,  $\tau \in (-\infty, t)$ , и только, без конкретизации того, в чем этот способ может состоять. В качестве функционала будем рассматривать линейные операторы специального вида, а именно, интегральные операторы Вольтерра. Определим оператор Вольтерра  $K^*$  следующим образом:

$$K^*U = \int_{-\infty}^t K(t, \tau)U(\tau)d\tau.$$

Функция  $K(t, \tau)$  называется ядром оператора  $K^*$ . Для приложения особый интерес представляет оператор, являющийся суммой постоянной величины и оператора Вольтерра, поэтому предметом рассмотрения будут служить определяющие уравнения вида

$$V = (1 + K^*)U$$

или

$$V(t) = U(t) + \int_{-\infty}^t K(t, \tau)U(\tau)d\tau. \quad (2)$$

Для того, чтобы эта формула имела смысл, необходимо только, чтобы фигурирующий в ней интеграл существовал, таким образом, воздействие  $U(t)$  не обязательно есть непрерывная функция своего аргумента. Соотношение (2) может быть получено в результате следующих рассуждений. Будем считать, что величина  $V$

в данный момент времени  $t$  представляет из себя сумму двух слагаемых. Первое слагаемое – мгновенная составляющая – пропорциональна величине  $U$  в данный момент. Второе слагаемое – унаследованная составляющая, которая вычисляется следующим образом. Воспоминание о состоянии свойства покрытия между моментами времени  $\tau$  и  $\tau + d\tau$ , принадлежащих прошлому, должно быть пропорционально величине свойства покрытия в момент  $\tau$  ( $y(\tau)$ ) и продолжительности интервала  $d\tau$ , величину  $y(\tau) \cdot d\tau$  нужно умножить на функцию забывания  $K(t, \tau)$ . Если  $K(t, \tau)$  стремится к конечному пределу при  $t \rightarrow \infty$  и при этом приближается к этому пределу достаточно быстро, то можно считать, что результат предыдущего воздействия сводится к добавлению аддитивной составляющей.

При описании изменения свойств строительных материалов с помощью теорий наследственного типа ядра определяются экспериментально и аппроксимируются некоторыми заранее выбранными функциями, содержащими необходимое число неопределенных параметров.

Если свойства материала меняются во времени в результате протекания некоторых внутренних процессов и внешних воздействий среды, то материал должен хранить к данному моменту времени  $t$  воспоминание не только о тех воздействиях, которым он подвергался в момент  $\tau$ , но и о состоянии материала в тот момент. Поэтому старение покрытий можно описывать с помощью ядер типа

$$K(t, \tau) = \varphi(\tau) \cdot f(t - \tau). \quad (3)$$

При внезапном однократном изменении приложенных поверхностных сил материал подвергается двум не одновременно происходящим изменениям неоднородного напряженного состояния, которые накладываются одно на другое. После первого приложения напряжения, но перед тем как наступило второе, поведение материала будет зависеть от времени, а также от величины приложенного вначале напряжения. Рассмотрим теперь ситуацию, которая возникнет через сколь угодно малый интервал времени после внезапного приложения второго напряженного состояния. Поведение материала будет зависеть не только от второго изменения внешних усилий, но и от продолжающегося зависящего от времени первого приложенного уровня напряжений.

Как известно, поведение упругого материала в любой момент времени зависит только от суммарного уровня напряжений. Таким образом, рассматриваемый материал более общего вида обладает свойством, которое можно назвать эффектом памяти. При этом поведение материала определяется не только текущим напряженным состоянием, но и всеми прошлыми напряженными состояниями, так что, вообще говоря, материал ‘запоминает’ эти прошлые состояния.

Стареющие материалы характерны тем, что их свойства меняются во времени, т.е. возраст к моменту воздействия напряжения оказывает влияние на прочность, упругомгновенные деформации и другие характеристики материала. Процесс старения может происходить или за счет протекающих в них физико-химических превращений или под действием различного рода полей, например, температурного поля, УФ-облучения, радиации и др.

Достоинством данной теории, несомненно, является возможность использования расчетного аппарата наследственной теории старения для описания процесса длительного деформирования различных строительных материалов. Основным недостатком теории являются погрешности при описании сложных режимов изменения напряженного состояния во времени, связанные с применением принципа наложения.

### Библиографический список

1. Логанина, В. И. Учет наследственного фактора при оценке старения защитно-декоративных покрытий наружных стен зданий / В. И. Логанина, Л. П. Оrentлихер, А. М. Данилов, Е. И. Куимова // Известия вузов. Строительство. – 2002. – № 1. – С. 43–45.
2. Оrentлихер, Л. П. О роли наследственного фактора в формировании и кинетике изменения свойств защитно-декоративных покрытий наружных стен зданий / Л. П. Оrentлихер, В. И. Логанина, А. М. Данилов, Е. И. Куимова // Пластические массы. – 2002. – № 4. – С. 23–26.

## ПРИМЕНЕНИЕ HDR ВЕКТОРОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕКСТА

*Д. С. Мазилкин, Д. А. Трокоз*

Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия

HDRV (High-Dimensional Random Vectors) это одно из возможных представлений данных, при котором разрядность и порядок данных не сильно влияет на результат. Основную роль при таком представлении играют отношения между объектами, а не сами объекты.

### Представление объектов случайными векторами

Когда необходимо представлять что-либо новое, не состоящее из вещей, уже представленных в системе, произвольно создается вектор, который и будет представлять объект. Из-за гиперразмерности новый случайный вектор будет не связан со всеми векторами, которые уже имеют смысл. В математических терминах он приблизительно ортогонален векторам, которые уже используются. Легкость создания почти ортогональных векторов является основной причиной использования гиперразмерного представления.

#### Свойства HDR векторов.

##### Гиперразмерность

Т.е. с количество разрядов  $\geq 10000$ . В англоязычной литературе используют термин *hyperdimensional* (высокоразмерных).

##### Прочность

Достигается путем избыточного представления данных. Что позволяет допускать некоторое количество ошибок в данных. При этом, чем больше разрядность, тем больше ошибок допускается.

##### Независимость от позиции, целостное представление данных

Информация распределяется «одинаково» по всему вектору. Когда бит прерывается, информация ухудшается по отношению к числу неудачных бит независимо от их положения. Такое представление называется целостным и обеспечивает большую надежность.

##### Хаотичность

Вектора получены случайным образом. Обоснование подобного заключается в том, что, если случайное происхождение может привести к совместимым системам, несовместимость оборудования перестанет быть проблемой.

Существующие шаблоны могут приводить к появлению новых посредством преобразований различных видов.

**Сумма HDR векторов**

Сумма-вектор (или средний вектор) обладает свойством быть похожим на все вложенные векторы. Таким образом, элементы «видимы» в представлении множества.

**Умножение векторов**

Покомпонентное Exclusive-Or (XOR) это наиболее базовое и простое умножение двоичных векторов. При умножении вектора  $X$  на  $A$  вектор произведения  $XA = A * X$ , находится так далеко от  $X$ , сколько единиц в  $A$ . Если  $A$  является типичным (случайным) вектором пространства, то около половины его битов единицы, и поэтому  $XA$  находится в части пространства, которое является не связанный с  $X$  в терминах критерия расстояния. Таким образом, мы можем сказать, что умножение создает новый случайный вектор.

Когда множество точек преобразуются путем умножения на один и тот же вектор, расстояния сохраняются – это подобно перемещению созвездия точек в другую часть пространства при сохранении отношений (расстояний) между ними.

### **Применение**

Рассмотренные свойства и операции могут применяться в когнитивных функциях высокого уровня, таких как аналогия и грамматическое использование языка, где отношения между объектами важнее самих объектов.

Например, представим каждое слово из некоего множества слов в виде гипервектора. Зная о том, что сумма векторов похожа на каждый элемент суммы, можно сгруппировать слова в смысловые группы и вычислить их сумму получив вектор, описывающий каждое слово в группе. Тогда при необходимости сравнения двух текстов вместо сравнения слов можно сравнивать вектора сумм, в которые входит каждое слово. В этом случае сравнение будет давать “совпадение” не только при посимвольном дублировании, но и при смысловом. По этому же принципу можно реализовать распознавание слов с опечатками или на других языках.

Так же можно сгруппировать слова по определенной тематике, просуммировать их и получить вектор, отражающий все слова относящиеся к данной теме. Это позволит сравнением вектора суммы, представляющим определенную тематику и вектора суммы всех слов текста определять принадлежность текста к этой тематике. Необходимо учитывать, что текст, особенно большой длины, может относиться к нескольким темам. В этом случае можно учитывать расстояние между векторами.

Использование гипервекторов в этих случаях будет более эффективно, чем простое векторное представление за счет большей устойчивости гипервекторов к многократным преобразованиям.

К недостаткам этих способов можно отнести необходимость генерирования и хранения векторов, а так же распределение по группам множества слов.

### **Библиографический список**

1. Pentti, K. Hyperdimensional Computing: An Introduction to Computing in Distributed Representation with High-Dimensional Random Vectors / K. Pentti. – URL: <https://link.springer.com/journal/12559>
2. Ross, W. G. A distributed basis for analogical mapping / W. G. Ross, D. L. Simon. – URL: [https://www.academia.edu/182938/A\\_distributed\\_basis\\_for\\_analogical\\_mapping](https://www.academia.edu/182938/A_distributed_basis_for_analogical_mapping)

# ПОСТРОЕНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ ЭРМИТОВЫХ СПЛАЙНОВ

*П. П. Макарычев*

Пензенский государственный университет,  
makpp@yandex.ru, г. Пенза, Россия

Во многих задачах интерполяции сложных сигналов и функциональных зависимостей используют локальные и натуральные сплайны Эрмита нечеткого порядка [1, 2, 3]. При построении локального сплайна задают фиксированное равномерное разбиение отрезка  $[a, b]$  с шагом  $h = (b - a) / N$ :

$$\Delta_N[a, b]: a = t_0 < t_1 < \dots < t_N = b. \quad (1)$$

Вводят систему базисных степенных функций следующего вида [1]:

$$f_j(t) = (|t| - |t - h|)^j, \quad j = 0, 1, 2, 3. \quad (2)$$

Несложно убедиться, что базисные функции системы (2) обладают следующими свойствами:

$$\begin{cases} f_0(t) = 1; \\ f_1^{(1)}(t) = \\ f_m^{(1)} = mf_{m-1}(t)f_h(t), \end{cases} \quad f_h(t) = \begin{cases} 2, & 0 \leq t \leq h; \\ 0, & t < 0, t > h, \end{cases}$$

где (1) – символ первой производной.

В явном виде многочлен, заданный на интервале  $[t_{i-1}, t_i]$ , с использованием базисных функций запишется следующим образом:

$$p_i(t) = \sum_{j=0}^m c_{i,j} (|t - t_{i-1}| - |t - t_i|)^j, \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (3)$$

Параметры многочлена  $p_i(t)$  определяются интерполяционными и краевыми условиями для сплайна  $s(t)$ , которые записываются в следующем виде:

$$s^{(v)}(t_i) = F^{(v)}(t_i), \quad 0 \leq v \leq m - k, \quad i = 0, 1, 2, \dots, N, \quad (4)$$

где  $k$  – дефект локального сплайна,  $F(t)$  – исходная функция.

Сплайн  $s^{(v)}(t_i)$  определяется на всем заданном интервале  $[t_0, t_N]$  и рассматривается как локальный сплайн Эрмита. Однако при решении задач интерполяции часто требуется определить сплайн  $s^{(v)}(t_i)$  на всей оси  $[-\infty, +\infty]$ , т.е. построить натуральный сплайн Эрмита.

Для построения натурального локального сплайна Эрмита необходимо «подклеить» к локальному сплайну  $s(t)$  слева в точке  $a$  многочлен  $p_a(t)$  и справа в точке  $b$  многочлены  $p_b(t)$  степени  $k - 1$ , где  $k$  – дефект локального сплайна. При этом необходимо выполнить условия [4, 5]:

$$\begin{aligned} p_a^{(v)}(a) = s^{(v)}(a), \quad p_b^{(v)}(b) = s^{(v)}(b) = 0; \\ v = 0, 1, \dots, k - 1. \end{aligned} \quad (5)$$

В результате получим натуральный сплайн, определенный на всей оси абсцисс и имеющий непрерывные производные до  $(k-1)$  порядка включительно. На частных интервалах  $[-\infty, a]$ ,  $[b, \infty]$  будет выполняться условие:

$$s^{(v)}(t) \equiv 0 \text{ при } v \geq k.$$

Построить многочлены  $p_a(t), p_b(t)$ , удовлетворяющих условию (5), на основе базисных функций (2) невозможно. Для построения многочлена  $p_a(t)$  можно ввести базисные функции следующего вида:

$$f_{a,j}(t) = (t - |t|)^j, \quad j = 0, 1, \dots \quad (6)$$

Для построения многочлена  $p_b(t)$ , удовлетворяющего условию (5), можно ввести базисные функции следующего вида:

$$f_{b,j}(t) = (|t| + t)^j, \quad j = 0, 1, \dots \quad (7)$$

Графики базисных функций  $f_{b,j}(t)$ ,  $j = 0, 1, 2, 3$ . приведены на рис. 1.

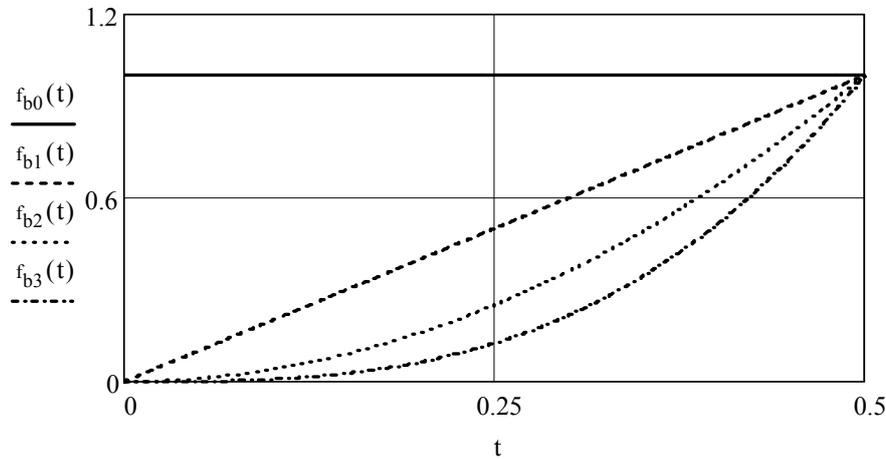


Рис. 1. Графики базисных функций

В соответствии с выражениями (6, 7) многочлены  $p_a(t), p_b(t)$  запишутся следующим образом:

$$p_a(t) = \sum_{j=0}^{m-k} c_{a,j} ((t-a) - |t-a|)^j = \sum_{j=0}^{m-k} c_{a,j} f_{a,j}(t-a); \quad (8)$$

$$p_b(t) = \sum_{j=0}^{m-k} c_{b,j} (|t-b| + (t-b))^j = \sum_{j=0}^{m-k} c_{b,j} f_{b,j}(t-b). \quad (9)$$

Параметры многочленов  $p_a(t), p_b(t)$  должны удовлетворять краевым условиям:

$$s^{(v)}(a-0) = F^{(v)}(a), \quad s^{(v)}(b+0) = F^{(v)}(b), \quad v = 0, 1, \dots, (m-k). \quad (10)$$

Параметры многочлена  $p_a(t)$  определяются из выражений (8, 10) решением системы уравнений:

$$\left[ \sum_{j=0}^{m-k} c_{a,j} f_{a,j}(a-0) \right]^{(v)} = F^{(v)}(a), \quad v = 0, 1, \dots, (m-k)$$

Параметры многочлена  $p_b(t)$  определяются из выражений (9, 10) решением системы уравнений:

$$\left[ \sum_{j=0}^{m-k} c_{b,j} f_{b,j}(b+0) \right]^{(v)} = F^{(v)}(b), \quad v = 0, 1, \dots, (m-k).$$

Системы базисных функций (6, 7) обладают свойствами, аналогичными свойствам базисных функций [2]. Поэтому при «подклейке» многочлена  $p_a(t)$  из сплайна  $s(t)$  необходимо вычесть значение функции  $F(t)$  в точке  $t = a$ , а при «подклейке» многочлена  $p_b(t)$  вычесть значение функции  $F(t)$  в точке  $t = b$ . Окончательно натуральный сплайн Эрмита запишется в следующем виде:

$$s(t) = p_a(t) + p_b(t) + \sum_{i=1}^N p_i(t) - \sum_{i=1}^N F(t_i).$$

Анализ результатов генерации импульсных сигналов, описываемых кусочно-линейными функциями, показывает, что максимальная относительная ошибка не превышает  $10^{-5}$ . Максимальная относительная ошибка аппроксимации одного периода гармонического сигнала при 5 точках интерполяции составляет  $\approx 1\%$ .

#### Библиографический список

1. Макарычев, П. П. Модели функциональной зависимости в виде локального сплайна Эрмита / П. П. Макарычев // Актуальные вопросы современной науки: теория и практика научных исследований : сб. науч. тр. Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. технол. ун-та, 2017. – 565 с.
2. Завьялов, Ю. С. Методы сплайн-функций / Ю. С. Завьялов, Б. И. Квасов, В. Л. Мирошниченко. – М. : Наука, 1980. – 355 с.
3. Бахвалов, Н. С. Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. – М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2011. – 640 с.
4. Макарычев, П. П. Построение моделей динамических систем с применением В-сплайнов / П. П. Макарычев. – Пенза, 2011. – С. 427–429.
5. Макарычев, П. П. Моделирование многокомпонентных систем на основе маркированных графов / П. П. Макарычев, М. А. Волгина : монография. – Пенза : Изд-во ПГУ. – 2011. – 155 с.

## АЛГОРИТМ МЕТОДА НЕСТЕРОВА ДЛЯ РЕШЕНИЯ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ НА СЕТЯХ РАДИАЛЬНЫХ БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ

*В. А. Николаева*

Пензенский государственный университет,  
insassin@gmail.com, г. Пенза, Россия

Дифференциальные уравнения широко применяются в различных областях науки и техники. В настоящее время особый интерес вызывает нейросетевой подход к решению дифференциальных уравнений в частных производных. В частности, сети радиально-базисных функций (СРБФ), активно используются при решении задач приближения функций [1, 2]. В данной работе производится экспериментальное сравнение метода градиентного спуска с методом Нестерова.

Сеть радиальных базисных функций включает в себя два слоя [1]. В скрытом слое происходит нелинейное преобразование входных значений с первого слоя с помощью РБ-функций. Выходной слой производит линейное суммирование значений скрытого слоя с весами и подает значение на выход сети.

Графическая структура СРБФ представлена на рис. 1, где  $\mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]$  – входной вектор значений,  $\varphi_i$  – используемая РБ-функция,  $r = \|\mathbf{x} - \mathbf{c}_k\|$  – Евклидова норма, задающая расстояние между точкой  $\mathbf{x}$  и центром  $\mathbf{c}$  РБ-функции,  $\mathbf{a} = [a_1, a_2, \dots, a_n]$  – ширина радиальных базисных функций.

СРБФ осуществляет отображение вида  $F: \mathbf{x} \rightarrow y$ . Выход сети описывается выражением  $f(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^N w_i \varphi(\|\mathbf{x} - \mathbf{c}_i\|, a_i)$ , где  $N$  – количество РБ-функций скрытого слоя,  $\mathbf{w} = [w_1, w_2, \dots, w_n]$  – веса линейного сумматора. В качестве РБФ часто используется функция Гаусса, в двумерном случае имеющая вид

$$\varphi(\|\mathbf{x} - \mathbf{c}_i\|, a_i) = \exp\left(-\frac{\|\mathbf{x} - \mathbf{c}_i\|^2}{2a_i^2}\right)$$

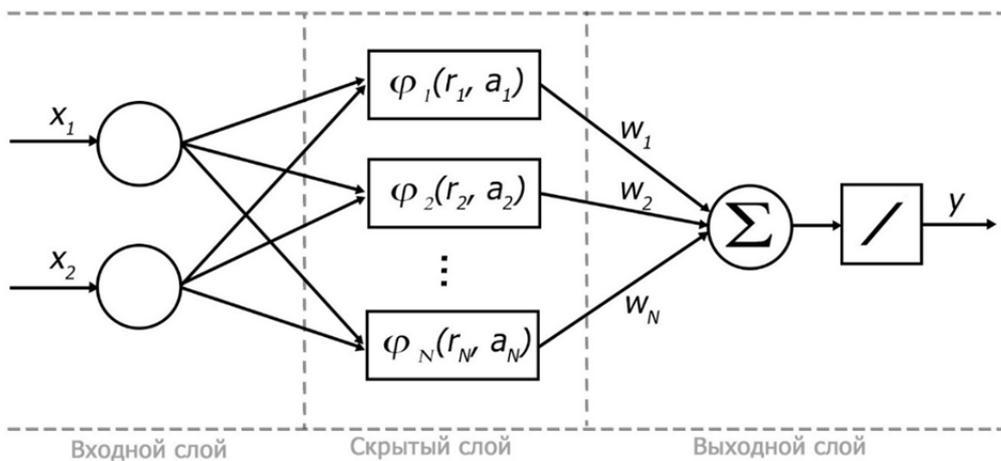


Рис. 1. Структура РБФ-сети

В обычном методе градиентного спуска на каждом шаге итерации следующее приближение получается из предыдущего вычитанием вектора градиента, умноженного на шаг  $\eta_k$

$$\boldsymbol{\theta}^{(k)} = \boldsymbol{\theta}^{(k-1)} - \eta^{(k)} \nabla_{\boldsymbol{\theta}} Q(\boldsymbol{\theta}^{(k-1)}, \mathbf{X}),$$

где  $Q(\boldsymbol{\theta}^{(k-1)}, \mathbf{X})$  – функционал ошибки алгоритма.

Выражение для  $j$ -ой компоненты градиента, таким образом, содержит суммирование по всем объектам обучающей выборки

$$\frac{\partial Q}{\partial \theta_j} = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n x_i^j (\langle \boldsymbol{\theta}, x_i \rangle - y_i).$$

Итерации прекращаются при достижении определенного условия, например,  $\|\boldsymbol{\theta}^{(k)} - \boldsymbol{\theta}^{(k-1)}\| < \varepsilon$ .

Существует множество оптимизационных алгоритмов, рассмотрим **метод Нестерова**, основная идея которого заключается в использовании метода спуска с моментом [3, 4]. Изменения параметров происходят по формуле:

$$\boldsymbol{\theta}^{(k)} = \boldsymbol{\theta}^{(k-1)} - \mathbf{v}^{(k)},$$

где  $\mathbf{v}^{(k)}$  – вектор изменения параметров сети (скорость движения).

Однако вычисляется градиент по уже измененным параметрам, а не исходным. Формула имеет вид:

$$\mathbf{v}^{(k)} = \gamma \mathbf{v}^{(k-1)} + \eta_{\theta} \nabla_{\theta} Q(\boldsymbol{\theta}^{(k-1)} - \gamma \mathbf{v}^{(k-1)}),$$

где  $\gamma$  – коэффициент сохранения скорости,  $\boldsymbol{\theta}^{(k-1)}$  – вектор параметров,  $\mathbf{v}^{(k-1)}$  – вектор значений на прошлой итерации. Очевидные плюсы алгоритма Нестерова в том, что возможно "перепрыгивать" некоторые локальные минимумы.

В ходе исследовательской работы решалась задача приближения двумерного уравнения Пуассона

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} = f(x_1, x_2), \quad (x_1, x_2) \in \Omega,$$

$$u = p(x_1, x_2), \quad (x_1, x_2) \in \partial\Omega,$$

где  $\partial\Omega$  – граница области;  $f$  и  $p$  – известные функции  $(x, y)$

$$f(x_1, x_2) = \sin(\pi x_1) \cdot \sin(\pi x_2), \quad p(x_1, x_2) = 0.$$

Уравнение Пуассона имеет аналитическое решение

$$u(x_1, x_2) = -\frac{1}{2\pi^2} \sin(\pi x_1) \cdot \sin(\pi x_2).$$

Обучение РБФ-сети представляет собой минимизацию функционала ошибки, представляющего собой сумму квадратов невязок во внутренних и граничных пробных точках

$$I = \frac{1}{2} \left[ \sum_{i=1}^N \left( \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_2^2} - f_i \right)^2 + \lambda \cdot \sum_{j=1}^K (u_j - p_j)^2 \right],$$

где  $N$  – число внутренних пробных точек;  $K$  – число граничных пробных точек;  $\lambda$  – штрафной множитель, большое число.

Рассматривая приближенное решение как выход РБФ-сети в точке  $\mathbf{x} = [x_1, x_2]^T$ , получим приближенное решение  $v(\mathbf{x}) = \sum_{k=1}^{n_{RBF}} w_k \Phi_k(\mathbf{x})$ .

В качестве РБ-функции применим Гауссиан. Лапласиан, вычисленный на приближенном решении, имеет вид

$$\Delta v_i = \sum_{k=1}^{n_{RBF}} w_k e^{-\frac{\|\mathbf{x} - \mathbf{c}_k\|^2}{2a_k^2}} \cdot \left( \frac{\|\mathbf{x} - \mathbf{c}_k\|^2 - 2a_k^2}{a_k^4} \right).$$

Процесс обучения сети продолжается до тех пор, пока не будет выполнено условие, имеющее вид

$$\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N (\Delta v_i - f_i)^2}}{N} + \frac{\sqrt{\lambda \sum_j^K (v_j - p_j)^2}}{K} < \varepsilon.$$

Среднеквадратическая погрешность решения на сети относительно аналитического решения рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_{\text{реш}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{N+K} (v_i - u_{ai})^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N+K} u_{ai}^2}}$$

Область решения задачи:  $x_1, x_2 \in [0; 1]$ . Сеть обучалась до значения средне-квадратического функционала ошибки в 0.01 или до достижения 10000 итераций.

Результаты тестирования алгоритмов:

- *Метод градиентного спуска* закончил обучение, достигнув значение ошибки в 0.00994975711211 за 32 итерации. Время работы: 7min 2s

- *Метод Нестерова* закончил обучение, достигнув значение ошибки в 0.00841741036469 за 8 итераций. Время работы: 2min 4s

Обучение осуществлялось на машине с OS: Windows 10, RAM: 6 GB, CPU: Intel(R) Core(TM) i3-4030U CPU @ 1.90GHz.

Анализируя результаты, отметим, что алгоритмом Нестерова были достигнуты значительные результаты – время работы сократилось примерно в 3,5 раза, а число итераций в 4. Несмотря на значительные результаты, метод Нестерова имеет некоторые минусы – он нуждается в тщательной настройке параметров, что требует некоторого терпения и времени. Также существует проблема выбора начальных параметров.

#### Библиографический список

1. Kriesel, D. A Brief Introduction to Neural Networks / D. Kriesel. – URL: [http://www.dkriesel.com/\\_media/science/neuronalenetze-en-zeta2-2col-dkrieselcom.pdf](http://www.dkriesel.com/_media/science/neuronalenetze-en-zeta2-2col-dkrieselcom.pdf)
2. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М. : Вильямс, 2006. – 1104 с.
3. URL: <http://ruder.io/optimizing-gradient-descent/index.html#gradientdescentvariants>
4. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, 2016, Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning series). – URL: <http://www.deeplearningbook.org/>

## МЕТОД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ДИРИХЛЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА

***Е. С. Новоженова, А. Е. Семисчастнов, О. Э. Яремко***

Пензенский государственный университет,  
yaremki@mail.ru, г. Пенза, Россия

В математике задачей Дирихле является задача нахождения функции, которая удовлетворяет заданному дифференциальному уравнению в частных производных (PDE) в данной области и которая принимает предписанные значения на границе области. Задача Дирихле может быть решена для многих PDE, хотя первоначально она была поставлена для уравнения Лапласа. В этом случае проблема может быть сформулирована следующим образом: дана функция  $f$ , определенная на границе некоторой области из  $R^n$ . Существует ли уникальная непрерывная функция  $u$  дважды непрерывно дифференцируемая в области и непрерывная вплоть до границы, такая, что  $u$  является гармонической в области и  $u = f$  на границе? Это требование называ-

ются Дирихле граничные условия. Главной проблемой является доказательство существования решения; единственность может быть доказана с помощью принципа максимума. Для ограниченных областей, задача Дирихле может быть решена с помощью Перрона метод, который опирается на принцип максимума для субгармонических функций. Этот подход описан во многих учебниках [1]. Этот метод не имеет хорошей численной реализации.

Точные формулы решения задачи Дирихле для уравнения Лапласа имеются только для областей канонической формы, поэтому актуальна проблема нахождения приближенных формул.

Рассмотрим случай функции двух переменных в ограниченной области, расположенной в правой полуплоскости. Пусть граница области допускает параметризацию  $\Gamma = \{(x, y) : x = x(t), y = y(t), t \in [\alpha, \beta]\}$ . В методе фундаментальных решений [3] ищется аппроксимация функции  $u$  в виде взвешенной суммы ядер Пуассона:

$$u = \sum_{k=1}^n w_n \frac{x + a_n}{(x + a_n)^2 + (y - c_n)^2},$$

здесь  $w_n$  - веса,  $a_n$  - ширина окна,  $c_n$  - центр окна. Удовлетворим условие Дирихле. Для этого методом наименьших квадратов вычислим параметры аппроксимации на множестве пробных точек  $\{t_j\}$ :

$$I = \sum_{j=1}^N \left| f(x(t_j), y(t_j)) - \sum_{k=1}^n w_n \frac{x(t_j) + a_n}{(x(t_j) + a_n)^2 + (y(t_j) - c_n)^2} \right|^2 \rightarrow \min.$$

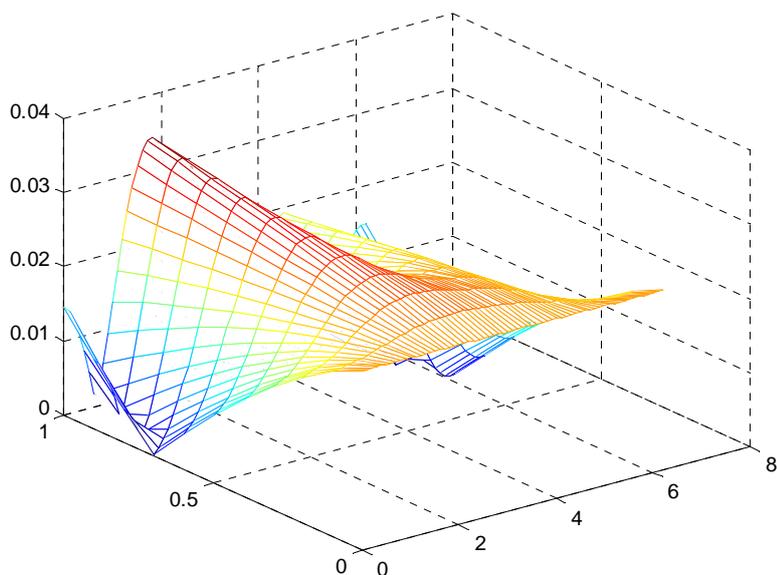
Реализация данного алгоритма выполнялась приложением Curve Fitting Toolbox из MatLab [2]. Оно позволяет приближать данные при помощи параметрических моделей, в которых искомые параметры могут входить как линейно, так и нелинейно.

**Пример.** Задача Дирихле для эллипса  $x = 2 + \cos t, y = 0.1 \sin t, t \in [0, 2\pi]$ . Теоретическое значение выбиралось равным:

$$u = \operatorname{arctg} \frac{y+1}{x+1} - \operatorname{arctg} \frac{y-1}{x+1}.$$

Выполним параметризацию границы области, получим краевое значение gdata.

```
x = (0:0.1:2*pi)';
gdata=atan((1+0.1*sin(x))./(3+cos(x)))+atan((1-
0.1*sin(x))./(3+cos(x))+0.1*(rand(size(x))-0.5);
%указываем тип аппроксимации
f = fitype('a*(2+b+cos(x))./((2+b+cos(x)).^2+(0.1*sin(x)-c).^2)^(-1)');
gfit = fit(x,gdata,f,'StartPoint',[1 1 1])
%график исходного массива и его аппроксимация
plot(gfit,x,gdata)
a = -0.0011 , b = -9.7255, c = -4.4252
[x,y]=meshgrid(0:0.1:2*pi,0:0.1:1);
%Теоретическое решение внутри эллипса
uteor=atan((1+0.1*y.*sin(x))./(3+y.*cos(x)))+atan((1-0.1*y.*sin(x))./(3+y.*cos(x)));
%аппроксимация решения
uapr=a*(2+b+y.*cos(x))./((2+b+y.*cos(x)).^2+(0.1*y.*sin(x)-c).^2).^(-1);
%график погрешности
mesh(x,y,abs(uteor-uapr));
```



### Библиографический список

1. Уроев, В. М. Уравнения математической физики / В. М. Уроев. – М. : Яуза, 1998. – 373 с.
2. Дьяконов, В. П. MATLAB 6.0/6.1/6.5/6.5 + SP1 + Simulink 4/5. Обработка сигналов и изображений / В. П. Дьяконов. – М. : СОЛОН-Пресс, 2004. – 592 с.
3. Купрадзе, В. Д. Метод функциональных уравнений для приближенного решения некоторых граничных задач / В. Д. Купрадзе, М. А. Алексидзе // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 1964. – Т. 4, № 4. – С. 683–715.

## ЧИСЛЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛЕГИРУЮЩЕЙ ПРИМЕСИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИНИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ТЕНЗОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

*Е. А. Рыблова, В. С. Волков*

Пензенский государственный университет,  
Elizaveta.ryblova@mail.ru, г. Пенза, Россия

Наряду с высокой чувствительностью и миниатюрностью, полупроводниковые тензочувствительные элементы (ПТЧЭ) характеризуются значительной температурной погрешностью тензочувствительности, которая зависит от концентрации легирующей примеси [1–4].

Поскольку модель зависимости тензочувствительности от концентрации примеси (бора) и температуры известна, то оптимальное значение концентрации, соответствующее минимальной погрешности тензочувствительности, может быть определено графическим методом, как это сделано в работах [5–7]. Данное значение для кремниевых тензорезисторов, легированных бором, составило  $5 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ . Одна-

ко точность данного способа невысока, поэтому представляет интерес определение искомой концентрации численным методом (аналитическое решение в данном случае невозможно из-за сложности модели).

Для численного решения поставленной задачи был предложен следующий алгоритм, реализованный в программе MathCad, блок-схема которого представлена на рис. 1.

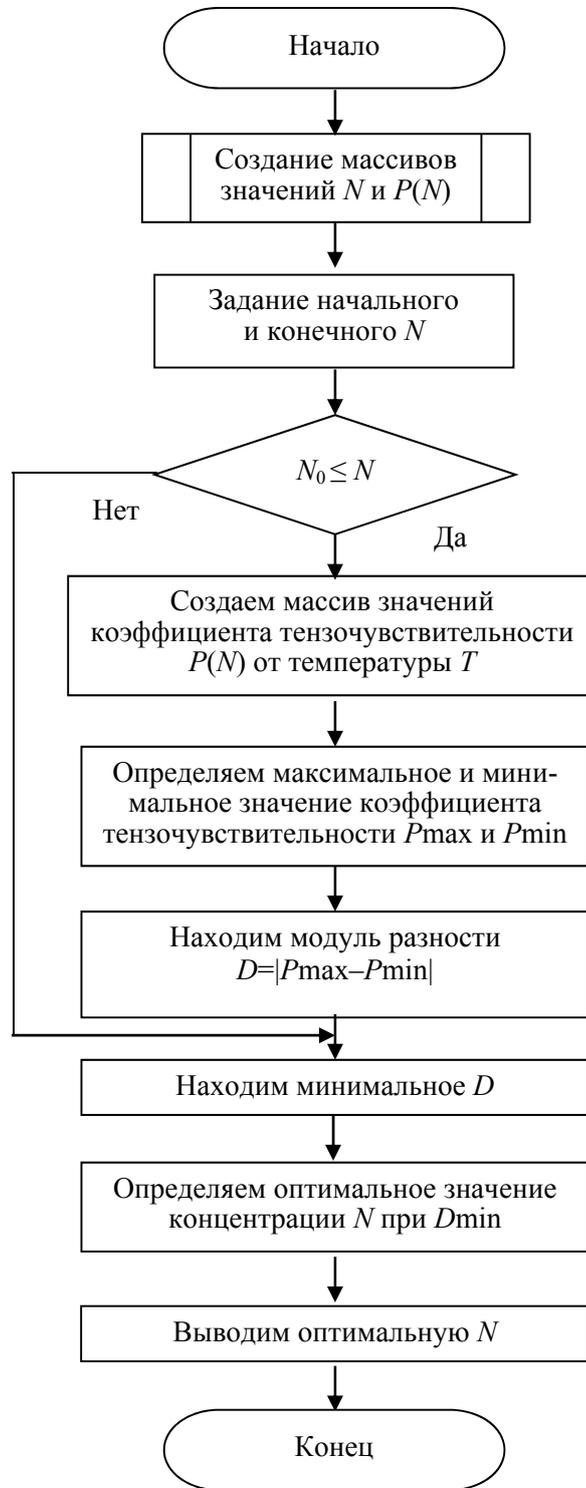


Рис. 1. Блок-схема алгоритма нахождения численного значения оптимальной концентрации примеси

1. Задаем массив значений главного тензорезистивного коэффициента ( $P(N)$ ) как функция зависимости от температур от  $T_{min} = 200$  К до  $T_{max} = 500$  К, с шагом 1.
2. Задаем начальное значение концентрации  $4 \cdot 10^{19}$  и конечное значение концентрации  $7 \cdot 10^{19}$ .
3. Проверяем условие « $N$  начальное меньше или равно  $N$  конечному», если данное условие выполняется, то для заданных значений температуры в диапазоне от  $T_{min}$  до  $T_{max}$  создаем массив значений коэффициента тензочувствительности, зависящего от температуры, для текущего значения концентрации.
4. Находим максимальное и минимальное значение коэффициента тензочувствительности и находим модуль разности данных значений.
5. Находим минимальное значение модуля разности.
6. Определяем значение концентрации легирующей примеси которой соответствует минимальное значение модуля разности коэффициентов тензочувствительности.

Значение концентрации легирующей примеси, найденное численным методом, составило  $4,9 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$ .

Для значений легирующей примеси, найденных графически и аналитически, был рассчитан выходной сигнал при питании ПТЧЭ от источника напряжения и температурный коэффициент ухода чувствительности (ТКУЧ). Зависимость сопротивления тензорезистора от температуры определяется согласно [7].

Для расчета выходного сигнала ПТЧЭ были заданы следующие параметры: номиналы кремниевых тензорезисторов  $R_{i0} = 1000$  Ом, тензорезистивный коэффициент  $\pi_{44} = 138,1 \cdot 10^{-11}$ , нормальное напряжение в поперечном сечении рассчитываем по закону Гука,  $\sigma = 1,298 \cdot 10^8$  Па. Значения напряжения питания  $U_0$  принимаем равным 3 В [5, 6]. Результаты сведены в табл. 1.

Таблица 1

Способ определения концентрации легирующей примеси	Значение концентрации $N$ , $\text{см}^{-3}$	Выходной сигнал мостовой схемы, В	ТКУЧ, $^{\circ}\text{C}^{-1}$	Погрешность определения выходного сигнала графическим методом	Погрешность определения ТКУЧ графическим методом
Графический	$5 \cdot 10^{19}$	0,077	$-1,715 \cdot 10^{-3}$	1,3 %	49,9 %
Численный	$4,9 \cdot 10^{19}$	0,078	$-3,437 \cdot 10^{-3}$		

Анализ табл. 1 показывает, что значение ТКУЧ для оптимальной концентрации, определенной графическим способом, вдвое ниже, чем значение для оптимальной концентрации, определенной численным моделированием, хотя погрешность самого значения концентрации составляет – 2,04 %.

Таким образом, аналитический метод определения оптимальной концентрации легирующей примеси обеспечивает более высокую точность определения характеристик полупроводникового тензочувствительного элемента.

### Библиографический список

1. Баринов, И. Н. Разработка и изготовление микроэлектронных датчиков давления для особо жестких условий эксплуатации / И. Н. Баринов, В. С. Волков, Б. В. Цыпин, С. П. Евдокимов // Датчики и системы. – 2014. – № 2. – С. 49–61.
2. Баринов, И. Н. Оптимизация чувствительного элемента датчика давления с поликремниевыми тензорезисторами / И. Н. Баринов, В. С. Волков // Приборы. – 2013. – № 2. – С. 1–5.

3. Волков, В. С. Температурная компенсация чувствительности высокотемпературного полупроводникового датчика давления / В. С. Волков, И. Н. Баринов, В. Ю. Дарвин ; под ред. Н. К. Юркова // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2012. – Т. 2. – С. 13–15.

4. Волков, В. С. Снижение температурной зависимости начального выходного сигнала высокотемпературного полупроводникового датчика давления на структуре «поликремний – диэлектрик» / В. С. Волков // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2012. – Т. 2. – С. 75–77.

5. Волков, В. С. Исследование зависимости выходного сигнала и температурной погрешности полупроводникового тензорезистивного датчика давления от температуры и концентрации легирующей примеси / В. С. Волков, Е. А. Рыблова // Проблемы автоматизации и управления в технических системах : сб. ст. XXXII Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза, 2017. – С. 200–203.

6. Рыблова, Е. А. Исследование температурной зависимости тензочувствительности полупроводниковых тензорезисторов / Е. А. Рыблова, В. С. Волков // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV ежегодной межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза, 2017. – С. 306–308.

7. Волков, В. С. Исследование влияния концентрации легирующей примеси на температурную зависимость тензочувствительности полупроводниковых тензорезисторов / В. С. Волков, Е. А. Рыблова // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2017. – № 2 (20). – С. 40–47.

## МЕТОДЫ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

*К. Е. Савенков*

Пензенский государственный университет,  
sav1996k@gmail.com, г. Пенза, Россия

Искусственные нейронные сети являются мощным инструментом в решении различных нелинейных и трудно формализуемых задач [1]. Особенность нейронных сетей от линейных алгоритмов заключается в том, что их обучают. Однако при реализации механизма обучения перед программистом возникают некоторые проблемы, одна из них описана в данной работе.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) является композицией более простых функций. Она осуществляет отображение вида  $F: \mathbf{x} \rightarrow \mathbf{y}$ , где  $\mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]$  – входные значения ИНС, а  $\mathbf{y} = [y_1, y_2, \dots, y_m]$  – выходные значения ИНС. Математическая модель простейшего нейрона описывается функцией

$$f(\mathbf{w}, \mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n w_i x_i, \quad (1)$$

где  $\mathbf{w} = [w_1, w_2, \dots, w_n]$  – вектор синаптических весов нейрона;  $n$  – количество нейронов предыдущего слоя (для нейрона скрытого и выходного слоя) или количество входных значений ИНС (для нейрона скрытого слоя). Результат (1) называется взвешенной суммой. После обработки сигналов она подается в функцию активации, которая осуществляет финальное преобразование данных нейроном. Простейшей функцией активацией является линейная

$$f(s) = s, \quad (2)$$

где  $s$  – взвешенная сумма. Иногда  $s$ , перед передачей в функцию активации, смещается коэффициентом  $w_0$  – смещение (от англ. bias). Тогда (1) преобразуется в

$$f(\mathbf{w}, \mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n w_i x_i + w_0. \quad (3)$$

Как правило, ИНС, способная уловить сложные нелинейные зависимости, состоит из более чем одного нейрона.

Искусственные нейронные сети, как говорилось ранее, обучаются для достижения лучших показателей качества работы. Одним из таких методов является метод обратного распространения ошибки (от англ. backpropagation) [2], который является модификацией метода градиентного спуска. Суть метода заключается в итеративном изменении параметров ИНС путем вычитания градиента с некоторым шагом  $\eta^{(k)}$ , где  $k$  – номер итерации. Обновление значения параметра осуществляется по формуле

$$\theta_i^{(k)} = \theta_i^{(k-1)} - \eta^{(k)} \frac{\partial E^{(k-1)}}{\partial \theta_i^{(k-1)}},$$

где  $\theta_i^{(k)}$  – элемент вектора параметров после обновления;  $\theta_i^{(k-1)}$  – элемент вектора параметров до обновления;  $\frac{\partial E^{(k-1)}}{\partial \theta_i^{(k-1)}}$  – элемент градиента параметра  $\theta_i$ ;  $E$  – функци-

онал ошибки работы ИНС. Например, функционал среднеквадратичной ошибки

$$MSE(\mathbf{o}, \mathbf{t}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (o_i - t_i)^2,$$

где  $\mathbf{o} = [o_1, o_2, \dots, o_n]$  являются выходами, а  $\mathbf{t} = [t_1, t_2, \dots, t_n]$  целевыми значениями ИНС,  $n$  равно количеству объектов обучающей выборки.

Особым искусством при работе с ИНС является способность подбирать количество нейронов и слоев. Увеличивая количество нейронов и слоев можно как лучше уловить зависимости в данных, так и переобучить ИНС. Переобучение, это состояние ИНС, при котором она показывает хорошие показатели качества работы на обучающих данных и плохие на всех остальных. Во время изменения архитектуры ИНС разработчиком также изменяются и функции вычисления градиентов. Следовательно, необходимо иметь программное обеспечение (ПО), независимое от подобных изменений. Механизм, способный осуществлять вычисление независимо от текущей архитектуры ИНС. Существует несколько вариантов реализации алгоритмов вычисления градиентов:

1. Аналитическое решение.
2. Численное дифференцирование.
3. Автоматическое дифференцирование.

Аналитическое решение имеет одно серьезное преимущество перед двумя другими, это скорость вычислений. Однако при аналитическом решении человеку приходится долго и зачастую с ошибками дифференцировать сложные функции. Также, при изменении архитектуры ИНС потребуется осуществить данный процесс заново, что отрицательно сказывается на скорости разработки.

Численное дифференцирование практически лишено недостатков в реализации, однако, оно зависит от точности вычислений  $\varepsilon$ . Практически невозможно подобрать оптимальное значение данного параметра. Численное дифференцирование может осуществляться по множеству известных формул, одна из них

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow \infty} \frac{f(x + \varepsilon) - f(x - \varepsilon)}{2\varepsilon}.$$

Автоматическое дифференцирование лишено недостатка, заключающегося в подборе наиболее подходящего значения параметра  $\varepsilon$ . Существует два подхода для автоматического дифференцирования:

1. Дуальные числа (от англ. dual numbers) [3]
2. Прямой и обратный методы (от англ. forward and reverse modes) [4]

В данной работе были рассмотрены дуальные числа.

Дуальные числа появились при попытке решить уравнение

$$x^2 = 0. \quad (4)$$

Один из корней данного уравнения, это нуль. А согласно теореме из алгебры уравнение  $n$ -й степени имеет  $n$  корней. Однако среди действительных чисел таких чисел, кроме нуля нет. Но, если ввести понятие дуального числа

$$x = a + \varepsilon b,$$

где  $\varepsilon$  – число, обладающее свойством  $\varepsilon^2 = 0$ ,  $a$  и  $b$  действительные числа, то уравнение (4) можно будет решить с двумя корнями, это  $x_{1,2} = \pm\varepsilon$ . Над множеством дуальных чисел вводятся операции сложения, вычитания и т.д., часть из них:

1.  $(a + \varepsilon b) + (c + \varepsilon d) = (a + c) + (b + d)\varepsilon$
2.  $(a + \varepsilon b) - (c + \varepsilon d) = (a - c) + (b - d)\varepsilon$
3.  $(a + \varepsilon b) * (c + \varepsilon d) = (a * c) + (b * c + a * d)\varepsilon$
4.  $(a + \varepsilon b) \div (c + \varepsilon d) = (a \div c) + ((b * c + a * d) \div c^2)\varepsilon$

Найдем значение производной в точке  $x_0 = 5$  для функции  $f(x) = 2x^2 + x + 3$ .

Аналитическое вычисление производной

$$\frac{\partial f}{\partial x} = 4 * x + 1. \quad (5)$$

Подставив координаты точки  $x_0$  в (5) получим 21. Алгоритм решения данной задачи, с использованием множества дуальных чисел:

1. Преобразование действительных чисел в дуальные

$$a = (a + \varepsilon * 0)$$

2. Вычисление значения функции в точке  $x_0$

$$f((x + \varepsilon * 1)) = (2 + \varepsilon * 0) * (x + \varepsilon * 1) * (x + \varepsilon * 1) + (x + \varepsilon * 1) + (3 + \varepsilon * 0),$$

упростив, получим

$$f((x + \varepsilon * 1)) = (2x^2 + x + 3) + (4x + 1)\varepsilon.$$

Заметим, что в действительной части содержится исходная функция, а в мнимой производная. Подставим вместо  $x$  значение 5, получим дуальное число  $y = 58 + 21\varepsilon$ .

3. Извлечем коэффициент у числа  $\varepsilon$ . Полученное число является значением производной в точке.

Аналитические подходы в дифференцировании обладают высокой производительностью, однако, трудоемки в реализации (при изменении структуры ИНС приходится программно изменять функции вычисления). Численные методы дифференцирования легко реализуются на практике, однако, их точность сильно зависит от параметра  $\varepsilon$ . Методы автоматического дифференцирования не нуждаются в подборе параметра точности. Однако они работают медленнее, чем аналитические подходы.

Если разработчик желает получить универсальный инструмент вычисления производных, то ему следует обратить внимание на численные и автоматические

методы дифференцирования. Однако численный метод сильно зависит от параметра  $\varepsilon$ , но проще в реализации, чем автоматические методы дифференцирования.

### Библиографический список

1. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский. – М. : Горячая линия-Телеком, 2016. – 448 с.
2. Метод обратного распространения ошибки. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод\\_обратного\\_распространения\\_ошибки](https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_обратного_распространения_ошибки) (дата обращения: 01.02.2018).
3. Dual number. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Dual\\_number](https://en.wikipedia.org/wiki/Dual_number) (дата обращения: 01.02.2018).
4. Reverse-mode automatic differentiation: a tutorial. – URL: <https://rufflewind.com/2016-12-30/reverse-mode-automatic-differentiation> (дата обращения: 01.02.2018).

## ОБРАТНЫЕ ГРАНИЧНЫЕ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

*Л. В. Тельнова, Н. Ю. Кудряшова*

Пензенский государственный университет,  
lila-ila@mail.ru, г. Пенза, Россия

При осуществлении экспериментов по исследованию стационарных тепловых потоков часто нет возможности проводить измерения нужной величины напрямую, искомые характеристики можно восстановить по результатам косвенных измерений. Для подобного рода задач единственный путь нахождения требуемой физической величины состоит в решении обратных граничных задач теплопроводности.

Рассмотрим стационарное тепловое поле в однородном образце с прямоугольным сечением

$$\Omega = \{x | x = (x_1, x_2), 0 < x_\alpha < l_\alpha, \alpha = 1, 2\}.$$

Тепловое состояние описывается уравнением Лапласа

$$-\sum_{\alpha=1}^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x_\alpha^2} = 0, x \in \Omega. \quad (1)$$

Выделим участок границы  $\gamma = \{x | x \in \partial\Omega, x_2 = l_2\}$ , на котором прямые измерения невозможны. Пусть  $\partial\Omega \setminus \gamma = \Gamma + \gamma_*$  причем  $\gamma_* = \{x | x \in \partial\Omega, x_\alpha = 0\}$ .

Будем считать, что участки границы теплоизолированы, т.е. заданы однородные граничные условия второго рода:

$$\frac{\partial u}{\partial n} = 0, x \in \Gamma + \gamma_*. \quad (2)$$

Граничная обратная задача рассматривается в простейшей постановке, когда дополнительные температурные измерения выполнены на  $\gamma_*$ :

$$u(x) = g(x), x \in \gamma_*. \quad (3)$$

В поставленной обратной задаче (1)–(3) на  $\gamma_*$  заданы температура и поток. Поэтому мы можем рассматривать эту задачу как задачу продолжения температур-

ного поля с  $\gamma_*$  во всю область  $\Omega$ , т.е. как эволюционную задачу по пространственной переменной  $x_2$ . Эволюционную переменную обозначим  $t$  (аналог времени) и пусть  $x = x_1$ . Тогда уравнение (1) переписется в виде

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - Lu = 0, \quad 0 < t \leq T, \quad 0 < x < l, \quad (4)$$

где  $l = l_1$ ,  $T = l_2$ , а

$$Lu = -\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}. \quad (5)$$

Граничные условия (2), (3) примут вид

$$\frac{\partial u}{\partial x}(x, t) = 0, \quad x = 0; l, \quad (6)$$

$$u(x, 0) = u^0(x), \quad 0 < x < l, \quad (7)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t}(x, 0) = 0, \quad 0 < x < l. \quad (8)$$

Для приближенного решения задачи (4)–(8) будем использовать метод квазиобращения. Приближенное решение  $u_\alpha(x, t)$  определяется из уравнения

$$\frac{\partial^2 u_\alpha}{\partial t^2} - Lu_\alpha + L^2 u_\alpha = 0, \quad 0 < t \leq T, \quad 0 < x < l, \quad (9)$$

дополненного условиями

$$\frac{\partial u_\alpha}{\partial x}(x, t) = 0, \quad x = 0; l, \quad (10)$$

$$L \frac{\partial u_\alpha}{\partial x}(x, t) = 0, \quad x = 0; l, \quad (11)$$

$$u_\alpha(x, 0) = u^0(x), \quad 0 < x < l, \quad (12)$$

$$\frac{\partial u_\alpha}{\partial t}(x, 0) = 0, \quad 0 < x < l. \quad (13)$$

Для приближенного решения задачи (4)–(8) используются трехслойные разностные схемы:

$$B \frac{y_{n+1} - y_{n-1}}{2\tau} + \tau^2 R \frac{y_{n+1} - 2y_n + y_{n-1}}{\tau^2} + Ay_n = 0, \quad n = 1, 2, \dots \quad (14)$$

Для приближенного решения обратной задачи (4)–(8) введем по переменной  $x$  равномерную сетку с шагом  $h$ , а по переменной  $t$  - сетку с шагом  $\tau$ . Определим

$$\Lambda v = \begin{cases} \frac{2}{h} v_{\bar{x}}, & x = l, \\ -v_{\bar{x}\bar{x}}, & x \in \omega, \\ -\frac{2}{h} v_x, & x = 0 \end{cases} \quad (15)$$

и перейдем к соответствующим дифференциально-разностным задачам. При аппроксимации по переменной  $x$  с учетом (15) получим следующую дифференциально-разностную задачу

$$\frac{\partial^2 v}{\partial t^2} - \Lambda v + \alpha \Lambda \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = 0, \quad x \in \bar{\omega}, \quad 0 < t \leq T, \quad (16)$$

$$v(x, 0) = u^0(x), \quad x \in \bar{\omega}, \quad (17)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t}(x, 0) = 0, \quad x \in \bar{\omega}. \quad (18)$$

Трехслойная разностная схема с весами для (16)–(18) записывается в виде:

$$(E + \alpha \Lambda) \frac{y_{n+1} - 2y_n + y_{n-1}}{\tau^2} - \Lambda(\sigma_1 y_{n+1} + (1 - \sigma_1 - \sigma_2)y_n + \sigma_2 y_{n-1}) = 0, \quad n = 1, 2, \dots \quad (19)$$

при заданных  $y_1$  и  $y_0$  (например, естественно положить  $y_0 = y_1 = u^0(x)$ ,  $x \in \bar{\omega}$ ).

Схема (19) записывается в каноническом виде (14) при  $B = \tau(\sigma_2 - \sigma_1)\Lambda$ ,  $R = \frac{1}{\tau^2}(E + \alpha \Lambda) - \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2)\Lambda$ ,  $A = -\Lambda$ .

Пусть  $y_h$  – сеточная функция, полученная с шагом  $h$  по координате  $x$ ,  $y_{2h}$  – сеточная функция, полученная с шагом  $2h$  по координате  $x$ .

Применим вышеуказанный метод к решению следующей задачи:

$$\begin{aligned} -\frac{\partial^2 u}{\partial x_1^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x_2^2} &= 0, \quad 0 < x_1 \leq 1, \quad 0 < x_2 < 1, \\ \frac{\partial u}{\partial n} &= 0, \quad x \in \Gamma + \gamma_*, \\ u(x) &= x, \quad x \in \gamma_*. \end{aligned} \quad (20)$$

Численная реализация задачи (20) представлена в табл. 1.

Таблица 1

$(x_i, t_j)$	$y_{2h}$	$y_h$	$ y_{2h} - y_h $
(0;0,010101)	0	0	0
(0,40404;0,010101)	0,16032	0,16032	0
(0,808081;0,010101)	0,641282	0,641282	0
(0;0,414141)	0	0	0
(0,40404;0,414141)	0,176288	0,176253	1.46226e-05
(0,808081;0,414141)	0,69642	0,696301	0.000119394
(0;0,818182)	0	0	0
(0,40404;0,818182)	0,227237	0,22713	0.000107671
(0,808081;0,818182)	0,871028	0,870661	0.000367064

В работе был реализован описанный выше алгоритм на языке C++. Решение модельных задач показало эффективность данного метода.

### Библиографический список

1. Самарский, А. А. Вычислительная теплопередача / А. А. Самарский, П. Н. Вабищевич. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 784 с.
2. Алифанов, О. М. Обратные задачи теплообмена / О. М. Алифанов. – М. : Машиностроение, 1988. – 280 с.

# HDR ВЕКТОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В САМООБУЧАЮЩИХСЯ СЕТЯХ

*Е. В. Трусов, Д. А. Трокоз*

Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия

HDRV (High-Dimensional Random Vectors) это векторы, отождествляемые с нейронами в нашем мозгу. Это один из предлагаемых представлений данных, при котором разрядность и порядок данных не так сильно влияет на результат. Сам результат получается в ходе взаимодействия между векторами, нахождения доминирующего вектора. Данный способ вычисления пытается копировать человеческий мозг и мышление, воссоздает его архитектуру [1].

Если попытаться посмотреть на данный способ с технической точки зрения, то это можно представить, как получение нового результата на основе предыдущих. Данный способ является абстрактным и на первый взгляд может показаться бессмысленным, но и сама природа вычислений абстрактна, пока к каждому вектору не привязан объект, семантически представляющий его.

Как раз именно представление имеет решающее значение в традиционных вычислениях, а также важно в вычислениях мозга. Компьютерные используют 2 состояния, это обусловлено их архитектурой, и основными составляющими (транзисторами). Бистабильные компоненты являются одними из самых надежными в электронике. Для представления более сложных состояний нужны несколько подобных компонентов. Таким образом получается шаблон из нулей и единиц, его можно представить как двоичный вектор. На представление накладывается определенное ограничение: для разных сущностей должны быть разные шаблоны, должно быть подходящим для арифметики. Двоичное представление соответствует данным требованиям.

Данное представление переносится на мозг, который представляет объекты не двоичным способом. Однако многие ситуации в мозгу могут быть представлены при помощи двоичных паттернов и операций [3].

У HDR векторов были выделены следующие свойства.

**Гиперразмерность.**

С точки зрения количества нейронов и синапсов в цепях головного мозга, в одном «объекте» находится огромное количество «разрядов». Поэтому для представления такой цепи потребуется гиперразмерный вектор, т.е. с количеством разрядов  $\geq 10000$ . В англоязычной литературе используют термин *hyperdimensional* (высокоразмерных) в подобных случаях.

Модели получают «силу» от свойств высокоразмерных пространств, и они успешно справляются с такими задачами, как классификация и дискриминация моделей. Однако гораздо больше может быть достигнуто путем дальнейшего использования свойств гиперпространств. Обратит внимание на некоторые из этих свойств.

**Прочность.**

Нейронная архитектура удивительно терпима к компонентному отказу. Ее работоспособность поддерживается из-за избыточного представления данных, в котором многие образцы считаются эквивалентными, представляющими одно и то же. Подобное представление не похоже на привычный нам стандарт, где каждый бит подсчитывается, и одноразрядная разность означает, что числа различны. Это допускает нахождение некоторого количества ошибок в данных, при чем, чем больше разрядность представляемых данных, тем больше допускается мест, где может встретиться ошибка [1].

Независимость от позиции, целостное представление данных.

Для максимальной надежности, то есть для наиболее эффективного использования избыточности – информация, закодированная в представлении должны распределяться «одинаково» по всем компонентам, то есть по всему 10000-битовому вектору. Когда бит прерывается, информация ухудшается по отношению к числу неудачных бит независимо от их положения. Такое представление называется голографическим или целостным. Это очень отличается от кодирования данных на компьютерах в базах данных, где биты сгруппированы в поля для разных частей информации или двоичных числах где положение бит определяет его арифметическое значение.

Хаотичность

Из нейроанатомии известно, что мозги структурированы, но многие его детали определяются путем обучения или случайны. Это означает, что одни и те же данные могут восприниматься по-разному на разных устройствах. Чтобы по аналогии взаимодействовать с подобным “произвольным кодом”, система будет строить свою модель мира из случайных шаблонов (векторов в гиперпространстве, полученных случайным образом).

Обоснование подобного заключается в том, что, если случайное происхождение может привести к совместимым системам, несовместимость оборудования перестанет быть проблемой [1].

Зная подобные свойства HDR векторов можно попытаться использовать их совместно с самообучающимися системами.

Будем считать, что самообучающаяся система достаточно хорошо, в таком случае подавая на вход некоторого логического элемента HDV вектора  $v_1$  и  $v_2$ , достаточно долгое время и получая на выходе новый вектор  $z$ , система найдет их общие принципы группировки и в некоторый момент времени сможет при подаче на вход нового вектора  $v_3$  и  $v_2$ , начнет анализировать его сходство с вектором  $v_1$  и найдя подобные сможет образовать новый вектор без прямых вычислений.

Если абстрагироваться от векторов, и представить что-нибудь более материальное. В системе есть некоторая палитра цветов, на вход подается два различных оттенка или цвета, на выходе получается новый цвет (вектор), который соотносится с палитрой. Через некоторое количество итераций, когда система соберет достаточную информацию, мы заменим один из цветов. В таком случае предполагается, что система, проанализировав предыдущие данные, выдаст сразу ответ. Конечно, в ответе может присутствовать ошибки, но по свойству прочности, при должном количестве разрядов данный ответ будет допустимым.

На данный момент создается программа, при помощи которой можно было бы подтвердить или опровергнуть подобное предположение. Если оно окажется верным, то это откроет большой потенциал, в сфере неточных вычислений, поскольку увеличит производительность в разы. Но также очень многое будет зависеть от обучаемой среды и времени, потраченном на ее обучение.

### Библиографический список

1. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12559-009-9009-8>
2. URL: [https://scholar.google.ru/citations?user=wba4WxIAAAAJ&hl=ru#d=gs\\_md\\_cita-d&p=&u=%2Fcitations%3Fview\\_op%3Dview\\_citation%26hl%3Dru%26user%3Dwba4WxIAAAAJ%26citation\\_for\\_view%3Dwba4WxIAAAAJ%3AYFjsv\\_pBGBYC%26tzm%3D-180](https://scholar.google.ru/citations?user=wba4WxIAAAAJ&hl=ru#d=gs_md_cita-d&p=&u=%2Fcitations%3Fview_op%3Dview_citation%26hl%3Dru%26user%3Dwba4WxIAAAAJ%26citation_for_view%3Dwba4WxIAAAAJ%3AYFjsv_pBGBYC%26tzm%3D-180)
3. URL: [http://www.academia.edu/182938/A\\_distributed\\_basis\\_for\\_analogical\\_mapping](http://www.academia.edu/182938/A_distributed_basis_for_analogical_mapping)

# СОЗДАНИЕ ШАБЛОНОВ ДОКУМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ТЕХТ MINING

*П. Г. Чупин, С. В. Шанов*

Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия

В современном мире во многих сферах человеческой деятельности применяется метод интеллектуального анализа данных – Data Mining. Он используется для обнаружения в данных неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных ситуациях[1]. Одним из таких методов является Text Mining – интеллектуальный анализ текстовой информации. Это алгоритмический процесс выявления знаний из текста, выявления основных понятий и взаимодействия их[2]. Процесс получения новых знаний является нетривиальным и достаточно трудоемким.

Одной из основных задач интеллектуального анализа является классификация. В данном случае классификация данных документов – задача поиска исключительных слов в документах для определения класса данных на основе его содержания. Процесс классификации можно применить тремя способами[6]:

- 1) вручную;
- 2) автоматически на основе заданных человеком правил;
- 3) автоматически на основе машинного обучения. Набор правил по классификации формируется автоматически на основе обучения классификатора на данных, полученных из обучающей выборки.

В проекте используется второй метод классификации. Данные для обучения состоят из набора одинаковых по своей структуре документов с измененными личностными данными (имя, фамилия и т.д.). При анализе на основе автоматического отбора нужно лично назначить классы личностных данных. Согласно, большинство методов автоматической классификации основаны по принципу «похожести» документов. Такие документы содержат схожие слова и словосочетания. В результате обучения и разбиение на классы отличающихся слов можно создать универсальный шаблон для анализируемого документа [4].

Множество используемых текстов документов можно разбить на два источника данных:

- Обучающий набор, на основе которого идет обучение путем наполнение базы данных словами;
- Тестовый набор, на котором оценивается работа и точность полученных шаблонов.

Анализ набора документов методами Text Mining выполняется в 5 шагов:

1. Поиск информации. На этом шаге происходит поиск набора документов для последующего анализа. Лучше использовать схожие по структуре документы.
2. Предобработка текстов. Происходит преобразование документов в удобную форму для применения алгоритмов Text Mining. На вы ходе будет получен текст без лишних слов и знаков пунктуации.
3. Извлечение требуемой информации. Данный пункт предназначен для создания набора правил для формирования данных и их анализа.

4. Применение методов Text Mining. Это ключевой шаг на основе которого формируются новые знания и скрытые в тексте закономерности.

5. Анализ и интерпретация полученных данных. Представление полученных данных в естественном для пользователя виде.

Рассмотрим процесс более подробно. В первом этапе происходит сбор документов для обучения и последующего анализа. На этапе предварительной обработки будет применен прием токенизации текста, т.е. разбиение документа на абзацы, предложения или слова [3]. В данном случае будет использована токенизация по словам. Дальше будет использована фильтрация stop-слов, которые не содержат в себе большого смысла (союзы, предлоги, артикли, междометия, частицы и т.п.) [5]. Список ненужных слов обрабатывается заранее в зависимости используемого языка в документах.

Следующим шагом будет нормализация слов путем отсечения от них окончаний и суффиксов. Недостатком в данном случае является это нарушение семантики текста [5]. Также следует привести слова к одному регистру.

В дальнейшем происходит обучение программы подготовленным набором данных. Для фиксации слов была использована база данных. Структура таблицы для хранения показана в табл. 1. База будет хранить само слово, количество его повторений, позицию в документе и номер группы обрабатываемых документов.

После обучения на тестируемых документах должны создаваться их шаблоны, из которых будут исключены личностные данные.

Таблица 1

Структура хранящихся слов

№	Наименование	Тип	Описание
1	nomer	integer	Номер записи
2	word	varchar	Слово из документа
3	povtor	integer	Кол-во повторения слова
4	poridok	integer	Положение слова в тексте
5	document	integer	Указатель на группу документов

В дальнейшем в проекте стоит задача разбиение личностных данных на классы и дополнение шаблонов подсказками для заполнения пробелов.

### Библиографический список

1. Data mining. Википедия. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Data\\_mining](https://ru.wikipedia.org/wiki/Data_mining) – Википедия – свободная энциклопедия (дата обращения: 03.02.2018).

2. Text mining. Википедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Qt> – Википедия – свободная энциклопедия (дата обращения: 03.02.2018).

3. Гречачин, В. А. К вопросу о токенизации текста / В. А. Гречачин // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 6 (48). – С. 25–27.

4. Алексеев, А. А. Классификация текстовых документов на основе Text Minig / А. А. Алексеев, А. С. Катасев, А. Е. Кириллов, А. П. Кирпичников // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 18. – С. 116–119.

5. Стеммер Портера для русского языка. – URL: <https://medium.com/@eigenein/стеммер-портера-для-русского-языка-d41c38b2d340>–Medium (дата обращения: 03.02.2018).

6. Text Mining. – URL: <https://sites.google.com/site/upravlenieznaniami/tehnologii-upravlenia-znaniami/text-mining-web-mining/text-mining> Управление знаниями\_ (дата обращения: 03.02.2018).

# МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО РЯДА ПАТЕНТНЫХ ДАННЫХ В СРЕДЕ R

*Э. Ф. Шадрина, З. И. Баусова*

Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия

В настоящее время большую долю рынка стали занимать результаты интеллектуальной деятельности (РИД). Патентование и трансфер технологий встают на первое место в становлении научного бизнеса в университетах. Любая инженерная мысль непременно должна быть защищена охранным документом и быть востребованной в дальнейшем. Повышение выгоды, полученной в ходе заключения лицензионных договоров купли-продажи патентов, является одной из главных целей университета. Таким образом, актуальной становится задача качественной и количественной оценки патентов.

Качественную оценку подаваемых заявок на патенты можно осуществить непосредственно при приеме заявок в соответствии с указом Президента РФ № 642 от 1.12.2016 «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», где указаны приоритетные направления науки и техники [1]. При этом, материалы заявки должны относиться к одному из этих приоритетных направлений. Количественную оценку можно провести при помощи пакетов прикладных программ, таких как SPSS Statistics и R[2].

При применении пакета SPSS Statistics ранее уже было оценено количество патентов в целом по России, возрастающее в среднем на ...[.]. На сегодняшний день, в Пензенском государственном университете актуальной становится проблема количественной оценки патентов. Для этого можно использовать язык R и среду R-студии версии 3.4.3[.R и дополнительные пакеты можно скачать через CRAN (расшифровывается как Comprehensive R Archive Network – комплексная архивная сеть R)[3].

В виде исходных данных примем временной ряд, содержащий годы (с 2005 по 2017) и количество патентов, полученных за эти годы.

Взятые значения распределены по равным интервалам времени (за каждый год), поэтому основным типом данных будем считать «ts». Чтение данных произведено из файла с расширением \*.csv. После загрузки данных был построен временной график, представленный слева на рис. 1. При построении графика были использованы такие функции как timeseries и plot.

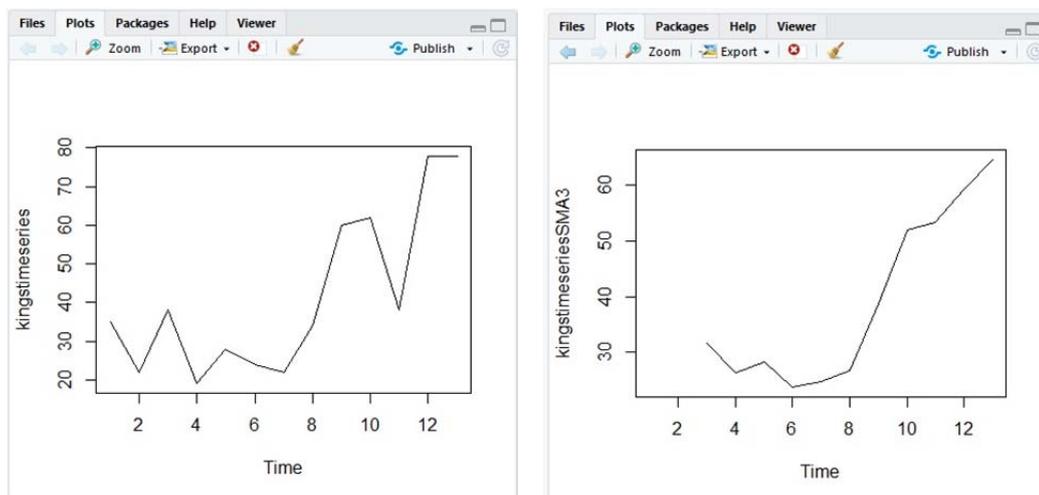


Рис. 1. Графики временного ряда до и после сглаживания

Временной ряд является сезонным, поэтому для выявления тренда было применено сглаживание с помощью простой скользящей средней. Тренд является систематической компонентой временного ряда, изменяющаяся с течением времени.

В результате проведенного сглаживания было выявлено, что до 2010 года количество патентов в среднем уменьшалось до 20, а после 2010 года количество патентов только возрастало и в конце достигло максимального количества.

Таким образом, в среде R был написан скрипт, при запуске которого в рабочей области появляется график временного ряда.

```
w=read.csv("C:/Книга1.csv",sep=";")
view(w)
kingstimeseries=ts(w$Количество.патентов)
kingstimeseries
plot.ts(kingstimeseries)
kingstimeseriesSMA3=SMA(kingstimeseries,n=3)
plot(kingstimeseriesSMA3)
```

При сезонной компоненте  $n=3$  было произведено сглаживание выявлено следующее: тренд меняет свое направление на восходящее после 2010 года. Динамика патентования в Пензенском государственном университете положительная. В будущем исследования будут продолжены.

Таким образом, среда R предоставляет широкие возможности для дальнейшего прогнозирования и исследования патентных данных. Сложность состоит в том, что для этого необходимо знать язык и среду R, пакеты, расширяющие возможности среды и как их скачивать. В сравнении с пакетом SPSS Statistics среда R сложна в освоении для людей, не связанных с техникой[4].

#### Библиографический список

1. О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации : Указ Президента РФ № 642 от 01.12.2016. Раздел «Роль науки и технологий в обеспечении устойчивого будущего нации, в развитии России и определении ее положения в мире», п. 11 // СПС «КонсультантПлюс».
2. Баусова, З. И. Применение эконометрического моделирования к анализу патентных изобретений / З. И. Баусова, О. В. Прокофьев, А. Ю. Старикова, Э. Ф. Шадрина // Новые информационные технологии и системы : сб. науч. ст. XIII Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016. – С. 51–53.
3. Официальный сайт CRAN. – URL: <http://cran.r-project.org/>
4. Шадрина, Э. Ф. К вопросу выбора прикладных программ для решения эконометрических задач в области интеллектуальной собственности / Э. Ф. Шадрина, О. В. Прокофьев // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV ежегодной межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза, 2017. – С. 226–228.

## ОБ ОДНОМ ЧИСЛЕННОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО СИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ЯДРОМ ТИПА КОШИ

*А. А. Шалдаева, Н. Ю. Кудряшова*

Пензенский государственный университет,  
nastyashaldaeva@mail.ru, г. Пенза, Россия

Рассмотрим нелинейное сингулярное интегральное уравнение вида

$$a(t)x(t) + \frac{1}{\pi i} \int_{\gamma} \frac{b(t, \tau, x(\tau))}{\tau - t} d\tau + \int_{\gamma} h(t, \tau, x(\tau)) d\tau = f(t), \quad t \in \gamma, \quad (1)$$

где  $\gamma$  – единичная окружность с центром в начале координат на комплексной плоскости.

С помощью преобразования Гильберта [3] от уравнения (1) можно перейти к следующему уравнению

$$a(e^{is})x(e^{is}) - \frac{i}{2\pi} \int_0^{2\pi} b(e^{i\sigma}, e^{i\sigma}, x(e^{i\sigma})) \operatorname{ctg} \frac{\sigma-s}{2} d\sigma +$$

$$+ i \int_0^{2\pi} h(e^{i\sigma}, e^{i\sigma}, x(e^{i\sigma})) e^{i\sigma} d\sigma + \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} b(e^{i\sigma}, e^{i\sigma}, x(e^{i\sigma})) d\sigma = f(e^{is}), \quad 0 \leq s \leq 2\pi. \quad (2)$$

Для простоты выкладок вместо уравнения (2) ниже будем рассматривать уравнение

$$a(s)x(s) + \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} b(s, \sigma, x(\sigma)) \operatorname{ctg} \frac{\sigma-s}{2} d\sigma + \int_0^{2\pi} h(s, \sigma, x(\sigma)) d\sigma = f(s), \quad (3)$$

где будем предполагать, что  $x(s) \in H_\alpha$ ,  $b'_3(s, \sigma, x(\sigma)) \in H_{\alpha, \alpha, \alpha}$ ,  $0 < \alpha \leq 1$ , где  $b'_3$  – производная по третьей переменной.

Построим вычислительную схему для решения уравнения (3).

Выберем две системы узлов

$$s_k = \frac{\pi k}{n}, \quad s_k^* = \frac{\pi k}{n} + h, \quad 0 < h < \frac{\pi}{2n}, \quad k = 0, \dots, 2n-1. \quad (4)$$

Решение будем искать в виде тригонометрического полинома  $n$ -го порядка

$$x_n(t) = \sum_{k=0}^{2n-1} a_k \Psi_k(t),$$

где

$$\Psi_k(t) = \frac{1}{2n+1} \frac{\sin \frac{2n+1}{2}(s-s_k)}{\sin \frac{s-s_k}{2}}.$$

Для вычисления сингулярного интеграла в уравнении (3) построим квадратурную формулу при  $s \in (s_j, s_{j+1})$

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} b(s, \sigma, x(\sigma)) \operatorname{ctg} \frac{\sigma-s}{2} d\sigma = \frac{1}{2\pi} \sum_{k=0, k \neq j-1, j+1}^{2n-1} b(s, s_k^*, x(s_k^*)) \int_{s_k}^{s_{k+1}} \operatorname{ctg} \frac{\sigma-s}{2} d\sigma + R_n. \quad (5)$$

В уравнении (3) заменяем сингулярный интеграл квадратурной формулой (5), а регулярный интеграл – квадратурной формулой прямоугольников. Далее к уравнению (3) применяем метод механических квадратур по узлам  $s_k^*$ ,  $k = 0, \dots, 2n-1$ , получаем систему нелинейных алгебраических уравнений следующего вида

$$a(s_j^*)x(s_j^*) + \frac{1}{2\pi} \sum_{k=0, k \neq j-1, j+1}^{2n-1} b(s, s_k^*, x(s_k^*)) \int_{s_k}^{s_{k+1}} \operatorname{ctg} \frac{\sigma-s_j^*}{2} d\sigma +$$

$$+ \frac{\pi}{n} \sum_{k=0}^{2n-1} h(s_j^*, s_k^*, x(s_k^*)) = f(s_j^*), \quad j = 0, \dots, 2n-1. \quad (6)$$

Для решения системы (6) воспользуемся методом Ньютона-Канторовича.

Пусть  $P_n$  оператор, проектирующий пространство  $X = H_\beta$ , ( $0 < \alpha < \beta$ ) на пространство  $R_{2n}$  интерполяционных многочленов по узлам  $s_k^*$ ,  $k = 0, \dots, 2n-1$ . Обозначим через  $K_n$  оператор, описываемый системой уравнений (6) в пространстве  $R_{2n}$ .

Построим итерационный процесс для решения системы (6)

$$K_n'(\tilde{x}_0)\tilde{x}_{m+1} = K_n'(\tilde{x}_0)\tilde{x}_m - K_n\tilde{x}_m, \quad m = 0, 1, 2, \dots, \quad (7)$$

где  $K_n'$  – производная по Фреше оператора  $K_n$  в пространстве  $R_{2n}$ ,  $\tilde{x}_0$  – начальное приближение.

Приближенное решение системы (6), вектор  $\tilde{x}_m$ , получим, решая на каждом шаге итерационного процесса (7) систему линейных алгебраических уравнений, которую в матричной форме можно записать следующим образом

$$C\tilde{x}_{m+1} = g, \quad (8)$$

где  $C = K_n'(\tilde{x}_0)$  – известная матрица,  $g = K_n'(\tilde{x}_0)\tilde{x}_m - K_n\tilde{x}_m$  – известный вектор правой части. Отметим, что сходимость метода существенно зависит от выбора начального приближения  $\tilde{x}_0$ .

Теорема. Пусть уравнение (3) имеет единственное решение  $x^*(s) \in H_\alpha$ , и пусть функции  $a(s)$ ,  $f(s) \in H_\alpha$ ,  $b_3'(s, \sigma, x(\sigma)) \in H_{\alpha, \alpha, \alpha}$ ,  $0 < \alpha \leq 1$ . Тогда при таких значениях  $0 < h < \frac{\pi}{2n}$ , что выполняются условия

$$\left| a(s_j^*) + \frac{b_3'(s_j^*, s_j^*, \tilde{x}_0(s_j^*))}{\pi} \ln \left| \frac{\sin(\frac{\pi}{2n} - \frac{h}{2})}{\sin \frac{h}{2}} \right| + \frac{\pi h_3'(s_j^*, s_j^*, \tilde{x}_0(s_j^*))}{n} \right| > A + B \ln n, \quad (9)$$

где  $A$  и  $B$  – вполне определенные константы, зависящие от функций  $b_3'(s, \sigma, \tilde{x}_0(\sigma))$ ,  $h_3'(s, \sigma, \tilde{x}_0(\sigma))$ ,  $j = 0, \dots, 2n-1$ , то система уравнений (8) на каждом шаге итерационного процесса имеет единственное решение, а итерационный процесс (7) сходится к точному решению уравнения (3) и справедлива оценка

$$\|x^* - \tilde{x}_m\| \leq \frac{B}{1-q} \frac{\ln n}{n^\alpha} + \frac{q^m}{1-q} \|\tilde{x}_1 - \tilde{x}_0\|. \quad (10)$$

Тем самым, решение нелинейного сингулярного интегрального уравнения (1) мы свели к решению нелинейной системы алгебраических уравнений модифицированным методом Ньютона-Канторовича. Решение модельных задач показало эффективность и устойчивость данного метода.

### Библиографический список

1. Бойков, И. В. Приближенные методы решения сингулярных интегральных уравнений / И. В. Бойков. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2004. – 316 с.
2. Бойков, И. В. Приближенные методы решения сингулярных интегральных уравнений в исключительных случаях / И. В. Бойков, Н. Ю. Кудряшова // Дифференциальные уравнения. – 2000. – Т. 35, № 9. – С. 1230–1237.
3. Гахов, Ф. Д. Уравнения типа свертки / Ф. Д. Гахов, Ю. И. Черский. – М. : Наука, 1978. – 296 с.
4. Канторович, Л. В. Функциональный анализ / Л. В. Канторович, Г. П. Акилов. – 3-е изд., перераб. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984.

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМАТИКИ ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЙЕСОВСКОГО КЛАССИФИКАТОРА

*С. В. Шанов, П. Г. Чупин*

Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия

Современный интернет представляет собой обширную информационную структуру. С каждым днем растет количество доступной информации в сети. Это связано с тем, что обычные пользователи стали не только потреблять информацию, но и производить. При таком стремительном росте доступных данных, поиск, структурирование и анализ полезной информации становится практической необходимостью. Это привело к растущей потребности в эффективных методах анализа текстовых данных и явилось причиной появления технологий Web Content Mining как раздела Web Mining. Данный подход основан на сочетании возможностей информационного поиска, машинного обучения и методов интеллектуального анализа данных. Одним из таких методов является алгоритм определения тематики текста с использованием Байесовского классификатора.

Наивный байесовский алгоритм (НБА) – это алгоритм классификации, основанный на теореме Байеса с допущением о независимости признаков. Другими словами, НБА предполагает, что наличие какого-либо признака в классе не связано с наличием какого-либо другого признака. Поэтому алгоритм называется «наивным». Модели на основе НБА достаточно просты и крайне полезны при работе с очень большими наборами данных. При своей простоте НБА способен превзойти даже некоторые сложные алгоритмы классификации.

Теорема Байеса позволяет рассчитать апостериорную вероятность  $P(C|D)$  на основе  $P(C)$ ,  $P(D)$  и  $P(D|C)$ .

$$P(c|d) = \frac{P(d|c)P(c)}{P(d)}$$

Где  $P(C|D)$  – вероятность что документ  $D$  принадлежит классу  $C$ , именно ее и необходимо рассчитать;  $P(D|C)$  – вероятность встретить документ  $D$  среди всех документов класса  $C$ ;  $P(C)$  – безусловная вероятность встретить документ класса  $C$  в корпусе документов;  $P(D)$  – безусловная вероятность документа  $D$  в корпусе документов.

Теорема Байеса позволяет переставить местами причину и следствие. Зная с какой вероятностью причина приводит к некоему событию, эта теорема позволяет рассчитать вероятность того, что именно эта причина привела к наблюдаемому событию.

Цель классификации состоит в том, чтобы понять к какому классу принадлежит документ, поэтому необходима не сама вероятность, а наиболее вероятный класс. Байесовский классификатор использует оценку апостериорного максимума (Maximum a posteriori estimation) для определения наиболее вероятного класса.

$$c_{map} = \arg \max_{c \in C} \frac{P(d|c)P(c)}{P(d)}$$

То есть необходимо рассчитать вероятность для всех классов и выбрать тот класс, который обладает максимальной вероятностью. Знаменатель (вероятность

документа) является константой и никак не может повлиять на ранжирование классов, поэтому в нашей задаче его можно игнорировать.

$$c_{map} = \arg \max_{c \in C} [P(d|c)P(c)]$$

Далее делается допущение которое объясняет почему этот алгоритм называют наивным. В натуральном языке вероятность появления слова сильно зависит от контекста. Байесовский классификатор представляет документ как набор слов вероятности которых условно не зависят друг от друга. Этот подход иногда еще называется bag of words model. Исходя из этого предположения условная вероятность документа аппроксимируется произведением условных вероятностей всех слов входящих в документ.

$$P(d|c) \approx P(w_1|c)P(w_2|c) \dots P(w_n|c) = \prod_{i=1}^n P(w_i|c)$$

Подставив полученное выражение в предыдущую формулу, получим формулу байесовского алгоритма.

$$c_{map} = \arg \max_{c \in C} \left[ P(c) \prod_{i=1}^n P(w_i|c) \right]$$

Разобравшись с особенностями классификатора, реализуем данный алгоритм. Для этого предложено использовать язык программирования Python без использования сторонних библиотек. Перед обучением классификатора необходимо входной текст очистить от ненужных символов, далее разбить на отдельные слова у которых удалить окончания для снятия неоднозначности. Во время обучения классификатора производится подсчет количества классов C, а также частоту появления D и C в одном наборе. На выходе получаются вероятности P(C) и P(D|C) (рис. 1).

```
classes, freq = defaultdict(lambda:0), defaultdict(lambda:0)
for feats, label in samples:
    classes[label] += 1
    freq[label, feats] += 1

for label, feat in freq:
    freq[label, feat] /= classes[label]
for c in classes:
    classes[c] /= len(samples)

return classes, freq
```

Рис. 1. Обучение классификатора

Обученный классификатор можно использовать для определения тематики текстов любой направленности. Для более точного определения необходимо обучать классификатор с большим объемом текста и тематик.

Отрицательные стороны данного подхода: если в тестовом тексте присутствует категория, которая не встречалась в обучающем наборе данных, тогда этому значению будет присвоена нулевая вероятность (нулевая частота) и модель не сможет сделать прогноз; сделанные допущения о независимости признаков являются негативным аспектом, так как полностью независимые данные в реальности встречаются очень редко; значения прогнозируемых вероятностей не всегда являются достаточно точными, это следует учитывать во время анализа результатов.

Положительные аспекты: НБА превосходит другие похожие алгоритмы, такие как логистическая регрессия и при этом требует меньший объем обучающих данных; скорость классификации выше, чем у других алгоритмов; НБА лучше работает с категориальными признаками, чем с непрерывными, для непрерывных признаков предполагается нормальное распределение.

Данный алгоритм можно улучшить, дополнив его сглаживанием и свойствами логарифмов, чтобы избежать нулевой частоты и арифметического переполнения. Перед применением наивного байесовского алгоритма рекомендуется уделять особое внимание предобработке данных и отбору признаков.

### **Библиографический список**

1. Web Mining: интеллектуальный анализ данных в сети Internet. – URL: <https://sites.google.com/site/upravlenieznaniami/tehnologii-upravlenia-znaniami/text-mining-web-mining/> web-mining (дата обращения: 01.02.18).
2. Байесовский алгоритм с Python. – URL: <http://datareview.info/article/6-prostyih-shagov-dlya-osvoeniya-naivnogo-bayesovskogo-algoritma-s-primerom-koda-na-python/> (дата обращения: 02.02.18).
3. Наивный байесовский классификатор. – URL: <http://bazhenov.me/blog/2012/06/11/naive-bayes> (дата обращения: 02.02.18).

# СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

## ПОМЕХОЗАЩИЩЕННЫЙ АНАЛИЗ ПРОСОДИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

*А. К. Алимуратов, А. Ю. Тычков, П. П. Чураков*

Пензенский государственный университет,  
alansapfir@yandex.ru  
tychkov-a@mail.ru, г. Пенза, Россия

Важность анализа речевых сигналов с целью диагностирования нарушений работы нервной системы была отмечена в работе [1], в которой авторы показали, что группировка определенных информативных параметров отражает предположительно лежащую в основе патологию. Вид и степень выраженности психических расстройств кодируются в определенные информативные параметры речевых сигналов. Обзорный анализ, выявил, что характеристики речи, способные служить индикаторами психогенных состояний, можно разделить на три основные группы: спектрально-временные, кепстральные и амплитудно-частотные. Каждая группа информативных параметров предназначена для описания отдельных аспектов речевых сигналов, и находит свое применение в обнаружении пограничных психических расстройств.

Речь представляет собой нестационарный акустический сигнал сложной формы, амплитудные и частотные характеристики которого быстро изменяются во времени. Речь состоит из вокализованных и невокализованных участков, образующихся соответственно в результате периодических и непериодических колебаний голосовых связок. Периодические колебания голосовых связок называется основным тоном (ОТ). Частота колебаний связок является важной просодической характеристикой речи, называемой частотой основного тона (ЧОТ). С акустической точки зрения ЧОТ – это первая составляющая формантных частот («гармонического сита») речи. Кроме ЧОТ просодическими характеристиками речи также являются: интенсивность ОТ, динамика изменения интенсивности ОТ, динамика изменения ЧОТ, девиация ЧОТ, отношение интенсивности гармоник к интенсивности ОТ и др.

На практике все речевые сигналы в той или иной степени являются зашумленными. В условиях современной «агрессивной» шумовой обстановки и в зависимости от интенсивности, шум может существенно исказить результаты обнаружения пограничных психических расстройств. По этой причине исследование и разработка новых способов помехозащищенного анализа просодических характеристик речевых сигналов, являются весьма актуальными. Статья является продолжением ранее опубликованных трудов авторов [2, 3].

Суть помехозащищенного анализа заключается в сегментации речевого сигнала на вокализованные и невокализованные участки, разложении вокализованных участков на частотные составляющие, выделении составляющей, содержащей ОТ и измерении ЧОТ (ее функционалов).

Сегментация речевого сигнала представляет собой обнаружение границ вокализованных и невокализованных (паузы и дыхание) участков в общем речевом

потоке. Корректное обнаружение границ не только повышает точность измерения ЧОТ, но и уменьшает количество вычислительных и расчетных операций.

На основе детализированного анализа преимуществ и недостатков различных видов декомпозиции и учитывая специфику речевых сигналов при пограничных психических расстройствах, авторами принято решение использовать для разложения сигнала на частотные составляющие улучшенную полную множественную декомпозицию на эмпирические моды с адаптивным шумом (ПМДЭМАШ) [4]. Улучшенная ПМДЭМАШ позволит разложить речевой сигнал на эмпирические моды (ЭМ), отражающие информативные сигнальные и шумовые составляющие, свободные от тренда (оконечного остатка), на основе которых представляется возможным определить ЭМ с ОТ.

Суть определения моды с ОТ заключается в предположении, что информативные сигнальные ЭМ имеют большую энергию, чем шумовые и трендовые моды. Процесс определения ЭМ с ОТ заключается в последовательном вычислении разницы значений логарифмов энергии по модулю между текущей и последующей модами. В результате из последовательности полученных значений, большему из них соответствует резкий спад энергии между информативной ЭМ, содержащей ОТ и трендовой.

Измерение ЧОТ осуществляется с использованием функции измерения мгновенной энергии сигнала – оператора Тигра, обладающего простотой, эффективностью и хорошей восприимчивостью к изменению речевого сигнала:

$$T(n) = (IMF_{i,PF}(n))^2 - IMF_{i,PF}(n-1) \times IMF_{i,PF}(n+1)$$

где  $T(n)$  – функция оператора Тигра;  $IMF_{i,PF}(n)$  – ЭМ, содержащая ОТ.

Для измерения частоты используются близкорасположенные максимумы, функции оператора Тигра между которыми определяется разница в дискретных отсчетах времени, вычисляется период ОТ в секундах и ЧОТ в герцах:

$$P_0 = \frac{T_{max}(n+2) - T_{max}(n)}{f_d}, f_0 = \frac{1}{P_0}$$

где  $P_0$  – ОТ,  $f_0$  – ЧОТ;  $T_{max}(n)$ ,  $T_{max}(n+1)$  – максимумы функции оператора Тигра;  $f_d$  – частота дискретизации.

Для расширения информационного пространства просодических характеристик определяются некоторые функционалы ЧОТ:

– среднее значение ЧОТ в Гц:

$$f_{0,mean} = \frac{1}{P} \sum_{p=1}^P f_{0,p}$$

где  $p = 1, 2, \dots, P$  – номер периода ОТ;

– максимальное  $\max(f_0)$  и минимальное  $\min(f_0)$  значения ЧОТ, в Гц;

– стандартное отклонение контура ЧОТ:

$$SD_{f_0} = \frac{1}{P-1} \sum_{p=1}^P (f_{0,p} - f_{0,mean})^2$$

– диапазон фонационных частот:

$$PFR = 12 \times \frac{\log\left(\frac{\max(f_0)}{\min(f_0)}\right)}{\log_2}$$

– джиттер:

$$J = \frac{MAJ}{f_{0,\text{mean}}}.$$

Следующим этапом научной работы будут исследования представленного помехозащищенного анализа, с целью подтверждения повышения эффективности для обнаружения пограничных психических расстройств.

Работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ в рамках проекта «Разработка способов и виртуальных средств адаптивной помехозащищенной обработки и обнаружения клинически значимых параметров медицинских электрических и акустических сигналов у пациентов с пограничными психическими расстройствами» № МК-250.2017.8, 2017–2018 гг.

#### **Библиографический список**

1. Darley, F. L. Differential diagnostic patterns of dysarthria / F. L. Darley, A. E. Aronson, and J. R. Brown // Journal of Speech Language and Hearing Research. – 1969. – Vol. 12. – P. 47–57.
2. Alimuradov, A. K. An Algorithm for Measurement of the Pitch Frequency of Speech Signals Based on Complementary Ensemble Decomposition Into Empirical Modes. Measurement techniques / A. K. Alimuradov. – 2017. – Vol. 59, № 12. – March. – P. 1316–1323.
3. Анализ и оценка сигнальных систем диагностики пограничных психических расстройств / А. Ю. Тычков, А. В. Агейкин, А. К. Алимуратов, П. П. Чураков, А. Н. Тычкова // Биотехносфера. – 2017. – № 1 (49). – С. 35–39.
4. Colominasa, M. A. Improved complete ensemble EMD: a suitable tool for biomedical signal processing / M. A. Colominasa, G. Schlotthauera, M. E. Torres // Biomedical Signal Processing and Control. – 2014. – Vol. 14. – P. 19–29.

## **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА КЕПСТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ**

***А. К. Алимуратов, А. Ю. Тычков, П. П. Чураков***

Пензенский государственный университет,  
alansapfir@yandex.ru  
tychkov-a@mail.ru, г. Пенза, Россия

На сегодняшний день для определения психоэмоциональных состояний человека применяются различные дистанционные экспериментально-статистические подходы, наиболее адаптивными из которых являются способы на основе анализа речи. Низкая точность обнаружения является одной из основных проблем практической реализации дистанционного мониторинга психоэмоциональных состояний оператора в системах управления с высокой степенью ответственности. В данной статье предлагается способ определения психоэмоциональных состояний на основе анализа кепстральных характеристик речевых сигналов с использованием улучшенной полной множественной декомпозиции на эмпирические моды с адаптивным шумом (ПМДЭМАШ). Статья является продолжением ранее опубликованных трудов авторов [1, 2].

В области обработки речевых сигналов кепстральный анализ получил широкую практическую популярность, объясняемую достоинством сжатия информации о сигнале при переходе из временной в частотную область обработки [3]. Кепстральный анализ основан на выделении кепстральных коэффициентов на мел-шкале, называемых мел-частотными кепстральными коэффициентами (МЧКК). Метод получения МЧКК основан на модели функционирования органов слуха человека – использует частотную шкалу в мелах, которая моделирует частотную чувствительность человеческого уха [3].

Исследования методов обработки речевых сигналов, выявили перспективность использования адаптивной технологии анализа нестационарных сигналов, возникающих в нелинейных системах – ПМДЭМАШ [4]. В отличие от классической декомпозиции, основная идея ПМДЭМАШ заключается в добавлении к исходному сигналу контролируемого шума для создания новых экстремумов. ПМДЭМАШ обеспечивает локальное разложение сигнала на быстрые и медленные колебательные функции, называемые эмпирическими модами (ЭМ). Аналитическое выражение ПМДЭМАШ выглядит следующим образом:

$$x(n) = \sum_{i=1}^I IMF_i(n) + r_i(n)$$

где  $x(n)$  – исходный сигнал,  $IMF_i(n)$  – ЭМ,  $r_i(n)$  – конечный остаток,  $i = 1, 2, \dots, I$  – номер ЭМ.

На рис. 1 представлена упрощенная блок-схема предлагаемого способа определения психоэмоционального состояния человека на основе анализа кепстральных характеристик речевых сигналов. Суть предложенного способа заключается в разложении с помощью усовершенствованной ПМДЭМАШ речевого сигнала на частотные составляющие с формированием набора информативных компонент (концентрации информации о психоэмоциональном состоянии) и определением МЧКК.

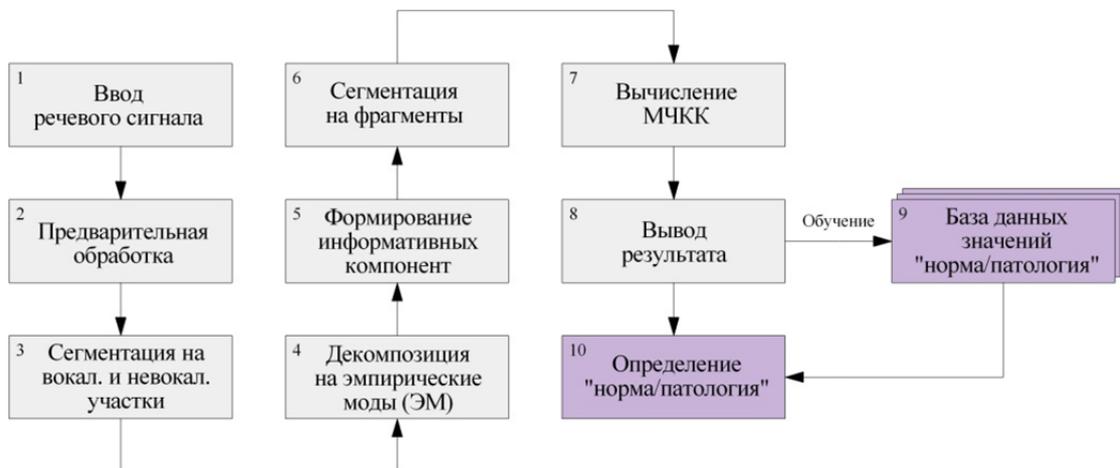


Рис. 1. Блок-схема способа определения психоэмоционального состояния человека на основе анализа кепстральных характеристик речевых сигналов

Для абсолютно произвольного сигнала все ЭМ можно разбить на две категории: информативные ЭМ с шумовыми и сигнальными составляющими; неинформативные ЭМ с трендовыми составляющими. Формирование информативных компонент заключается в вычитании из исходного сигнала информативных шумовых и неинформативных ЭМ. Целью формирования информативных компонент является сбор информации, отражающей нарушения работы органов речевого аппарата в со-

стоянии психоэмоционального всплеска. Формирование набора информативных компонент осуществляется по формуле:

$$x_{ab,i}(n) = x(n) - \left( a \times \sum_{i=0}^2 IMF_{i+1}(n) + b \times \sum_{i=0}^2 IMF_{i-1}(n) \right)$$

где  $x_{ab,i}(n)$  – информативная компонента,  $x(n)$  – исходный сигнал,  $a, b$  – коэффициенты, определяющие участие ЭМ в формировании информативных компонент.

Для проведения исследований предлагаемого способа сформирована группа испытуемых и верифицированная база сигналов при поддержке Областной клинической больницы им. К. Р. Евграфова (г. Пенза) и Пензенского государственного университета. В группу испытуемых отобрано 100 чел. мужского и женского пола, в возрасте от 18 до 60 лет, поступивших с явно выраженной симптоматикой психоэмоциональных расстройств. Для оценки эффективности способа, использовался параметр – ошибки первого и второго рода.

Таблица 1

Результаты определения психоэмоциональных состояний

Прогнозируемый результат	Результат определения		Ошибки первого и второго рода, %	
	Патология	Норма	1-го	2-го
Патология	78 чел.	22 чел.	1-го	22
Норма	16 чел.	84 чел.	2-го	16

В соответствии с полученными данными следует, что сигналы, состоящие из информативных компонент, отражают больше информации о нарушениях работы органов речевого аппарата и соответственно о психоэмоциональном состоянии человека, которая достаточно полно отображается в МЧКК.

Предварительные результаты позволяют сделать вывод, что предлагаемый способ может быть использован в тестовом режиме для дистанционного мониторинга психоэмоциональных состояний операторов систем управления с высокой степенью ответственности.

Авторы благодарят Совет по грантам Президента РФ за финансовую поддержку проекта «Исследование информативно-значимых параметров речевых сигналов: поиск уникально новых признаков естественно выраженных эмоций для повышения точности оценки психоэмоционального состояния операторов систем управления с высокой степенью ответственности» (Стипендия Президента РФ в 2018-2020 гг. для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики, № СП-246.2018.5).

### Библиографический список

1. Tychkov, A. Yu. Adaptive Signal Processing Method for Speech Organ Diagnostics / A. Yu. Tychkov, A. K. Alimuradov, P. P. Churakov // Measurement techniques. – 2016. – Vol. 59, № 5. – P. 485–490.
2. Тычков, А. Ю. Анализ и оценка сигнальных систем диагностики пограничных психических расстройств / А. Ю. Тычков, А. В. Агейкин, А. К. Алимуратов, П. П. Чураков, А. Н. Тычкова // Биотехносфера. – 2017. – № 1 (49). – С. 35–39.
3. Huang, X. Spoken Language Processing. Guide to Algorithms and System Development / X. Huang, A. Acero, H.-W. Hon // Prentice Hall. – New Jersey, 2001. – 980 p.
4. Colominasa, M. A. Improved complete ensemble EMD: A suitable tool for biomedical signal processing / M. A. Colominasa, G. Schlotthauer, M. E. Torres // Biomedical Signal Processing and Control. – 2014. – Vol. 14. – P. 19–29.

# ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АСУ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИОТ-ТЕХНОЛОГИЙ

*А. И. Афанасьев, В. Н. Князев*

Пензенский государственный университет,  
alegy1996@gmail.com, г. Пенза, Россия

Популярный в настоящее время «Интернет вещей» ("Internet of Things" – IoT) представляет собой научную концепцию, определяющую способы взаимодействия различных физических объектов, устройств и систем между собой и с окружающей внешней средой с применением различных технологий связи и стандартов соединения. Все более широкую популярность приобретают решения, основанные на принципах технологии IoT для систем управления различного назначения [1–4].

Такие системы служат для сбора информации с датчиков, обработки данных, управления исполнительными устройствами, передачи различных сигналов и т.п. Важным и перспективным направлением для IoT-технологий является их применение для систем по типу «Умный дом» [5–6].

Вопрос, касающийся беспроводного взаимодействия электронных устройств, в таких системах как «Умный дом» очень важен. Спрос на системы "Умный дом" все более возрастает, поскольку в рамках системы "Умный дом" набор домашних устройств способен выполнять различные действия и решать определенные задачи даже без участия человека. С внедрением в вычислительные устройства интерфейсов беспроводной связи эти полезные приборы становятся еще более удобными и функциональными.

Ключевое значение для систем «Умный дом» имеет использование Wi-Fi-соединений [7–8]. Однако, существуют причины, негативно влияющие на качество сигнала WiFi, и качество связи между устройствами может ухудшиться или прерваться, например, при ремонте, установке новой техники, неправильной настройке и эксплуатации роутера и т.д.

Чтобы избежать потерю сигнала, и обеспечить гарантированный способ доставки сообщения (данных) требуется иная аппаратная реализация информационного взаимодействия устройств системы.

Представляется целесообразным задействовать и другие способы беспроводной передачи данных, такие, как Bluetooth, GSM, GPRS, радиоканалы [9–10].

С учетом указанных способов передачи данных предлагается следующая структура автоматизированной системы управления (АСУ), представленная на рис. 1.

В процессе работы производится формирование и шифрование данных по улучшенному алгоритму на стороне передатчика (сервера), после чего зашифрованные данные подаются в доступный канал связи, заранее проранжированный по скорости передачи. Исполнитель (приемник), получив сообщение, дешифрует его и отправляет ответное сообщение. В случае если ответ со стороны приемника не доходит до сервера или время передачи превышает заданное значение, то сервер сформированное зашифрованное сообщение подает в следующий канал связи, и так до тех пор, пока не будут перебраны все возможные каналы связи.

Для реализации сервера будет использоваться настольный персональный компьютер с предустановленной операционной системой Ubuntu Linux [11–12].

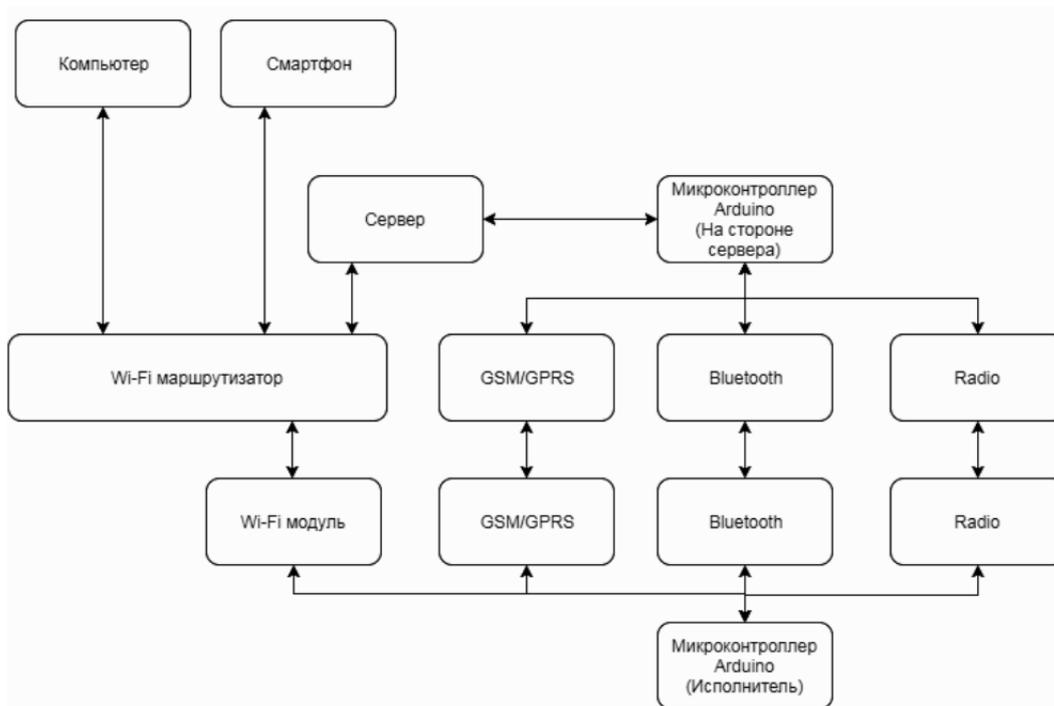


Рис. 1. Структура автоматизированной системы управления

В качестве исполнителя команд будет использован микро- контроллер Mega328P обоснованный на отладочной плате Arduino Uno. Для реализации канала связи по Wi-fi будет использован микроконтроллер ESP-ESP8266 [13-14]. Для реализации канала связи по Bluetooth будет использован микроконтроллер HC-06. Для реализации канала связи по GSM/GPRS будет использован микроконтроллер SIM800L. Для реализации канала связи по Radio будет использован беспроводной маломощный приемопередатчик.

В настоящее время на основе предлагаемого подхода организации работы автоматизированной системы управления с применением различных по типу каналов связи для повышения надежности и безопасности передачи данных проводится разработка программного обеспечения сервера и микроконтроллеров. [15,16]

### Библиографический список

1. Грингард, С. Интернет вещей: Будущее уже здесь / С. Грингард. – М. : Альпина Паблишер, 2016. – 188 с.
2. Boswarthick, D. The Internet of Things: Key Applications and Protocols / D. Boswarthick, O. Elloumi. – Великобритания : Wiley, 2012. – 370 с.
3. Князев, В. Н. Разработка автоматизированной беспроводной системы управления IoT-устройствами с использованием модели информационного обмена «Издатель-подписчик» / В. Н. Князев, А.И. Жиганов // Молодежь в науке: Новые аргументы : сб. науч. работ VI Междунар. конкурса. – Липецк : Научное партнерство «Аргумент», 2017. – С. 85–87.
4. Жиганов, А. И. Разработка автоматизированной беспроводной системы управления IoT-устройствами с использованием микроконтроллера ESP8266 и модели информационного обмена «Издатель-подписчик» / А. И. Жиганов, П. В. Кожевников, В. Н. Князев // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV Ежегод. межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 146–148.
5. Тесля, Е. «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире / Е. Тесля. – СПб. : Питер, 2008. – 224 с.
6. Танаджян, Е. А. Интеллектуальные системы автоматизации «Умный дом» / Е. А. Танаджян, Д. Ю. Холодилин, Д. Е. Кривобоков // Ползуновский альманах. – 2014. – № 1. – С. 195–197.

7. Пролетарский, А. В. Беспроводные сети Wi-Fi / А. В. Пролетарский, И. В. Баскаков, Д. Н. Чирков. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 178 с.
8. Беспроводные сети Wi-Fi / А. В. Пролетарский, И. В. Баскаков, Р. А. Федотов, А. В. Бобков, Д. Н. Чирков, В. А. Платонов. – М. : ИНТУИТ, 2016. – 285 с.
9. Масич, Г. Ф. Сети передачи данных / Г. Ф. Масич. – Пермь : Изд-во ПермИПУ, 2014. – 192 с.
10. Беделл, П. Сети. Беспроводные технологии / П. Беделл. – М. : НТ Пресс, 2008. – 448 с.
11. Колесниченко, Д. Ubuntu Linux. Краткое руководство пользователя / Д. Колесниченко. – М. : БХВ-Петербург, 2007. – 304 с.
12. Колесниченко, Д. Linux. От новичка к профессионалу / Д. Колесниченко. – М. : БХВ-Петербург, 2010. – 780 с.
13. Худяков, С. В. Использование микроконтроллера ESP8266 01. Программирование с помощью Arduino IDE / С. В. Худяков, С. Г. Самохвалова // Постулат. – 2016. – № 12. – URL: <http://e-postulat.ru/index.php/Postulat/article/view/249> (дата обращения: 10.01.18).
14. Шварц, М. Электроника. Интернет вещей с ESP8266 / М. Шварц. – М. : BHV, 2018. – 192 с.
15. Князев, В. Н. Алгоритмы и программные средства автоматизированных систем управления на основе IoT-технологий / В. Н. Князев, А. И. Афанасьев // Фундаментальные и прикладные научные исследования : сб. ст. XI Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : Наука и просвещение, 2018. – Ч. 2. – С. 52–54.
16. Князев, В. Н. Разработка автоматизированных систем управления на основе IoT-технологий / В. Н. Князев, А. И. Афанасьев // Научный форум: Технические и физико-математические науки : сб. ст. XI Междунар. науч.-практ. конф. – М. : МЦНО, 2018. – № 1 (11). – С. 11–15.

## **РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ**

***И. Ю. Балашова, Е. В. Метальникова***

Пензенский государственный университет,  
pn@pnzgu.ru, г. Пенза, Россия

Исследования в области анализа данных неизбежно сталкиваются с необходимостью обрабатывать данными больших объемов. Проблема анализа исходных данных для принятия решений определила появление информационно-аналитических систем (ИАС), под которыми понимают комплекс аппаратных, программных средств, информационных ресурсов, методик, которые используются для обеспечения автоматизации аналитических работ в целях обоснования принятия управленческих решений и других возможных применений [1, с. 8].

Любая информационно-аналитическая система является средством эффективного хранения, обработки и анализа данных. Архитектура АИС насчитывает следующие уровни: сбор и первичная обработка данных; извлечение, преобразова-

ние и загрузка данных; складирование данных; представление данных в витринах данных; оперативный и интеллектуальный анализ данных; Web-портал [2, с. 126]. На первом уровне источники данных представляют собой транзакционные или операционные БД, которые относятся к группе OLTP-систем (online transactional processing). Транзакционные БД имеют следующие отличительные особенности: быстрая обработка данных и высокая частота их изменения, ориентированность на обслуживание одного процесса в деятельности предприятия. Совокупность транзакционных БД образует нижнее звено архитектуры ИАС. На втором уровне реализуются процедуры извлечения, преобразования и загрузки данных, поддерживаемые ETL-инструментами (extraction, transformation, loading). Извлечение данных осуществляется из различных транзакционных источников нижнего уровня. После преобразования и консолидации данные загружаются в целевые аналитические БД – хранилища данных и витрины данных. На этапе преобразования устраняется избыточность данных, проводятся необходимые вычисления и агрегирования. Третий уровень архитектуры ИАС содержит хранилища данных (Data Warehouse). Хранилища данных могут объединять информацию из нескольких транзакционных БД и обеспечивают анализа данных с применением современных программных инструментов. Характерная особенность хранилищ данных – относительно редкая корректировка данных, обновление данных на периодической основе. Хранилище данных является основным звеном архитектуры ИАС любого предприятия и является основным источником данных при принятии управленческих решений. К четвертому уровню архитектуры ИАС относятся программные средства или инструменты оперативного (OLAP) и интеллектуального анализа данных (DM). Инструменты интеллектуального анализа данных используются конечными пользователями для доступа к информации, ее визуализации, многомерного анализа и формирования как predefined по форме и составу, так и произвольных отчетов, создаваемых управленцем или аналитиком (без программиста).

Существует два подхода к реализации ИАС. Первый подход основан на платформенно-базированных решениях, предложенных компаниями Oracle, Microsoft, CA, SAP, SAS и другими. Основная отличительная особенность этих решений состоит в наличие систем управления базами данных (СУБД). Существует ряд ограничений, когда такой подход к созданию ИАС не совсем применим. Во-первых, значительные затраты предприятия на внедрение платформы выбранного производителя. Во-вторых, комплексное решение от одного производителя увеличивает риск, связанный с долгосрочными перспективами развития ИАС. Второй подход предполагает реализацию ИАС на основе смешанного решения, предполагающего разработку инструментов оперативного, интеллектуального анализа и СУБД различными компаниями (Cognos, Business Objects и BaseGroup Labs). При смешанном решении есть возможность подбора продукта анализа на основе оценки уровня подготовки пользователя, анализа данных из баз и хранилищ данных, разработанных в различных платформах. Таким образом, эффективность ИАС зависит от правильного выбора и успешной интеграции используемых программных продуктов.

Разработана архитектура информационно-аналитической системы учебного назначения на основе свободно распространяемых программных продуктов. Система может быть использована преподавателями вузов и студентами, изучающими базы и хранилища данных, администрирование информационных систем, математическое программирование, оперативный и интеллектуальный анализ данных, методы принятия решений. На рис. 1 приведена структура ИАС учебного назначения.

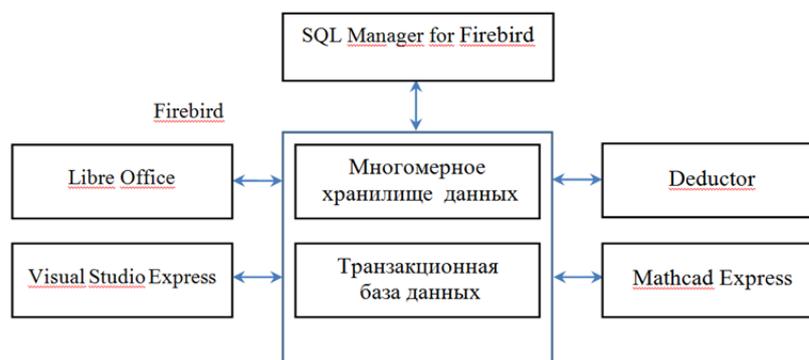


Рис. 1. Структура информационно-аналитической системы

В качестве базисных решений использована технологическая платформа Deductor компании BaseGroup Labs и свободно распространяемая СУБД Firebird. Deductor – это информационно-аналитическая платформа, с помощью которой можно решать следующие задачи: сбор данных из распределенных источников, очистка и систематизация данных, обогащение данных и устранение повторов, оперативный и интеллектуальный анализ данных, формирование аналитической отчетности и др. [3, 25]. Firebird является кроссплатформенной реляционной СУБД, распространяемой бесплатно. Основные характеристики Firebird: полная поддержка хранимых процедур и триггеров; транзакции, полностью совместимые с концепцией ACID; ссылочная целостность; версионная архитектура. SQL Manager for Firebird – инструмент для разработки и администрирования серверов БД InterBase и Firebird. Libre Office является офисным программным приложением с открытым исходным кодом и обеспечивает обработку текстов, электронных таблиц, презентаций, графиков и данных. Mathcad Express – это бесплатное математическое программное обеспечение, которое позволяет легко выполнять, анализировать, документировать расчеты и обмениваться ими. Visual Studio Express – мощный и бесплатный инструмент для разработки программного обеспечения. Таким образом, Firebird, Deductor, Mathcad Express, Libre Office составляют эффективные средства для проведения расчетов, моделирования и проведения оперативного и интеллектуального анализа данных в составе информационно-аналитической системы.

#### Библиографический список

1. Амириди, Ю. В. Информационные аналитические системы / Ю. В. Амириди, Т. В. Алексеева, В. В. Дик. – М. : Синергия Пресс, 2013. – 384 с.
2. Паклин, Н. Б. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям: учеб. пособие / Н. Б. Паклин, В. И. Орешков. – СПб. : Питер, 2010. – 704 с.
3. Белов, В. Н. Анализ базы данных с применением алгебры кортежей / В. Н. Белов, П. П. Макарычев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2011. – № 3. – С. 25–36.

## ПРОБЛЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ МИГРАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН

*А. С. Блошкин, В. Н. Князев*

Пензенский государственный университет,  
alexandrbloshkin1@gmail.com, г. Пенза, Россия

Виртуализация представляет собой набор вычислительных ресурсов, который отделен от аппаратной реализации, который предоставляет возможность логи-

чески изолировать друг от друга вычислительные процессы, выполняемые на одном физическом ресурсе. Чаще всего виртуализация встречается в виде виртуальных машин, которые позволяют осуществить параллельный запуск нескольких операционных систем на одной физической машине в рамках одной родительской операционной системы, называемой гипервизором [1–2]. Применение такого рода виртуализации позволяет решать задачи различного рода. Виртуальные машины могут использоваться для защиты или разделения информации, исследования производительности программного обеспечения, оптимизации использования ресурсов мейнфреймов или для упрощения управления кластерами [3].

Одним из самых перспективных направлений развития виртуализации является направление динамической миграции виртуальных машин. Динамическая миграция позволяет в реальном времени осуществить перемещение виртуальной машины между различными физическими машинами, соединенными между собой по сети. Динамическая миграция становится заметной технологией для эффективной балансировки загрузки и оптимизации развертывания виртуальных машин на физических узлах в центрах обработки данных. Для эффективного использования метода динамической миграции необходимо решить основные проблемы, связанные с динамической миграцией.

Существуют ситуации, когда текущее местоположение виртуальной машины перестает удовлетворять необходимым требованиям для его использования. При этом необходимо учитывать несколько параметров, таких как физическая топология, потребляемый трафик, продолжительность миграции, непрерывность работы сервиса и т.д.

Процесс динамической миграции потребляет различные виды ресурсов, такие как процессорное время, диск, а так же трафик на пути от исходной до целевой машины.

Основная задача миграции – позволить виртуальным машинам быть перенесенными в соответствии со спросом на их услуги. Одна из главных проблем заключается в том, как обеспечить постоянную доступность услуг, которые предлагает виртуальная машина. Основным параметром является время миграции, которое в первую очередь зависит от размера виртуальной машины и производительности глобальной сети.

В ближайшем будущем количество виртуальных машин, размещенных в центрах обработки данных, значительно возрастет, что приведет к увеличению сложности управления. Должны быть учтены многие противоречивые задачи и требования, связанные с производительностью и потреблением энергии. Поиск масштабируемого решения, которое позволит определять эффективные стратегии управления решениями о миграции является проблемой, которая требует дальнейшего изучения. Необходимы автоматизированные методы управления миграцией для устранения сложности и проблем масштабируемости. Кроме того, схемы управления должны также учитывать вопрос о реорганизации элементов сети (например, межсетевые экраны, таблицы маршрутизации) после миграции виртуальных машин [4–6].

Проблематика динамической миграции виртуальных машин также заключается в выборе подхода к определению необходимости осуществления миграции какой-либо виртуальной машины. Рассмотрим несколько подходов к решению данной проблемы.

Первый подход заключается в том, что управление кластером виртуальных машин и их распределение между машинами-хостами осуществляется администратором кластера, обладающим уникальным правом на осуществление миграции. К преимуществам такого подхода можно отнести централизованность всей системы, а так же ее относительная безопасность, так как управление всей системой сосредо-

точно в руках одного человека. Минусами такого подхода можно назвать неполную информированность о состоянии системы всех ее узлов. Вероятна ситуация, когда динамическая миграция между узлами будет осуществлена в момент осуществления какого-либо действия с виртуальной машиной оператором или иным участником системы. В таком случае управление системой становится неэффективным.

Второй способ подразумевает отказ от роли администратора при принятии решения о динамической миграции. Решение в данном случае принимают только источник и приемник миграции. В случае необходимости источник миграции при помощи пользователя или в автоматическом режиме подает запрос на миграцию потенциальному приемнику. Миграция в таком случае будет осуществлена только при согласии обоих участников операции на ее осуществление. Такой подход позволяет устранить минусы предыдущего подхода, так как миграция будет осуществляться только при подтверждении каждого из участников. Однако подобная децентрализация является также и минусом данного подхода, так как не всегда является необходимым участие в принятии решения о миграции источника и приемника миграции, например, в случаях, когда виртуальные машины работают в автономном режиме, выполняя задачи сервера или подобные.

Одним из вариантов устранения минусов данных подходов является применение комбинированного подхода, который собирает в себе признаки первого и второго подходов. Динамическая миграция при таком подходе осуществляется за счет «голосования» каждого из участников системы о необходимости миграции. Источник миграции может подать запрос на осуществление миграции приемнику, приемник может либо дать согласие, либо отказать в миграции. «Решающим голосом» в данной цепочке обладает администратор кластера виртуальных машин, который может принудительно осуществить динамическую миграцию или дать отказ на ее осуществление. Данный подход может быть широко применен для решения различных задач, в которых используется динамическая миграция, в числе которых как управляемые пользователем системы, так и системы, работающие в полностью автоматическом режиме [7–9].

### Библиографический список

1. Гультяев, А. К. Виртуальные машины. Несколько компьютеров в одном / А. К. Гультяев. – СПб. : Питер, 2006. – 224 с.
2. Пярн, А. В. Разработка и реализация инфраструктуры виртуальных полигонов на базе технологий облачных вычислений: магистерская диссертация / А. В. Пярн. – М. : МГУ им М. В. Ломоносова, 2013. – 74 с.
3. Гилев, В. М. Использование виртуальных машин в образовательном процессе профессионально-педагогического вуза: магистерская диссертация / В. М. Гилев. – Екатеринбург : РГППУ, 2016. – 117 с.
4. Мелехова, А. Л. Управление физической памятью виртуальной машины : дис. ... канд. техн. наук / Мелехова А. Л. – М. : МФТИ(ГУ), 2015. – 105 с.
5. Алексанков, С. М. Модели динамической миграции с итеративным подходом и сетевой миграции виртуальных машин / С. М. Алексанков // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики, 2015. – Т. 15, № 6. – С. 1098–1104.
6. Чернова, Е. В. Анализ основных проблем миграции виртуальных машин / Е. В. Чернова, П. Н. Полежаев // Перспективные информационные технологии : тр. Междунар. науч.-техн. конф. – Самара : Изд-во СУ, 2017. – С. 484–488.
7. Блошкин, А. С. Вопросы динамической миграции виртуальных машин / А. С. Блошкин, В. Н. Князев // Молодой ученый : сб. науч. тр. XIII Междунар. науч.-практ. конф.: Научный диалог. – СПб. : Общественная наука, 2018. – Ч. 1. – С. 7–11.

8. Блошкин, А. С. Вопросы организации управления виртуальными машинами / А. С. Блошкин, В. Н. Князев // Проблемы и решения : сб. ст. VII Междунар. науч.-практ. конф. : Технические науки. – М. : Интернаука, 2018. – № 1 (6). – С. 27–33.

9. Блошкин, А. С. Анализ подходов организации динамической миграции виртуальных машин / А. С. Блошкин, В. Н. Князев // Технические и физико-математические науки : сб. ст. XI Междунар. науч.-практ. конф.: Научный форум. – М. : МЦНО, 2018. – № 1 (11). – С. 15–21.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ИЛЛЮЗИЙ В ИНТЕРФЕЙСАХ СИСТЕМ**

*А. А. Валько, А. Ф. Валько*

Пензенский государственный университет,  
valko.alesja@gmail.com, г. Пенза, Россия

Оптические иллюзии являются удобным механизмом изменения восприятия изображения, созданного как художественными средствами, так и при использовании графических технологий.

Оптические иллюзии относят к результатам науки о зрении – науки гештальт.

Основы гештальт заложены в теориях, которые анализируют «слепые зоны» в работе нашего зрения. Эти основы помогают понять, как человек воспринимает визуальные объекты, и как изменения в расположении, перспективе и размере могут поменять это восприятие.

В данной статье будут рассмотрены основные понятия гештальт, наиболее пригодные для ежедневного применения в UI-дизайне.

Ниже представлены четыре основных свойства гештальт.

### **1. Появление**

Пытаясь опознать объект, человек сначала обращает внимание на его контуры, а потом уже сопоставляет их с знакомыми ему очертаниями. Только после опознания контуров образа человек начинает замечать детали объекта.

Применение в веб-дизайне: формы и контуры должны преобладать над мелкими деталями.

### **2. Материализация**

По причине того, что визуальные стимулы сильно противоречивы, человеческий мозг запрограммирован на «заполнение пробелов», когда информации не хватает. Это позволяет человеку понимать видимое, даже если оно расплывчатое или ограниченное.

Применение в веб-дизайне: «почти и чуть-чуть» тоже считается в веб-дизайне. При условии, что информации достаточно, чтобы передать объект, мозг пользователя заполнит все остальное.

### **3. Мультиустойчивость**

Если у объекта есть больше, чем одна интерпретация, то сознание будет переключаться между интерпретациями, так как оно не может видеть их все одновременно [1]. Чем дольше зритель фокусируется на одной интерпретации и меньше на другой, тем более доминирующей становится первая.

Применение в веб-дизайне: при возможности необходимо избегать множественных интерпретаций.

### **4. Неизменность**

Принцип неизменности показывает, что человек распознает очертания и образ объекта вопреки разнице в перспективе, повороте, масштабе и даже незначительных деформациях.

Применение в веб-дизайне: неизменность может не так прямолинейно влиять на веб-дизайн, как другие столпы гештальт; однако, это обычно применяется в тестах с капчами (например, при регистрации), так как неизменность считается принципом, показывающим преимущество человека над роботами.

Существует пять правил, наиболее полезных при разработке интерфейсов систем:

#### 1. Сходство

Объекты, которые смотрятся похоже, воспринимаются, как одинаковые. Это правило часто используется в веб-дизайне, в области, в которой ценятся быстрее и простейшие способы передачи информации. Создав два элемента с похожими визуальными контурами, можно интуитивно передать назначение каждого [1].

#### 2. Соотношение фигур и фона

Элементы одинаково воспринимаются и как фигуры (отчетливые части фокуса), и как фон, на котором фигуры расположены.

#### 3. Группировка

Непохожие детали могут быть сгруппированы вместе, чтобы представить их подобными друг другу. Основы гештальт предлагают как минимум два способа использования группировки для отображения связи между предметами:

Ограждение – ограждение непохожих объектов вместе с помощью заметной черты объединит их в сознании зрителя.

Сближение – собранные близко друг к другу объекты будут восприниматься как похожие, особенно если они отделены от других групп большим пространством.

#### 4. Завершение

Опираясь на принципы материализации, описанные ранее, правило завершения основано на том, что мозг автоматически обеспечивает человеку заполнение незаконченных визуальных объектов [3].

#### 5. Продолжение

Связанное с правилом завершения правило продолжения утверждает, что зрение пользователя создает движение, в то время как оно переходит от объекта к объекту, давая линиям особую силу в layout-дизайне [3].

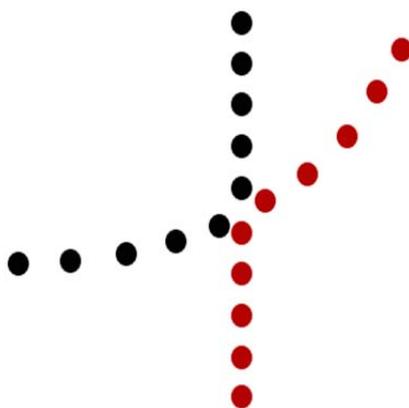


Рис. 1. Пример правила завершения

В визуальном примере выше зритель воспринимает прямую линию и кривую, а не 2 изогнутых линии разных цветов [2]. Так сила продолжения больше, чем сила цвета, что является мощным визуальным инструментом для отображения схожести.

Таким образом, понимание принципов гештальт дает больший контроль над визуальной иерархией, помогает создавать более гармоничные решения и повышает вероятность передачи идеи аудитории.

Сочетание главных принципов: появления, материализации, мультиустойчивости и неизменности, так же как и правил сходства, ограждения, соотношения фигур и фона и многих других позволяет перейти на качественно новый уровень визуального дизайна для интерфейса систем.

### **Библиографический список**

1. Как связать элементы интерфейса при помощи визуальных приемов «контраст» и «подобие». – URL: <https://vc.ru/7877-visual-relationships> (дата обращения: 05.12.2017).
2. Принципы гештальта в дизайне пользовательского интерфейса. – URL: <https://habrahabr.ru/company> (дата обращения: 05.12.2017).
3. Гештальт-принципы в WEB UI дизайне с примерами. – URL: <http://positivecrash.com> (дата обращения: 05.11.2017).

## **ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ**

***М. В. Власов, М. А. Назаром***

Пензенский государственный университет,  
[mhv.vlasov@gmail.com](mailto:mhv.vlasov@gmail.com), г. Пенза, Россия

Глубинное обучение (Deep learning) – набор алгоритмов машинного обучения, которые пытаются моделировать высокоуровневые абстракции в данных, используя архитектуры, состоящие из множества нелинейных трансформаций.

Под термином «глубина» в данном случае понимается глубина графа вычислений модели – максимальная длина между входным и выходным узлами конкретной архитектуры. В случае, например, простой нейронной сети прямого распространения глубина соответствует количеству слоев сети. Термин 'глубинное обучение' акцентирует внимание на сложности обучения алгоритмов внутренних (глубоких) слоев многослойной нейронной сети, которые в большинстве случаев плохо поддаются классическим методам обучения, таким как метод обратного распространения ошибки.

Процесс глубокого машинного обучения состоит из двух основных этапов: обучения и формирование выводов. Фазу обучения следует рассматривать как метод маркировки больших объемов данных и определение их соответствующих характеристик. Система сравнивает эти характеристики и запоминает их, чтобы сделать правильные выводы, когда она столкнется с подобными данными в следующий раз.

Процесс глубокого обучения включает следующие этапы:

1. ИНС задают набор двоичных вопросов в виде да/нет.
2. Извлечение числовых значений из блоков данных.
3. Классификация данных в соответствии с полученными ответами.
4. Маркирование данных.

Во время фазы формирования выводов, система делает определенные заключения, а затем маркирует новые неизученные данные, используя ее предыдущие знания.

Рассмотрим отличия машинного обучения от глубокого обучения. Классическое машинное обучение – это извлечение новых знаний из большого массива дан-

ных, загруженного в систему. Пользователи формируют правила обучения машины и исправляют ее ошибки. Такой подход устраняет негативный эффект так называемого переобучения, которое часто проявляется в глубоком обучении.

Различия между машинным обучением (МО) и глубоким обучением (ГО):

- Сети глубокого обучения нуждаются в больших объемах немаркированных данных, чтобы сделать точные выводы, в то время как МО может использовать небольшие объемы данных, предоставляемые пользователями.
- В отличие от МО, ГО нуждается в высокопроизводительном оборудовании.
- МО требует, чтобы все функции были точно идентифицированы пользователями, а ГО самостоятельно создает новые функции.
- МО делит задачи на небольшие части, а затем объединяет полученные результаты в один вывод, а ГО решает задачу комплексно.
- По сравнению с МО, ГО требует гораздо большего времени для обучения.
- В отличие от ГО, МО может обеспечить достаточную прозрачность для своих решений.

Концепция глубокого обучения подразумевает, что машина сама создает свои функциональные возможности, до тех пор пока это возможно.

Глубокое обучение, фактически, широко внедрило машинное обучение в практику. Оно разбивает задачи так, что все виды машинного содействия кажутся возможными. Автомобили без водителей, лучшее превентивное здравоохранение, рекомендации фильмов – все это уже есть или почти есть сегодня.

#### **Библиографический список**

1. Mueller, A. *Introducing to Machine Learning with Python* / A. Mueller, S. Guido. – М. : Вильямс, 2016. – 338 с.
2. Сегаран, Т. *Программируем коллективный разум* : пер. с англ. / Т. Сегаран. – СПб. : Символ-Плюс, 2008. – 368 с.

## **МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ АЛГОРИТМЫ**

***М. В. Власов, М. А. Назаром***

Пензенский государственный университет,  
mxv.vlasov@gmail.com, г. Пенза, Россия

Машинное обучение – это идея о существовании общих алгоритмов, которые способны рассказать нам что-то интересное о наборе данных без необходимости писать специфичный для данной проблемы код. Цель машинного обучения – научить машину (точнее, программу) решать задачу, предъявив ей несколько примеров (с правильными и неправильными решениями). Предположим, что каждое утро, включив компьютер, вы делаете одно и то же: сортируете пришедшую почту, раскладывая письма в папки по темам. Через какое-то время эта работа вам надоест, и вы захотите ее автоматизировать. Один из возможных подходов – проанализировать собственное поведение и выписать правила, которыми вы руководствуетесь при сортировке писем. Однако это громоздкое и отнюдь не совершенное решение. Некоторые правила вы упустите из виду, другие сформулируете излишне детально. Гораздо лучше выбрать какой-то набор метаданных о письмах, задать пары (тело письма, имя папки) и поручить алгоритму вывести наилучший набор правил. Такие

пары называются обучающими данными, а получившийся набор правил можно будет применить к будущим письмам, которых алгоритм еще не видел. Это и есть машинное обучение в простейшем виде.

Алгоритмы машинного обучения входят в одну из двух основных категорий – **обучение с учителем** (*supervised learning*) и **обучение без учителя** (*unsupervised learning*). Разница между ними простая, но важная. «Учитель» в терминах машинного обучения – это само вмешательство человека в процесс обработки информации. В обоих видах обучения машине предоставляются исходные данные, которые ей предстоит проанализировать и найти закономерности. Различие лишь в том, что при обучении с учителем есть ряд гипотез, которые необходимо опровергнуть или подтвердить. Эту разницу легко понять на примерах

Обучение с учителем это один из разделов машинного обучения, посвященный решению следующей задачи. Имеется множество объектов (ситуаций) и множество возможных ответов (откликов, реакций). Существует некоторая зависимость между ответами и объектами, но она не известна. Известна только конечная совокупность прецедентов – пар «объект, ответ», называемая обучающей выборкой. На основе этих данных требуется восстановить зависимость, то есть построить алгоритм, способный для любого объекта выдать достаточно точный ответ. Под учителем в данном случае понимается сама выборка или тот, кто указал на заданных объектах правильные ответы.

Предположим, в нашем распоряжении оказались сведения о десяти тысячах московских квартир: площадь, этаж, район, наличие или отсутствие парковки у дома, расстояние от метро, цена квартиры и т. п. Нам необходимо создать модель, предсказывающую рыночную стоимость квартиры по ее параметрам. Это идеальный пример машинного обучения с учителем: у нас есть исходные данные (количество квартир и их свойства, которые называются признаками) и готовый ответ по каждой из квартир – ее стоимость. Программе предстоит решить задачу регрессии. Еще пример из практики: подтвердить или опровергнуть наличие рака у пациента, зная все его медицинские показатели. Выяснить, является ли входящее письмо спамом, проанализировав его текст. Это все задачи на классификацию.

Чтобы создать приложение, вы загружаете свою обучающую выборку в алгоритм. Он пытается выяснить, какую математику нужно проделать, чтобы цифры сошлись.

При **обучении с учителем** вы позволяете компьютеру выработать эти соотношения за вас. И как только вы знаете, какая математика требуется для решения этой конкретной проблемы, вы можете ответить на любую другую проблему того же типа.

В случае **обучения без учителя**, когда отсутствуют «правильные ответы» все происходит другим образом. Например, есть информация о весе и росте какого-то количества людей, и эти данные нужно распределить по трем группам, для каждой из которых предстоит изготовить одежду подходящих размеров. Это задача кластеризации. В данном случае необходимо разделить все данные на 3 кластера (но, как правило, такого строгого и единственно возможного деления нет). Если же взять ситуацию, где каждый из объектов в выборке обладает сотней различных признаков, то основной трудностью будет графическое отображение такой выборки. Поэтому количество признаков уменьшают до двух или трех, что дает возможность визуализировать выходные данные. Это – задача уменьшения размерности.

### Библиографический список

1. Mueller, A. *Introducing to Machine Learning with Python* / A. Mueller, S. Guido. – М. : Вильямс, 2016. – 338 с.
2. Сегаран, Т. *Программируем коллективный разум* : пер. с англ. / Т. Сегаран. – СПб. : Символ-Плюс, 2008. – 368 с.

# СПОСОБЫ ДИСТРИБУЦИИ ОБУЧАЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНАТОМИИ ЧЕЛОВЕКА

*А. В. Горелова, А. В. Кузьмин*

Пензенский государственный университет,  
Leka20008@gmail.com, г. Пенза, Россия

Удовлетворение потребности граждан Российской Федерации в квалифицированной медицинской помощи является одной из приоритетных целей государственной политики, важнейшей задачей развития здравоохранения. А для качественного обслуживания необходимо уделять особое внимание обучению новых специалистов при помощи новых информационных технологий.

Анатомия нуждается в этом, возможно, больше других дисциплин. Обучающие информационные системы для изучения анатомии человека реализованы как для использования на персональных компьютерах, так и на мобильных устройствах, но приобретение программного продукта порой составляет некоторую сложность.

Дистрибуция (дистрибуция) – комплексная логистическая деятельность, заключающаяся в продвижении продукции от производителей к конечным потребителям [1]. В широком смысле, дистрибуция – это распределение программного продукта.

В настоящее время дистрибуцию делят на классическую и цифровую.

Классическая дистрибуция – это один из современных способов распространения программных продуктов для персональных компьютеров (ПК). Этот термин обычно используется в тех случаях, когда распространение программного продукта происходит с использованием физических методов распространения информации – другими словами, через материальные носители информации (CD диски, флеш-карта и т.п.). [2] Схема классической дистрибуции приведена на рисунке 1.

При покупке программного продукта на материальном носителе информации пользователь помимо упаковки, содержащей информационный носитель с файлами, инструкцию и лицензионный код-ключ правообладания программой, получает ряд удобств, которые заключаются в следующем:

- возможность наличного расчета, без ввода данных банковской карты;
- возможность установки программного продукта без выхода в Интернет;
- хранение установочного файла и дополнительных файлов продукта без использования памяти винчестера;
- возможность повторной установки с физического носителя при повреждении/удалении установленного.

Однако, классическая дистрибуция имеет основной недостаток при самой покупке программного продукта. Этот недостаток – затраченное время. На рис. 1 показано как выглядит в настоящее время классическая дистрибуция программного обеспечения, подразумевающая использование материальных носителей [3].

Время, прошедшее от момента заказа клиентом нужного ему программного обеспечения, до момента получения им заказанного продукта, может растянуться на 6 недель.

Цифровая дистрибуция – способ распространения цифрового контента без использования материального носителя, как правило, это загрузка через Интернет на компьютер пользователя [4].

## КЛАССИЧЕСКАЯ ДИСТРИБУЦИЯ



Рис. 1. Схема классической дистрибуции

Основные преимущества при покупке электронного образа программного продукта:

- доставка ключей от производителя в течение нескольких минут;
- большинство электронных лицензий значительно дешевле коробок аналогичных продуктов;
- удобная логистика: без поиска ближайшего склада и затрат на доставку;
- возможность размещать заказы в любое время;
- полностью автоматизированная система создания и отправки клиентам счетов и отгрузочных документов.

Недостатками использования цифровой дистрибуции являются достоинствами классической.

При рассмотрении целевой аудитории обучающей информационной системы по изучению анатомии человека было выявлено, что потенциальными пользователями будут являться студенты и преподаватели медицинских институтов, а также опытные практикующие врачи.

Для использования обучающей информационной системы по изучению анатомии человека на территории образовательного учреждения рациональнее оформлять покупку способом классической дистрибуции, так как большинство учебных аудиторий не имеют свободного доступа в интернет. Также немаловажную роль играет хранение установочного файла на физическом носителе и возможность свободного распространения на большое количество компьютеров. Лицензия правообладателя программным продуктом, сопроводительные документы и счета в печатном виде удобны для составления отчетности по закупочным мероприятиям.

Для личного использования обучающей информационной системы по изучению анатомии человека на ПК пользователю удобнее воспользоваться методом цифровой дистрибуции. Данный метод значительно сократит время и трудозатраты на приобретение программного продукта и позволяет сделать это в любой момент из любой точки мира (в зоне доступности сети Интернет).

Исходя из этого, нельзя однозначно определить лучший способ для покупки/продажи обучающей информационной системы по изучению анатомии человека и каждый пользователь волен сделать свой выбор в пользу наиболее выгодного и эффективного способа дистрибуции этого программного продукта.

### Библиографический список

1. Тяпухин, А. П. Дистрибуция: понятие, структура и место в коммерческой деятельности предприятия / А. П. Тяпухин, А. А. Клецко // Экономика. Управление. Право. – 2013. – № 10. – С. 18–21.
2. Данилов, Д. И. Представительская дистрибуция / Д. И. Данилов // Управление каналами дистрибуции. – 2007. – № 4. – С. 328–333.
3. Генеральный дистрибьютор. – URL: <https://utmagazine.ru/posts/8887-generalnyu-distribyutor> (дата обращения: 31.01.2018).
4. Гушин, С. Р. Цифровая дистрибуция как средство распространения электронного контента / С. Р. Гушин, К. И. Юрова // Европейские научные исследования : сб. ст. победителей II Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : Наука и просвещение, 2017. – С. 43–45.

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ

*К. Р. Гусева, В. Н. Князев*

Пензенский государственный университет,  
samila030@mail.ru, г. Пенза, Россия

Всестороннее развитие информационных технологий в Российской Федерации является важным и приоритетным направлением государственной политики, о чем свидетельствует принятие и реализация Государственной программы Российской Федерации «Информационное общество» с периодом действия на 2011–2020 годы [1].

Помимо этого, «Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года» предусматривает широкомасштабное применение в информационном обществе различных мобильных устройств: «Прогнозируется активный рост мобильных приложений и уменьшение грани между мобильными и стационарными устройствами». [2]

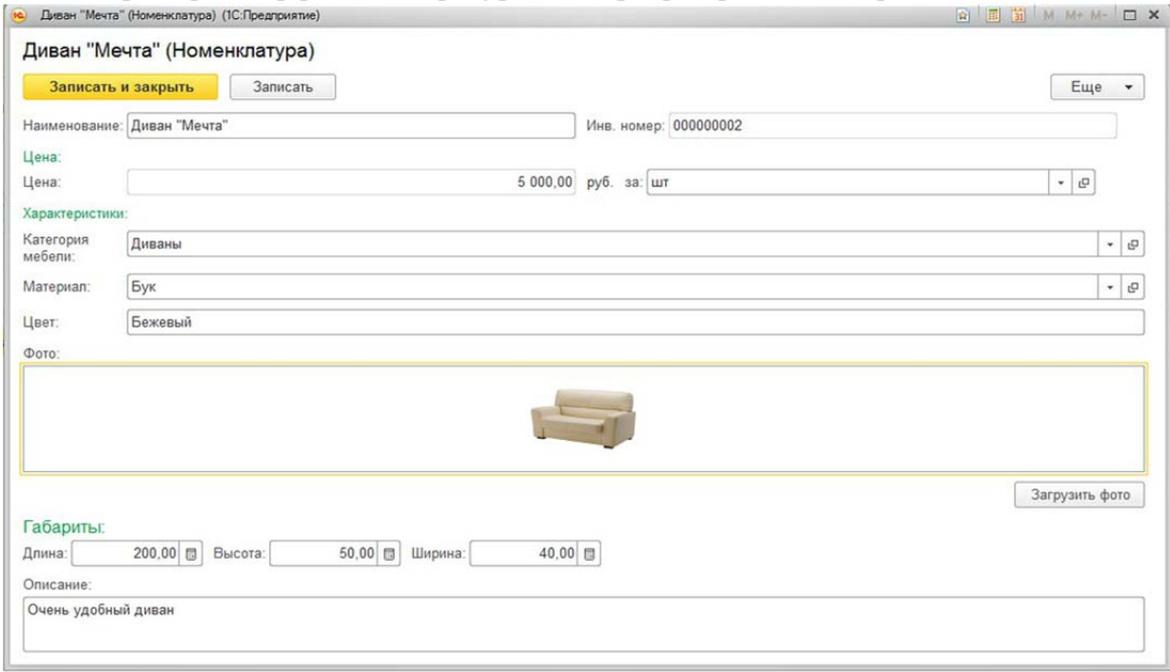
Идея применения автоматизированных информационных систем (АИС) для обработки заявок возникла неоднократно. АИС учета и управления заявками начинают все более активно использоваться в компаниях самых различных сфер. С помощью автоматизированных систем удается эффективно структурировать товарные и денежные потоки, понизить себестоимость производства, увеличить производительность и качество труда, тем самым повышая объем получаемой прибыли. Хорошо спроектированная АИС по обслуживанию заявок ускоряет процесс выполнения заявок, исключает возможности их потери, позволяет осуществлять контроль за исполнением работ.

На основе указанных актуальных тенденций информатизации в настоящее время на основе современной и перспективной информационной технологии RUP (Rational Unified Process), унифицированного языка моделирования UML (Unified Modeling Language) и с помощью популярного и эффективного отечественного программного пакета «1С: Предприятие 8.3» разработаны автоматизированная информационная система (АИС) мебельной компании и мобильное приложение с целью повысить эффективность сбора и обработки заявок и предоставить клиентам возможность с помощью разработанного мобильного приложения оперативно оформлять заявки на заказ различных видов мебели и отслеживать их прохождение при выполнении заказа мощью современных гаджетов, таких, как планшет или смартфон.

Разработанная конфигурация сервера включает следующие компоненты: План обмена (Мобильный сервер); Справочники (Файлы, Клиенты, Номенклатура, Единицы измерения, Материалы, Организация); Документы (Заказы, Оплата) и Отчеты (Анализ продаж, Расчеты с клиентами). Разработанная конфигурация мобильного приложения аналогична конфигурации сервера с тем отличием, что в конфигурации мобильного приложения компонент «Отчеты» является пустым и имеется компонент «Обработки» (Рабочее место).

Для разработки и реализации конфигурации АИС и мобильного приложения использовался встроенный язык программирования «1С: Предприятие 8.3», в качестве инструментальных средств разработки – программный пакет "1С: Предприятие 8.3", Apache-сервер, утилита Android debug bridge [3–8]. Конфигурация АИС функционирует в среде операционной системы (ОС) семейства Windows, а мобильное приложение – в среде ОС Android.

Пример интерфейса конфигурации сервера приведен на рис. 1.



The screenshot shows a web-based configuration window titled "Диван 'Мечта' (Номенклатура) (1С:Предприятие)". The window contains several input fields and buttons. At the top, there are buttons for "Записать и закрыть" (Save and Close), "Записать" (Save), and a dropdown menu "Еще". Below these are fields for "Наименование" (Name) with the value "Диван 'Мечта'" and "Инв. номер" (Inventory number) with the value "000000002". A "Цена" (Price) field shows "5 000,00" rubles per unit. Under "Характеристики" (Characteristics), there are dropdown menus for "Категория мебели" (Furniture category) set to "Диваны" (Sofas), "Материал" (Material) set to "Бук" (Oak), and "Цвет" (Color) set to "Бежевый" (Beige). A "Фото" (Photo) section contains a placeholder image of a beige sofa and a "Загрузить фото" (Load photo) button. The "Габариты" (Dimensions) section has input fields for "Длина" (Length) at 200,00, "Высота" (Height) at 50,00, and "Ширина" (Width) at 40,00. A "Описание" (Description) field contains the text "Очень удобный диван" (Very comfortable sofa).

Рис. 1. Интерфейс конфигурации сервера

Разработанные АИС мебельной компании и мобильное приложение позволяют повысить эффективность и удобство обработки заявок клиентов как для персонала компании (менеджер по обслуживанию клиентов, бухгалтер, менеджер по сборке мебели, менеджер по логистике), который задействован в этом процессе, так и для клиентов, которые оформляют заказы и отслеживают их выполнение с помощью мобильного приложения. В настоящее время разработанная АИС проходит опытную эксплуатацию в одной из мебельных компаний г. Пензы.

На основе актуальных тенденций совершенствования автоматизированных информационных систем управления в современном менеджменте, предусматривающих активное применение компьютерного имитационного моделирования, для исследования и улучшения параметров функционирования реализованной АИС в настоящее время проводится разработка имитационной GPSS-модели [9]. Данная модель позволяет определить и устранить узкие места не только в отношении управленческих процессов, но и таких процессов, как сборка мебели и логистические процессы, с целью минимизации затрат и повышения эффективности работы предприятия.

## Библиографический список

1. О государственной программе РФ «Информационное общество (2011–2020 годы)» : постановление Правительства Российской Федерации № 1815-р от 20.10.2010. – URL: <https://rg.ru/2010/11/16/infobchestvo-site-dok.html> (дата обращения: 15.11.17).
2. Стратегия развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014–2020 годы и на перспективу до 2025 года : распоряжение Правительства РФ № 2030-р от 01.11.2013. – URL: <http://government.ru/media/files/41d49f3cb61f7b636df2.pdf> (дата обращения: 15.11.17).
3. Радченко, М. Г. 1С:Предприятие 8.2. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы / М. Г. Радченко, Е. Ю. Хрусталева. – М. : 1С-Паблишинг, 2013. – 874 с.
4. Рязанцева, Н. А. 1С: Предприятие. Комплексная конфигурация. Секреты работы / Н. А. Рязанцева. – СПб. : БХВ-Петербург, 2013. – 624 с.
5. Гусева, К. Р. Вопросы разработки автоматизированной информационной системы мебельной компании с использованием мобильного приложения / К. Р. Гусева, А. И. Афанасьев, В. Н. Князев, Н. А. Попова // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV Ежегодной межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 131–134.
6. Князев, В. Н. Разработка автоматизированной информационной системы мебельной компании с использованием мобильного приложения / В. Н. Князев, К. Р. Гусева // Молодежь в науке: Новые аргументы : сб. науч. работ VI Междунар. конкурса науч. работ. – Липецк : Аргумент, 2017. – Ч. 1. – С. 81–84.
7. Гусева, К. Р. Вопросы разработки и исследования автоматизированных информационных систем предприятий / К. Р. Гусева, В. Н. Князев // Научный диалог: Вопросы точных и технических наук : сб. науч. тр. XII Междунар. науч.-практ. конф. – СПб. : Общественная наука, 2017. – С. 10–12.
8. Гусева, К. Р. Разработка и исследование автоматизированных информационных систем предприятий мебельной сферы / К. Р. Гусева, В. Н. Князев // Молодой ученый : сб. науч. тр. XII Междунар. науч.-практ. конф.: Научный диалог. – СПб. : Общественная наука, 2017. – С. 14–16.
9. Серова, Е. Г. Имитационное моделирование в современном менеджменте / Е. Г. Серова. – URL: <http://www.gpss.ru/immod07/doklad/37.html> (дата обращения: 15.11.17).

## СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ СЛОЖНЫХ СОБЫТИЙ ИЛИ СЕР-СИСТЕМЫ

*Е. А. Данилина, Д. А. Королева, С. В. Шибанов*

Пензенский государственный университет,  
lenokdanelina@mail.ru  
koroleva.1997@mail.ru, г. Пенза, Россия

В мире, где зачастую человеку необходимо сталкиваться с огромным потоком информации, он не всегда успевает реагировать на происходящие события, зачастую требующих незамедлительной реакции в результате чего, это приводит к возникновению необратимых последствий в различных областях нашей жизни, от бизнеса до повседневной жизни.

Например, если брокер, который вложил большие деньги в акции, вовремя не заметит тенденцию их роста или падения понесет значительные финансовые убытки.

Также помимо бизнеса, если например, на производстве, вовремя не среагировать на критические показатели датчиков это может привести не только к материальным потерям, но и к человеческим. Так что очень важно иметь представление о действующем состоянии интересующих нас объектов в данный момент.

А если необходимо отследить не одно, а несколько событий одновременно, явно что человек сам не сможет это сделать в режиме реального времени.

Решением данной проблемы являются системы обработки сложных событий или CEP-системы.

Для начала, разберемся, что мы вкладываем в понятие сложное событие.

Событие – это запись важного изменения состояния в домене приложения в данный момент времени.

Обработка сложных событий (Complex Event Processing, CEP)– это метод отслеживания и обработки потоковых данных из множества источников событий, метод идентификации наиболее значимых событий или их комбинации, и последующей выработки соответствующих заключений, а также способ быстрой реакции на эти события.[1]

Характерной особенностью рассматриваемых систем является то, что они оперируют потоком данных, отслеживаемых различного рода датчиками в режиме реального времени, при этом данные могут поступать из нескольких гетерогенных источников и, используя сложные бизнес-правила, системы CEP распознают сложное событие, посредством чего выдают необходимую незамедлительную реакцию.

Важным моментом является еще то, что при использовании этой технологии устанавливаются постоянные запросы, у которых входными данными являются потоки постоянно меняющаяся информация из различных источников. Благодаря этому реакция на данные запросы осуществляется максимально быстро и выдается с задержкой близкой к нулевому значению.

Итак, каким же образом системы CEP осуществляют перечисленные выше функции?

CEP системы поддерживают потоковый ввод, за счет которого осуществляется непрерывный поток данных, а также пакетный ввод, он обрабатывает данные, представляя их в виде значительных фрагментов.

Система получает из разных, даже может быть абсолютно не связанных между собой источников, поток данных в данный момент времени.

После этого, применяя правила алгебры логики и используя язык событий, производится анализ, поступивших данных, в результате которого из нескольких атомарных событий складывается одно большое сложное событие.

В основе систем CEP лежат правила, которые должны выполняться во входящих событиях. Механизмы правил могут варьироваться от простых пользовательских доменных языков до сложных систем управления бизнес-правилами.

На основании, приведенных анализирующих действий, на выход поступает реакция.

Реакция представляет собой или отсутствие каких либо действий, либо отправка уведомлений оператору или датчику, в зависимости от рассматриваемого приложения и предметной области.

Также имеется возможность сохранять результаты обработки событий. Рассмотрим конкретную ситуацию на примере такой предметной области, как салон мобильной связи.

Типичная ситуация, необходимо продвинуть среди клиентов новый тарифный план. Чтобы данная задача решилась как можно быстрее, вместе с тарифным планом покупателям предлагается приобрести по сниженной цене смартфон. В результате данного хода спрос на предлагаемый салоном тарифный план возрастает,

число пользователей увеличивается и вроде бы все хорошо, кроме одного но, что если наступит момент, когда смартфоны на складе кончатся, а заявки так и будут поступать. Получается так, что кто-то получит вовремя обещанный смартфон, а кто вовсе может оказаться аутсайдером, это может привести к недовольству клиентов, вплоть до полного отказа от пользования услугами салона мобильной связи.

Во избежание ошибок и негативных реакций. необходимо заранее просчитать сколько смартфонов осталось на складе в данный момент и проверять наличие соответствий между запросами клиентов и количеством товара. Выполнением данной задачи и занимается система CEP.

Данная технология не только анализирует, но и по показателям источников способна прогнозировать появление в будущем предшествующих им событий.

Системы CEP по типу реализации можно разделить на два типа:

1. CEP, со спецификой направленной на вычисления
2. CEP, основной упор делается на обнаружение событий.

В первом случае, она производит вычислительные действия в режиме реального времени в ответ на поступающие данные.

Что касается систем CEP, ориентированных на обнаружение, то, главной задачей данных системы это в потоке входящих данных выявить комбинации событий [2], [3].

Область применения данных систем довольно широкая, вот лишь перечень некоторых отраслей:

- **Рынки капитала:** появилась возможность разработки сложных алгоритмов торговли и менеджеры способны быстрее реагировать на изменяющиеся бизнес-правила.

- **Транспортировка и логистика:** возможность мониторинга товаров и транспорта по пути их перемещения.

- **Телекоммуникации:** за счет применения CEP технологии в данной области провайдеры коммуникационных сервисов имеют новые уровни качества работы сетей, значительно стало меньше необработанных заказов, повысилось качество обслуживания клиентов, что привело к увеличению доходов.

- **Энергетика:** с применением технологии CEP повысился уровень обзорности и контроля за действиями в добыче, производстве и разведке. Также не исключена возможность применений сетей интеллектуальных датчиков.

- **Военное применение:** позволяют увидеть реальную ситуацию в данный момент времени и с максимально высокой скоростью проанализировать и отправить реакцию на поступающие данные в режиме реального времени.[4]

В настоящее время существует большое количество CEP-систем, применяемых в различных областях. Можно выделить 3 наиболее крупных систем это Esper, Riemann и Storm.

В заключении хочется отметить основные черты систем обработки сложных событий, делающих их необходимым инструментом в современном мире:

- мгновенный анализ событий, включающий в себя непрерывную обработку данных и незамедлительное реагирование;

- возможность быть в курсе событий происходящих в данный момент времени и, в случае происходящего чего-то очень важного, получения уведомления об этом;

- способ выделения среди огромного информационного потока последовательности событий и реагирование на них

### Библиографический список

1. Chandy, K. M. Event Processing: Designing IT Systems for Agile Companies / K. M. Chandy, W. R. Schulte. – McGraw-Hill, 2009. – 251 с.

2. Atzmueller, M. Enterprise Big Data Engineering, Analytics and Management / M. Atzmueller, S. Oussena, T. Roth-Berghofer. – IGI Global, 2016. – 272 с.
3. Luckham, D. C. Event Processing for Business: Organizing the Real-Time Enterprise / D. C. Luckham. – John Wiley & Sons, 2011. – 288 с.
4. Джонс, М. Обработка больших данных реального времени с помощью Twitter Storm / М. Джонс // Электронные текстовые данные. – 2013. – URL: <https://www.ibm.com/develop-perworks/ru/library/os-twitterstorm/>

## **АЛГОРИТМ ФИЛЬТРАЦИИ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ ДЛЯ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ КОРРОЗИИ**

***А. И. Жиганов, В. Н. Князев, П. В. Кожевников***

Пензенский государственный университет,  
a.zhiganov@yandex.ru  
kozhevnikov@myriad-corp.com, г. Пенза, Россия

Одной из важнейших проблем нефтяной промышленности является износ нефтепроводов в процессе их эксплуатации. Требуется своевременный ремонт поврежденных в ходе эксплуатации участков, иначе это может привести как к серьезным экологическим последствиям, так и к финансовым потерям нефтедобывающих предприятий. Одним из современных способов контроля состояния трубопровода является установка особых устройств - коррозиметров. Зонд коррозиметра устанавливается непосредственно внутрь трубопровода и позволяет измерять скорость протекания процессов коррозии. Используя параметр скорости коррозии, программное обеспечение или оператор вычисляют оставшуюся полезную толщину металла стенки трубы. На основе анализа полученных данных оператор способен дать рекомендации по своевременной замене или ремонту трубопровода [1–4].

При прохождении продуктов нефтяной промышленности по трубопроводу крупные частицы могут заслонять чувствительный элемент зонда, что приводит к получению неверных данных (обычно приводит к резкому увеличению показателей скорости коррозии) [5, с. 118; 6, с. 26]. Частота появления данного эффекта крайне мала и обычно отбрасывается оператором. Но при большом количестве датчиков мониторинг осложняется, вследствие чего внедряют программное обеспечение, которое автоматически собирает данные и производит необходимые вычисления, суммирует результаты. Для таких систем возникающие импульсные помехи могут сильно исказить отчет и привести к неверно выбранному решению.

Таким образом, актуальным и эффективным решением является разработка программного обеспечения, способного быстро отфильтровать импульсные помехи, чтобы исключить их из результатов автоматического расчета. Важным отличием от существующих решений является тот факт, что для повышения точности вычисления исходная выборка не должна быть модифицирована в тех местах, где нет импульсной помехи. На основе анализа алгоритмов цифровой обработки сигналов, предложен алгоритм фильтрации помех для нефтяных коррозиметров, основанный на скользящей регрессии с фиксированным окном.

Алгоритм фильтрации импульсных помех состоит из 2 составных частей, выполняемых последовательно. Первый этап состоит в нахождении места пульсации (импульсной помехи) на всем интервале входных данных. Данный этап вычисляет значение среднеквадратичного отклонения (формула 1).

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2} \quad (1)$$

где  $S$  – среднеквадратичное отклонение;  $n$  – объем выборки;  $x_m$  – среднее арифметическое в выборке.

В случае если среднеквадратичное отклонение больше порогового значения (величина порогового значения может зависеть от типа трубопровода, типа зонда и состава смеси), то это свидетельствует о наличии импульсной помехи в данном интервале. Обнаружив наличие пульсации алгоритм методом дихотомии разбивает интервал на две равные части и применяет аналогичный алгоритм для локализации помехи. Алгоритм останавливается, когда будет достигнут требуемый размер окна (количество в точках). Полученные интервалы значений скорости коррозии обрабатываются второй фазой алгоритма.

Вторая фаза алгоритма фильтрует импульсную помеху. Для фильтрации используется медианный фильтр. Все значения на интервале сортируются, после чего максимальное и минимальное значение заменяется на медиану интервала. Медианный фильтр позволяет полностью исключить импульсную помеху, в отличие от аппроксимации, например, среднеарифметическими значениями. Алгоритм рекурсивно повторяет вторую фазу до тех пор, пока значение среднеквадратичного отклонения не будет превышать порогового значения.

Для апробации работы алгоритма использовался тестовый сигнал, полученный из смещенного графика логарифма с добавлением дискретного белого шума (см. рис. 1 и 2). Бледно-серая линия на графике обозначает исходную выборку, черная – результирующую выборку. Результат на рис. 1 достигнут с использованием следующих параметров алгоритма: пороговое среднеквадратичное отклонение – 0.005, размер окна 5 точек. Результат на рис. 2 достигнут с использованием следующих параметров алгоритма: пороговое среднеквадратичное отклонение – 0.01, размер окна 5 точек. Можно заметить, что исходная выборка в данном случае не подверглась изменениям и импульсные помехи устранены, то есть все требования к алгоритму соблюдены.

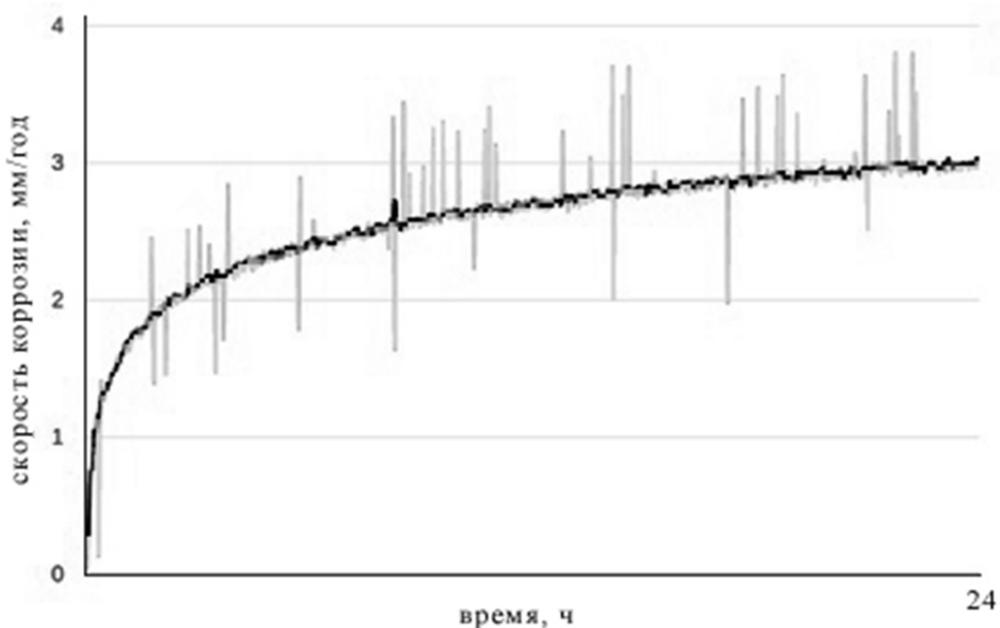


Рис. 1. Фильтрация с пороговым среднеквадратичным отклонением 0.005

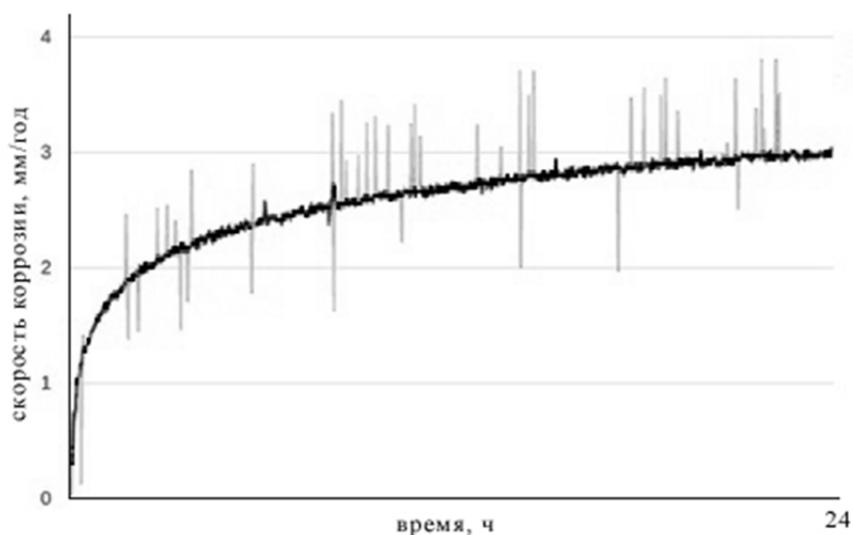


Рис. 2. Фильтрация с пороговым среднеквадратичным отклонением 0.01

В итоге получен алгоритм фильтрации импульсных помех показаний коррозиметров, который успешно прошел апробацию на реальных показаниях коррозиметра (более 30.000 точек в год), предоставленных ООО НПП “Сонар” (см. рис. 3). В данный момент он используется в системах мониторинга коррозионных процессов, производимых этой компанией.

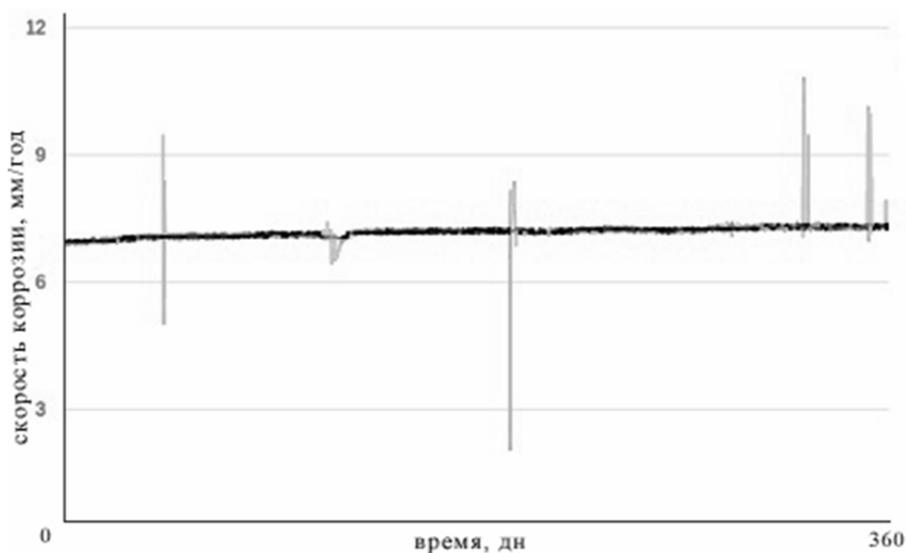


Рис. 3. Применение алгоритма фильтрации для коррозиметра

### Библиографический список

1. Князев, В. Н. Разработка алгоритма фильтрации импульсных помех для систем измерения и контроля коррозии / В. Н. Князев, А. И. Жиганов // Молодежь в науке: Новые аргументы : сб. науч. ст. VII Междунар. конкурса науч. работ. – Липецк : Аргумент, 2017. – С. 84–87.
2. Лобова, П. А. Коррозионный мониторинг как средство управления целостностью трубопроводов в нефтехимической промышленности / П. А. Лобова, А. Н. Баранов // Системы. Методы. Технологии. – 2014. – № 3 (23). – С. 125–128.
3. Леро, Р. Выявление внутренней коррозии трубопроводов с использованием низкочастотного электромагнитного метода / Р. Леро, С. Рамчандран // В мире неразрушающего контроля. – 2011. – № 3(53). – С. 35–37.

4. Ваджпай, А. Новый метод выявления коррозионных повреждений труб / А. Ваджпай // В мире неразрушающего контроля. – 2006. – № 1 (31). – С. 63–65.
5. Медведева, М. Л. Коррозия и защита магистральных трубопроводов и резервуаров : учеб. пособие для вузов нефтегазового профиля / М. Л. Медведева, А. В. Мурадов, А. К. Прыгаев. – М. : Изд. центр РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2013. – 250 с.
6. Поляков, С. Г. Коррозионный контроль и защита металлов / С. Г. Поляков. – Киев : Знание, 1984. – 24 с.

## **НАСТРОЙКА ОКРУЖЕНИЯ ОС LINUX ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЙ ПОД МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ STM32**

***А. И. Жиганов, Н. П. Елисеев, О. С. Дорофеева***

Пензенский государственный университет,  
a.zhiganov@yandex.ru  
npeliseev@gmail.com, г. Пенза, Россия

В настоящее время широкую популярность получают различные умные (smart) устройства (умные часы, умный пылесос, умный счетчик). Для их прототипирования и разработки зачастую используются микроконтроллеры семейства AVR на платформе Arduino [3]. Их популярность обоснована тем, что работа с данным семейством не требует глубоких специализированных знаний в области программирования микроконтроллеров, поскольку существует множество готовых библиотек и среда программирования (Arduino IDE [3]). Благодаря наличию примеров, процесс программирования не составляет особой сложности даже для учащихся школ, поэтому данное решение нередко используется в кружках робототехники. Однако данные микроконтроллеры обладают рядом существенных недостатков, а именно отсутствием необходимых периферийных аппаратных блоков, низкие характеристики (ток потребления, производительность, надежность и отказоустойчивость). В связи с этим данные микроконтроллеры не могут быть применены в промышленных (индустриальных) решениях. Для систем, предъявляющих повышенные требования к надежности функционирования, как правило, в России применяют микроконтроллеры архитектуры ARM[5], например семейство ARM Cortex M0/M0+[2] для малопотребляющих решений и ARM Cortex M3/M4 для высокопроизводительных систем. Программирование данных микроконтроллеров сложнее, поскольку готовые решения хотя и существуют (IAR, Keil), но являются коммерческими продуктами и работают исключительно под управлением операционной системы Windows.

С точки зрения необходимых аппаратных ресурсов для прошивки микроконтроллеров STM под ОС LINUX необходимо приобрести:

- программатор ST-Link (V1/V2), который можно сделать самостоятельно на основе отладочной платы с микроконтроллером STM32F103C8T6;
- отладочную плату с необходимым микроконтроллером STM или печатную плату с требуемым микроконтроллером STM и дополнительными электрическими компонентами (согласно stm32 hardware design [1]).

Для разработки программного обеспечения требуются следующие обязательные компоненты:

- компилятор – необходим для трансляции C/C++ кода в бинарный код, который будет записан во Flash память микроконтроллера;

- отладчик – необходим для пошагового отслеживания корректности работы программы, получения текущих значений регистров и переменных;
- среда разработки – для удобства написания кода, синтаксического анализа, интеграции с системой управления версиями;
- система сборки – для определения правил сборки проекта;
- вспомогательные библиотеки – требуются для корректного запуска микроконтроллера и более удобного процесса программирования (именованные константы регистров, функции работы с периферией и т.п.).

В качестве компилятора для ОС Linux используется компилятор GNU GCC для ARM архитектур. Например, для установки Debian совместимой ОС (ubuntu, debian, elementary и т.п.) потребуется ввести следующую команду в консоли: *sudo apt-get install gcc-arm-none-eabi*.

Для трассировки хода выполнения программы потребуется установить отладчик GNU GDB для ARM архитектур, для этого нужно выполнить команду: *sudo apt-get install gdb-arm-none-eabi*.

К среде разработки определенных требований нет, для примера можно использовать IDE CLion 2017.3 от JetBrains (или IDE Eclipse C/C++). При проведении отладки необходимо помнить, что количество аппаратных регистров для точек останова ограничено, их количество указано в документации к микроконтроллеру. Количество точек останова следует использовать на одну меньше, чем доступных регистров отладки (один используется по умолчанию при пошаговой обработке).

Для выполнения сборки проекта используется make, который можно установить командой: *sudo apt-get install make cmake*. Скрипты для правильной работы make с микроконтроллерами STM можно скачать из репозитория stm32-cmake. Для удобства программирования микроконтроллеров используются библиотеки, которые содержат сведения о регистрах, адресации памяти, а также ASM вставки для инициализации стековой памяти, вектора прерываний, установки начального адреса программы. Основной библиотекой для STM32 приложений является ARM CMSIS[5], которая предоставляет последовательные и простые интерфейсы для ядра, его периферии и операционных систем реального времени. Для ее использования достаточно подключить файлы исходных кодов к проекту. Дополнительно можно использовать HAL[5] (библиотека уровня абстракции оборудования), которая позволяет разрабатывать программы без использования прямого обращения к регистрам микроконтроллера. Однако ввиду отсутствия исчерпывающих примеров, значительного увеличения объема кода, большая часть которого не используется, увеличения времени выполнения за счет вызова ряда функций, рациональность ее использования оправдывается скоростью разработки. Аппаратно микроконтроллер исполняет один поток инструкций, для организации псевдопараллельного выполнения следует использовать операционную систему реального времени [4] для микроконтроллеров, например FreeRTOS или ChibiOS. Они предоставляют возможность управления задачами (создание, приостановка, удаление), использование средств синхронизации задач (семафоры, мьютексы, очереди), механизмы приоритетов, переключения контекста и другие.

После вышеизложенных действий получена среда программирования, автоматизирующая процесс сборки, компиляции, отладки и разработки под микроконтроллеры STM.

### Библиографический список

1. STMicroelectronics. Application note: Getting started with STM32L0xx hardware development, 2015. AN4467: Doc ID 026156.

2. STMicroelectronics. Reference manual: Ultra-low-power STM32L0x3 advanced Arm®-based 32-bit MCUs, 2017. RM0367: Doc ID 025274.
3. Margolis, M. Arduino Cookbook / M. Margolis. – 2nd Ed. – USA : O'Reilly Media, 2011. – 724 с.
4. Курниц, А. FreeRTOS – операционная система для микроконтроллеров / А. Курниц // Компоненты и технологии. – 2011. – № 2. – С. 96–100.
5. Noviello, C. Mastering STM32 / C. Noviello. – Канада : Leanpub, 2016. – 782 с.

## **ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПОДГОТОВКУ ДОКУМЕНТОВЕДА**

***Т. С. Иванова, Н. А. Сергеева, М. А. Катышева***

Пензенский государственный университет,  
iwanowa-tanja2013yandex.ru  
nataliyasergeeva2013yandex.ru  
katysheva\_1969@mail.ru, г. Пенза, Россия

Автоматизация делопроизводства позволяет повысить эффективность делопроизводственной деятельности последующим основным показателям: оперативность и качество составления и оформления документов, время и трудозатраты на выполнение рутинных операций, сроки продолжения и исполнения документов. Однако, применение современных информационных технологий (ИТ) в сфере управления приводит к тщательному пересмотру квалификационных характеристик, требований к подготовке специалистов документационного обеспечения управления.

В настоящее время современный документовед должен быть специалистом с высоким уровнем технологической подготовки, управляющий потоками документов в организациях и предприятиях всех отраслей и форм собственности, работающий в органах государственной и муниципальной власти [1]. Эти требования нашли отражение в Профессиональном стандарте «Специалист по организационному и документационному обеспечению управления организацией», введенным в действие в 2015 году. В соответствии с ним специалист по организационному и документационному обеспечению управления организацией должен уметь: работать со всей совокупностью информационно-документационных ресурсов организации, пользоваться базами данных, в том числе удаленными; пользоваться справочно-правовыми системами; пользоваться автоматизированными системами учета, регистрации, контроля и информационно-справочными системами при работе с документами организации; применять современные информационно-коммуникационные технологии для работы с документами, в том числе для ее оптимизации и повышения эффективности; применять вычислительную технику и информационно-коммуникационные технологии для экономичной и рациональной организации информационных процессов, повышения их гибкости и динамичности [2].

В решении профессиональных задач документовед широко применяет программы Word, Excel, Access, Outlook, PowerPoint, входящие в стандартный офисный пакет Microsoft Office.

Для быстрого создания и эффективной обработки документов практически любой степени сложности помогают средства многофункциональной системы обработки текстовой информации Microsoft Word. Возможность использования различных стилей Word значительно облегчает работу при форматировании документа, а

для создания повторяющихся (типовых) документов предназначены шаблоны, которые позволяют быстро создавать новые, аналогичные по форме документы, не тратя при этом времени на форматирование. Таким образом, документовед помощью программы Word может быстро оформить приказ, служебную записку, подготовить научно-технический отчет, письмо или любой другой документ, содержащий стандартные элементы [3].

Для решения учетных задач, обработки экспериментальных данных, составления отчетов отличным помощником выступают средства Microsoft Excel. В Excel можно создавать документы практически любой сложности, т.к. этот программный продукт располагает большим количеством шаблонов, с помощью которых можно быстро оформить самые разные документы (бланки, ведомости, счета и т. д.). Кроме этого, на рабочих листах книги можно собрать все документы, которые относятся к определенной задаче, или все документы, которые позволяют решать такие задачи делопроизводства, как регистрация документов, контроль исполнения и т. д. Для документоведа играет большую роль при подготовке отчетной документации возможность использования представления данных в виде графиков, диаграмм.

Использование средств Microsoft Access позволяют документоведу создавать базы данных, проектировать форму их ввода, вид отчетности и организовывать доступ к данным. Также с помощью этой программы можно создать автоматизированную систему регистрации документов. Для документоведа большое значение имеет то, что Access обладает широкими возможностями по импорту/экспорту данных в различные форматы: от таблиц Excel и текстовых файлов до практически любой серверной СУБД.

Популярная программа Microsoft Power Point поможет документоведу подготовить презентацию с помощью интеграции текста, графики, видео и других элементов на слайдах.

Для работы с персональной информацией можно использовать средства Microsoft Outlook, т.к. данная программа объединяет функции электронной почты, личного календаря, средств планирования, управления контактами и заданиями, создания специальных приложений для сотрудничества и совместного использования информации. Документоведу с помощью Outlook удобно вести список контактов, позволяющий хранить данные об адресатах, а также журнал, в котором можно сортировать и находить документы Microsoft Office. Особенное значение имеет то, что для каждого запланированного мероприятия имеется возможность установить напоминания о времени мероприятия на текущий день, получить предупреждение о важном событии за несколько дней и т.д.

В настоящее время документоведам необходимо обратить внимание на облачные технологии, т.к. к преимуществам использования облачного хранилища данных в делопроизводстве можно отнести следующее:

- имеется доступ к своим данным везде, где есть доступ в Интернет;
- многие сервисы предоставляют бесплатный определенный объем памяти;
- экономия места на жестком диске, что увеличивает скорость считывания информации с жесткого диска.

Хранение данных в «облаке» решает проблему нехватки памяти на локальных устройствах и позволяет организовать общий доступ к информации для нескольких пользователей, которые могут находиться в разных точках мира. В ряде случаев такой формат хранения данных требует установки специальных приложений, таких как «Яндекс.Диск», «Облако.Mail.ru», «MEGA», «Google», «OneDrive» и др.. Многие облачные хранилища интегрированы с Microsoft Office и Microsoft Office Online, что позволяет редактировать офисные документы в самых разнообразных форматах прямо в облаке [4].

Таким образом, знания и навыки использования современных информационных технологий позволят документоведу реализовать себя в разных отраслях: в органах государственной власти и местного самоуправления, коммерческих компаниях, бизнесе, в промышленности, в аудиторских организациях. Опыт показывает, что высококвалифицированный документовед будет востребован всегда.

### **Библиографический список**

1. Фионова, Л. Р. Как оценить освоение компетенций в сфере ДОУ / Л. Р. Фионова // Делопроизводство. – 2014. – № 4. – С.18–24.
2. Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по организационному и документационному обеспечению управления организацией» : приказ Минтруда России № 276н от 06.05.2015 // СПС «КонсультантПлюс».
3. Серова, Г. А. Пути решения задач автоматизации делопроизводства в организации: современные тенденции и перспективы / Г. А. Серова // Справочник секретаря и офис-менеджера. – 2016. – URL: <https://www.sekretariat.ru/article/210264-qqe-16-m4-puti-resheniya-zadach-avtomatizatsii-deloproizvodstva>.
4. Заоблачные перспективы облачных технологий. 8 трендовых решений для бизнеса // Аргументы и Факты. – URL: <http://www.aif.ru/boostbook/oblachnye-tekhnologii-i-reshenija.html>

## **СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТРИЧЕСКИХ КНИГ ПОСРЕДСТВОМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

***А. А. Куреева, М. А. Катъшева***

Пензенский государственный университет,  
inour@pnzgu.ru, г. Пенза, Россия

Информационные технологии в архивном деле являются инструментом, облегчающим работу как архивистов, так и исследователей. Главная их задача – сохранить документы. Поэтому материально-техническая база архивных учреждений развивается и обновляется.

Метрические книги – основной документальный источник при изучении истории своего рода, составлению родословной, поколенной росписи и генеалогического древа. Они являлись единственными документами, регистрирующими акты гражданского состояния подданных Российской Империи до 1917 года включительно [1].

По законодательству бывшего СССР и большинства стран СНГ метрические книги в течение 75 лет хранятся в органах ЗАГС, а потом передаются в государственные архивы на постоянное хранение. С мая 2002 года в Российской Федерации срок хранения собранных из первых экземпляров записей актов гражданского состояния, актовых книг, а также метрических книг в органах ЗАГС увеличен до 100 лет [2].

В настоящее время проводится программа по оцифровке и описи метрических книг и других документов, являющимися актами гражданского состояния. На данный момент их используют для составления родословных, установлении родства, проведения демографического анализа и другое.

Оцифровываются наиболее используемые фонды и уникальные документы. Учитывая огромный интерес к генеалогии, практически полностью оцифрованы метрические книги XIX–XX вв.

На сайте Государственного архива Пензенской области представлена автоматизированная информационная система «ЭЛАР-Архив», позволяющая производить поиск по имеющимся сканам метрических книг и других документов, помогающими в составлении родословной.

В базу данных заносится описание каждой метрической книги: фонд/ опись/ единица хранения, к которой она принадлежит, время ведения книги, количество страниц, территориальная принадлежность, название населенного пункта, церковь, ее тип.

Эта информация позволяет пользователям самостоятельно искать информацию о наличии в архиве метрических книг по конкретному населенному пункту за необходимый временной период не только в читальном зале архива, но в перспективе и удаленным пользователям через Интернет.

Редактирование проводится сотрудниками отдела научно-справочного аппарата и информационных технологий после завершения ввода информации и осуществляется при помощи специального окна просмотра и редактирования, в котором в виде таблицы отображаются все записи, введенные в базу данных.

Гостевой вход позволяет получить доступ к тематическим БД и путеводителю по фондам, которые являются составляющими научно-справочный аппарат архива. Поиск можно осуществить по имеющимся рубрикам, описям, фондам, делам и документам на предмет упоминания в метриках, сельхоз. переписях и в других документах.

Рассмотренная база данных находится на стадии заполнения сведениями метрических книг рубежа конца XIX – начала XX вв. и не доступна широкому кругу пользователей. В некоторых архивах РФ такая или аналогичная ей база данных вообще отсутствует. В таких условиях исследователи приступают к составлению своей базы данных.

При работе с метрическими книгами архивисты и исследователи решают принципиально разные задачи. Создать единое информационное пространство, которое будет в равной степени удобно для сотрудников и всех категорий пользователей архивов, сейчас не представляется возможным. Деятельность государственного архива должна включать в себя, помимо основных функций, социально-значимые и востребованные проекты.

Метрические книги имеют важное значение, как статистические материал, позволяющий получить информацию не только по приходу, но и по населенному пункту, а также как документ, свидетельствующий о правах гражданского состояния.

### **Библиографический список**

1. Белов, В. Н. Очерки из истории Зай-Шешминского междуречья. От Заинска до Акташа – Кара-Елга и ее соседи / В. Н. Белов. – Елабуга ; М. : Перо, 2014. – 581 с.
2. Об актах гражданского состояния : федер закон № 143-ФЗ от 15.11.1997 (с изм. № 472-ФЗ от 29.12.2017). – Ст. 77 // СПС «КонсультантПлюс».
3. Об архивном деле в Российской Федерации : федер закон № 125-ФЗ от 22.10.2004 (с изм. № 435-ФЗ от 28.12.2017) // СПС «КонсультантПлюс».
4. Круглова, Н. В. База данных по метрическим книгам: опыт создания информационного массива / Н. В. Круглова // Информационные ресурсы архива в изучении региональной истории : сб. материалов III Междунар. науч.-практ. конф. – Петрозаводск, 2016.
5. Владимиров, В. Н. Информационные технологии в изучении метрических книг (население Барнаула в конце XVIII – начале XX в.) : монография / В. Н. Владимиров, Д. Е. Сарафанов. – Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2013. – 114 с.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЕРБАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРИНЯТИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ 1С

*А. В. Кондрашов, Н. А. Попова*

Пензенский государственный университет,  
alex-kondrashov@inbox.ru, г. Пенза, Россия

Задачи, связанные со сложным выбором, составляют основу принятия решений. Сложность выбора обуславливается такими двумя факторами, как неопределенность и многокритериальность. Кроме того, сложность задач выбора зависит от психологии человека и особенностей мышления. Главы фирм и директора предприятий определяют пути развития предприятия, направления ее деятельности, виды и объемы выпускаемой продукции.

С практической точки зрения процесс управления предприятием требует эффективного решения комплекса задач по следующим направлениям: стратегическое управление, управление персоналом, управление материальными ресурсами, управление финансами, сбыт и продажи, производство, снабжение и закупки.

В настоящее время на рынке программных продуктов существует большое количество информационных систем автоматизирующих деятельность предприятий в вышеперечисленных направлениях.

В результате анализа было выявлено, что на сегодняшний день разработано множество средств анализа данных реализованных в продуктах фирмы «1С» или интегрируемых с ними. Однако не было обнаружено ни одной информационной системы поддержки принятия решений на основе данных «1С», обеспечивающих помощь в процессе принятия управленческих решений. Поэтому вопрос создания системы поддержки принятия решений на платформе «1С», реализующей различные методы многокритериального выбора, является актуальным.

Традиционно принято различать три основные задачи принятия решений:

1. Упорядочение альтернатив. Для ряда задач представляется вполне обоснованным требование определить порядок на множестве альтернатив. Для решения этой задачи в группе методов вербального анализа решений разработан метод ЗАПРОС (Замкнутые Процедуры у Опорных Ситуаций) [1]. Он позволяет построить правило упорядочения многокритериальных альтернатив на основе предпочтений ЛПР. Для построения правила требуется определить набор критериев и их шкалы, описывающие рассматриваемую область. Построенное решающее правило позволяет сравнить любые две альтернативы, описываемые введенными критериями.

2. Распределение альтернатив по классам решений. Такие задачи часто встречаются в повседневной жизни. Для классификации альтернатив в рамках подхода ВАР разработано несколько методов. Первым таким методом стал ОРКЛАСС (Ординальная КЛАССификация), позволяющий проводить классификацию полного множества альтернатив (всех возможных альтернатив, описываемых заданным набором критериев и их шкал) [3]. Позднее, был разработан метод ЦИКЛ (Цепная Интерактивная КЛассификация), позволяющий решать ту же задачу быстрее [2]. Еще один метод – КЛАРА (КЛАССификация Реальных Альтернатив), позволяет строить классификацию не только полного множества альтернатив, но и заданного подмножества.

3. Выделение лучшей альтернативы. Эта задача традиционно считалась одной из самых основных в принятии решений. Она часто встречается в практике. Эта

задача решается методами ПАРК (ПАРная Компенсация) и ШНУР (Шкала Нормированных Упорядоченных Различий). ШНУР более поздний метод, в отличие от ПАРК, он позволяет работать с большими количествами критериев и альтернатив.

На основании вышеизложенного разработана модель системы поддержки принятия решений, позволяющая решать задачу многокритериального (индивидуального, группового) выбора с использованием информации, хранящейся в различных информационных системах на платформе «1С». Разработанная модель информационной системы представлена на рис. 1.

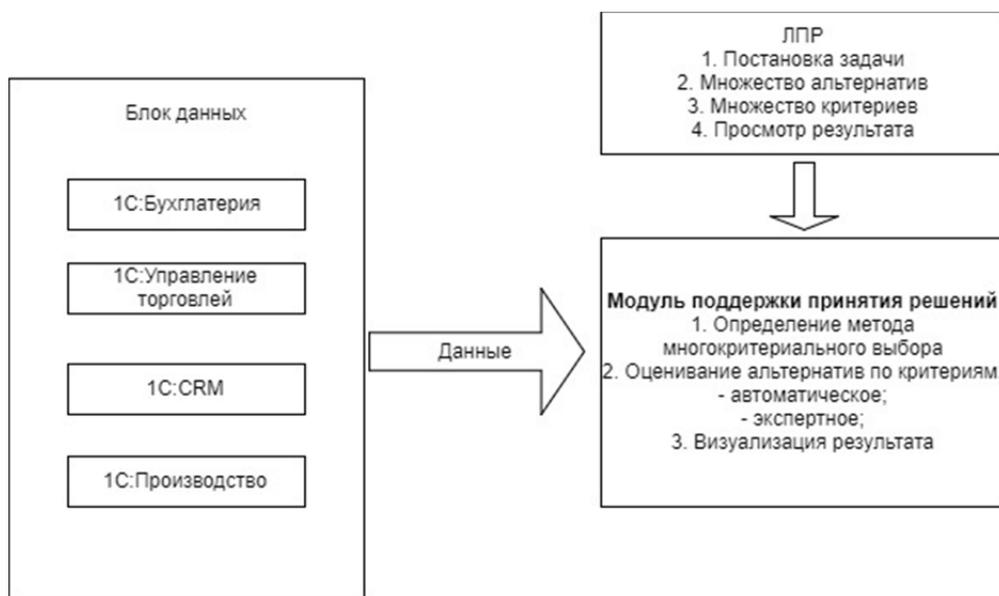


Рис. 1. Модель информационной системы поддержки принятия решений

Модель информационной системы поддержки принятия решений состоит из модуля по загрузки данных из прикладных решений на платформе 1С. Модуля поддержки принятия решений.

В реальном мире существует множество различных задач принятия решений. Многие нормативные методы предлагались ранее как универсальное средство решения всех задач. Теперь настало время подробных классификаций как проблем, так и методов. На наш взгляд методы вербального анализа решений имеют значительные преимущества по сравнению с другими методами применительно к проблемам, имеющим следующие характеристики:

- нет надежных количественных способов измерения критериальных оценок;
- оценки могут быть получены только от людей (экспертов);
- нет надежных статистических данных, позволяющих объективно подобрать наилучшие правила оценки качества альтернатив;
- решающее правило может быть построено только на основе субъективных предпочтений ЛПР.

### Библиографический список

1. Ларичев, О. И. Вербальный анализ решений / О. И. Ларичев. – М. : Наука, 2006. – 181 с.
2. Макарычев, П. П. Реализация алгоритма классификации состояний аспирантов методом вербального анализа / П. П. Макарычев, Н. А. Попова // Новые информационные технологии и системы : сб. науч. ст. XII Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза, 2015. – С. 128–130.
3. Орлов, А. И. Нечисловая статистика / А. И. Орлов. – М. : МЗ-Пресс, 2004. – 513 с.

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ СЛОЖНЫХ СОБЫТИЙ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ

*Д. А. Королева, Е. А. Данилина, С. В. Шибанов*

Пензенский государственный университет,  
koroleva.1997@mail.ru  
lenokdanilina@mail.ru, г. Пенза, Россия

В связи с усложнением и увеличением нагрузки вычислительных систем наблюдается возрастание интереса к проблемам мониторинга, сбора и хранения метрик. Высокая нагрузка на системы требует отслеживания событий в режиме реального времени. Решить эту проблему помогают системы обработки сложных событий.

Системы обработки сложных событий (англ. complex event processing, CEP) – это системы предназначенные для обработки множества потоков данных из различных источников с целью выявления закономерностей и сложных взаимосвязей между различными событиями[1]. Основная задача CEP возможность обнаружения угроз, по средствам их прогнозирования и своевременного оповещения, в режиме реального времени. Сегодня CEP находят свое применение во многих областях деятельности:

- здравоохранение: мониторинг пациентов;
- экономика: макроэкономический анализ, выявление мошенничества;
- энергетика: выявление аварий на линиях;
- военная аналитика;
- управление бизнес-процессами.

Широкий спектр применения сформировал разнообразие CEP, каждое из которых имеет свои достоинства и недостатки. Рассмотрим некоторые из них:

- Riemann;
- Storm;
- Esper.

Рассматривая специфику разных предметных областей выделим универсальные характеристики CEP. Характеристики CEP представлены в табл. 1.

*Таблица 1*

**Характеристики CEP**

	Характеристики					
	Исходный код	Тип данных	Индексирование	Контроль времени	Временные окна	Масштабируемость
Esper	Открытый	Поток	Используется	Полный	Используются	Горизонтальная
Storm	Открытый	Поток	Используется	Только режим реального времени	Не используются	Горизонтальная
Riemann	Открытый	Поток	Не используется	Только режим реального времени	Не используются	Горизонтальная

Все системы имеют открытый исходный код, что позволяет каждому заинтересованному пользователю, внести предложения по улучшению систем. Код систем

Storm и Riemann написан на языке Clojure, а Esper – на Java. Но несмотря на то, что система Storm написана на Clojure, для работы с системой может быть использован любой язык. На данный момент это единственная система адаптированная под работу на разных языках. Открытый исходный код позволяет модифицировать систему под любого пользователя, дает возможность масштабирования на любую операционную систему.

Одной из важных характеристик СЕР является тип передачи данных. Анализируемые нами системы имеют потоковый тип данных. Потоковый тип данных определяет набор ключевых параметров каждой из систем. Так Esper имеет возможность параллелизма данных и компонентов; Storm приобретает свои ключевые особенности: гарантированную обработку событий, надежность, ориентированность на отказоустойчивость и управление[3]; Riemann характеризуется гибкостью, отказоустойчивостью, простотой, а также возможностью отслеживания состояния события [2].

Возможность индексирования определяет основное направление работы систем. Индексирование в Riemann позволяет регулировать актуальность событий в системе, что в свою очередь, регулирует загруженность системы. Неактуальное событие получает индекс expired. Очистка событий происходит каждые 5 секунд. Так как Esper работает на основании запросов, индексирование помогает увеличить скорость фильтрации данных, скорость есть определяющий фактор СЕР. Система Storm не использует индексирование.

Все системы работают в режиме реального времени, но только Esper позволяет взять время под полный контроль. Как было сказано выше, системы используют потоковый тип данных, который обрабатывается в режиме реального времени. Esper так же обрабатывает потоки данных, но и имеет возможность работы с журналом событий. Поддержка Offline-корреляции достигается посредством отправки сообщения с записью из журнала, после этого сообщение обрабатывается временным окном [4].

Временное окно – интервал на кадре цифрового потока. Механизм временных окон также реализован только Esper. Множество разнообразных настраиваемых окон позволяет выставить наиболее сложные требования к анализу данных. Отсутствие временных окон в Storm и Riemann является самым большим недостатком этих систем с точки зрения обработки событий.

Общей особенностью рассматриваемых нами систем является высокомасштабируемость. Все системы имеют горизонтальную масштабируемую архитектуру. Эта особенность определяет и саму концепцию систем: системы не хранят какие-либо данные, поток данных проходит в режиме реального времени. Горизонтальная архитектура позволяет решить проблему перегрузки кластеров простым добавлением нового узла.

Результаты проведенного анализа могут быть использованы для выбора системы обработки сложных событий с ориентацией на предметную область.

### **Библиографический список**

1. David, C. Luckham. Event Processing for Business: Organizing the Real-Time Enterprise / C. David. – John Wiley & Sons, 2011. – 288 с.
2. Ханди, А. Riemann does big things / А. Ханди // SD Times. – 2014. – 11 с.
3. Джонс, М. Обработка больших данных реального времени с помощью Twitter Storm / М. Джонс. – Электрон. текстовые дан. – 2013. – URL: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/os-twitterstorm/>
4. Клендар, Н. Esper на службе корреляции / Н. Клендар // Электронные текстовые данные. – 2014. – URL: <https://xakep.ru/2014/12/24/esper/>

# АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В КАДРОВОМ АГЕНТСТВЕ

*А. А. Ляпков, В. В. Артюхин*

Пензенский государственный университет,  
lyarckov.sanya@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В современном обществе имеется ряд проблем, нуждающихся в изучении для их решения.

Одной из актуальных социально-экономических проблем России является проблема безработицы. Показатель безработицы является одним из ключевых показателей для определения общего состояния экономики, для оценки его эффективности [1].

Посредником на рынке труда выступает организация, которая оказывает услуги работодателям по поиску и подбору персонала и оказывает услуги соискателям по трудоустройству и поиску работы. Такая организация называется кадровым или рекрутинговым агентством [2].

Механизм осуществления деятельности данной организации происходит примерно следующим образом: сначала кадровому агентству поступает от работодателя вакансия. Стороны обсуждают все требования к кандидату (образование, опыт работы и т.п.), условия работы специалиста (от системы подчинения до зарплаты и соц. пакета). Начиная работать над вакансией, сотрудники кадрового агентства имеют четкое представление о том, какой соискатель будет являться для компании «идеальным».

Нюансов много, поэтому рынок кандидатов для кадрового агентства либо широкий (есть выбор и действительно будут рассматриваться в первую очередь соискатели, идеально подходящие под все требования), либо узкий (кандидатов мало, и кадровое агентство будет уделять пристальное внимание каждому специалисту, подходящему под требования).

Проведя собеседование с соискателем в кадровом агентстве, менеджер решает, подходит ли данный кандидат. Если собеседование прошло успешно, специалист вписывается в рамки требований работодателя (эти рамки могут касаться не только опыта, но и стиля общения, внешности, убедительности, т.е. личностных характеристик), консультант кадрового агентства высылает его резюме со своими комментариями компании-работодателю.

Затем формируется список соискателей, которые заинтересовали работодателя. После общения с кандидатами и выполнения определенных задач происходит закрытие вакансии. Конечным этапом является сбор статистики.

На основе механизма осуществления действий кадрового агентства была построена функциональная модель методологии IDEF0 с помощью проектного средства CA ERwin Process Modeler. Данная методология позволяет описать все необходимые процессы с точностью, достаточной для однозначного моделирования деятельности системы [3].

Подробное представление о работе кадрового агентства демонстрирует декомпозиция контекстной диаграммы (рис. 1).

Деятельность агентства представлена с помощью пяти функциональных блоков: «Работа с работодателями», «Работа с соискателями», «Организация собеседования», «Закрытие вакансии», «Сбор статистики». Стоит выделить первые два блока, которые выполняют главные задачи функционирования модели.

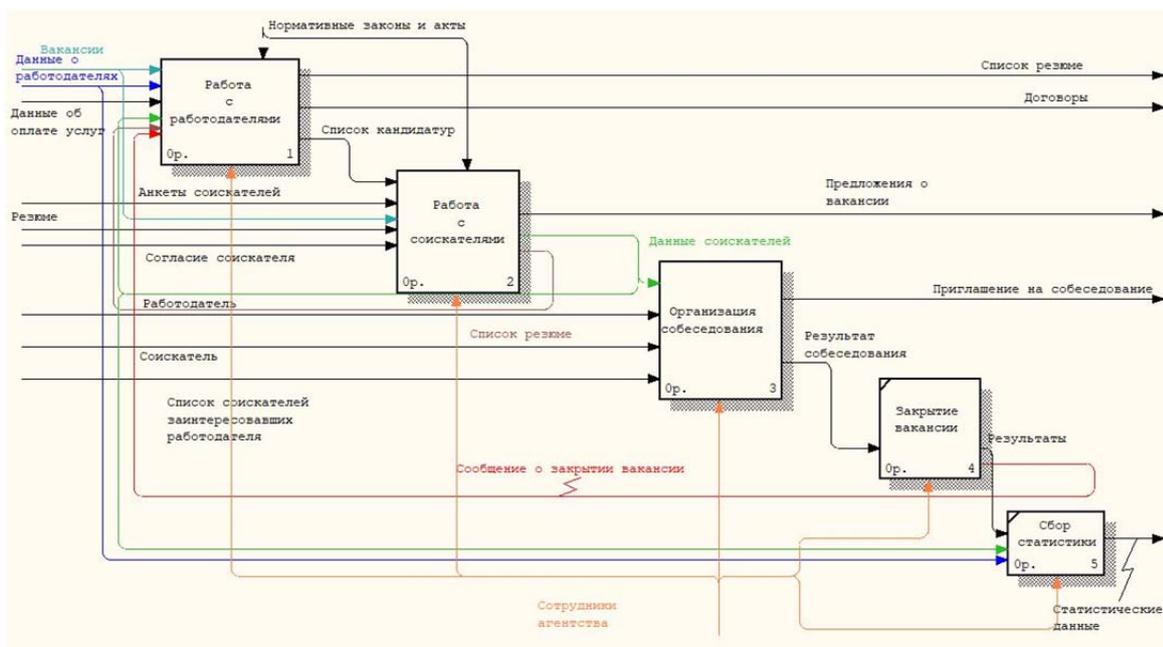


Рис. 1. Декомпозиция контекстной диаграммы

В блоке «Работа с работодателями» происходят следующие процессы: ведение базы данных работодателей, прием и ведение заказа о вакансиях, обработка заказа о вакансиях, передача списка кандидатур и контроль оплаты услуг.

Функционирование в блоке «Работа с соискателями» осуществляется за счет ведения базы данных соискателей, информирования соискателей о вакансиях и окончательного формирования списка кандидатов.

Взаимосвязанные процессы данной функциональной модели спроектированы на основе анализа деятельности кадрового агентства, что подтверждает сложность организации этой отрасли.

### Библиографический список

1. Бреев, Б. Д. Безработица в современной России / Б. Д. Бреев. – М. : Наука, 2005. – 271 с.
2. Википедия – свободная энциклопедия: Кадровое агентство. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Кадровое\\_агентство](https://ru.wikipedia.org/wiki/Кадровое_агентство)
3. Коцюба, И. Ю. Основы проектирования информационных систем : учеб. пособие / И. Ю. Коцюба, А. В. Чунаев, А. Н. Шиков. – М. : Университет ИТМО, 2015. – 206 с.

## СОДАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБМЕНА АУДИО- И ВИДЕОДАНЫМИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

*М. А. Назаров, М. В. Власов, Н. А. Попова*

Пензенский государственный университет,  
 m.a.nazarov@mail.ru  
 mxv.vlasov@gmail.com, г. Пенза, Россия

В настоящее время более 3.5 из 7 миллиардов людей имеют доступ к интернету. С помощью смартфона или планшета сегодня можно решить практически лю-

бую проблему [1]. Повышение качества связи – неизбежная потребность, удовлетворить которую призвана технология WebRTC.

WebRTC (сокр. от Web Real Time Communication) это стандарт мультимедийной связи в реальном времени с открытым исходным кодом, которая работает непосредственно в веб-браузере пользователя по принципу P2P (одноранговое соединение) [2]. Платформа на открытом стандарте избавляет от необходимости загружать дополнительные программы, надстройки и расширения. Таким образом, данные между пользователями передаются напрямую, а не через сервер.

Используя эту технологию нами было разработано веб-приложение для видеосвязи между пользователями. При проектировании были изучены различные open source проекты для обертки WebRTC сервисов, была выбрана библиотека PeerJS, которая позволяет устанавливать P2P соединение между двумя клиентами на основе уникального идентификатора. Для разворачивания рабочего окружения необходим PeerServer, обычно это сервер, через который клиенты узнают друг о друге и обмениваются информацией, после чего устанавливают прямое соединение (рис. 1).

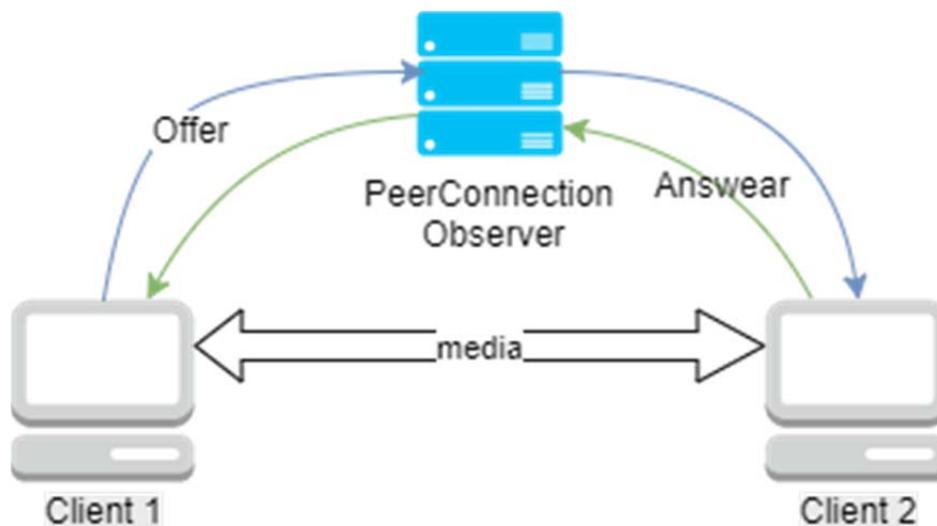


Рис. 1. Схема взаимодействия пользователей

Первый клиент отправляет offer второму клиенту через сервер (PeerConnection Observer). Второй клиент (Remote Peer) отправляет через сервер ответ первому клиенту. Устанавливается P2P соединение между клиентами.

Для сессии обмена данными между клиентами необходимо установить соединения, ниже приведен код создания соединения первого клиента:

```
var peer1 = new Peer(peer.option);

peer1.on('open', function(id) {
  console.log('Peer1 working with id: ' + id);
});
```

В следующем коде показан вызов второго клиента по его идентификатору:

```
// call peer2
peer1.call(PEER_2_ID, mediaStream);

// answer call from peer1
peer2.on('call', function(call) {
  call.answer(mediaStream);
});
```

Как вы можете заметить в приведенном выше коде используется переменная `mediaStream`. Это последний фрагмент веб-приложения, который необходим для рабочего прототипа.

При вызове или ответе на звонок должен быть предоставлен медиапоток. Он представляет собой локальные видео и аудио данные, который можно получить через браузер:

```
function getUserVideo() {
    navigator.getUserMedia = navigator.getUserMedia || navigator.
    webkitGetUserMedia || navigator.mozGetUserMedia;
    navigator.getUserMedia({audio: true, video: true}, function(
    stream){
        window.localStream = stream;
    }, function(){
        alert("Error! Make sure to click allow when asked for
    permission by the browser");
    });
};
```

Эта функция записывает в `window.localStream` медиа данные клиента, благодаря `navigator.getUserMedia()` браузер может перехватывать данные с веб-камер и микрофонов непосредственно, то есть без помощи плагинов. Для доступа к веб-камере или микрофону необходимо запросить разрешение. В параметрах метода `getUserMedia()` определяется тип данных, к которым запрашивается доступ. Полученные данные можно вывести в HTML canvas. С помощью функций `call()` и `answer()` отображаем данные от второго пользователя:

```
peer2.on('call', function(call) {

    // answer call from peer1
    call.answer(mediaStream);

    // stream to the #partner canvas
    call.on('stream', function(stream){
        $('#partner').prop("src", URL.createObjectURL(stream));
    });
});
```

В итоге было создано веб-приложение для видеоконференции между двумя и более пользователями. Использование технологии WebRTC решило следующие проблемы: уменьшение расходов на содержание серверов, сервер необходим только для инициализации соединения и обмена сетевой информацией между пользователями; увеличена скорость передачи данных; усиление приватности данных, так как нет третьей стороны, через которую шел бы поток данных

### Библиографический список

1. The state of broadband 2017: broadband catalyzing sustainable development. – URL: [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-s/opb/pol/S-POL-BROADBAND.18-2017-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/pol/S-POL-BROADBAND.18-2017-PDF-E.pdf) (дата обращения: 01.01.2018).
2. Технология WebRTC. – URL: <https://www.3cx.ru/webrtc/> (дата обращения: 01.01.2018).
3. Javascript Session Establishment Protocol draft-ietf-rtcweb-jsep-03. – URL: <https://tools.ietf.org/html/draft-ietf-rtcweb-jsep-03> (дата обращения: 01.01.2018).

# АНАЛИЗ НЕОБХОДИМЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ГЕРБАРИЯ

*Е. А. Неворова, Л. А. Новикова, В. А. Маслов*

Пензенский государственный университет,  
nevorotova\_e@bk.ru  
la\_novikova@mail.ru, г. Пенза, Россия

В настоящее время информационные технологии получают все более широкое распространение. Это требует разработки информационных систем для различных сфер деятельности. Одной из таких сфер является оцифровка гербарных коллекций и создание инструментов для работы с ними. Такая система предоставит пользователям широкий набор возможностей по работе с материалами [1], однако ее создание требует решения ряда задач.

В целях оптимизации работы системы электронного гербария (СЭГ), следует представить процесс ее создания и сопровождения в виде жизненного цикла, который является совокупностью взаимосвязанных процессов создания и последовательного изменения состояния системы от формирования исходных требований к ней до окончания эксплуатации и утилизации.

При проектировании СЭГ используется каскадная модель жизненного цикла. Проект разработки СЭГ включает следующие этапы:

1. Анализ предметной области.
2. Проектирование системы.
3. Реализация.
4. Отладка и тестирование.
5. Внедрение.
6. Сопровождение.

На каждом этапе жизненного цикла системы определяются состав и последовательность выполняемых работ, результаты этапа, а также методы и средства их достижения.

На примере Пензенского Гербария им. И. И. Спрыгина была рассмотрена специфика гербарного дела в контексте разработки СЭГ, проанализирована предметная область, возможные альтернативы и объяснена необходимость разработки специализированной информационной системы [1, 2].

В ходе проектирования СЭГ необходимо решить ряд задач, одной из которых является определение основных функции системы. Для этого используется средство моделирования – язык UML (Unified Modeling Language), представляющий собой унифицированный язык визуального моделирования.

В соответствии с нотацией uml *Актёр* представляет собой любую внешнюю по отношению к моделируемой системе сущность, которая взаимодействует с системой и использует ее функциональные возможности для достижения определенных целей. Так как в общем случае *актёр* всегда находится вне системы, его внутренняя структура никак не определяется, имеет значение только то, каким образом он воспринимается системой.

В описываемой системе выделены следующие актёры: неаутентифицированный пользователь, пользователь, администратор.

Аутентификация подразумевает процедуру проверки подлинности. Описываемая система предполагает низший уровень аутентификации, а именно применение многопарольной системы. Это связано с тем, что утечка хранимых в системе данных (ФИО, место работы, должность) не несет значимых последствий для пользователя и системы.

*Неаутентифицированный пользователь* имеет ограниченный круг прав, наименьший по сравнению с *пользователем* и *администратором*. Ему доступны следующие функции:

- регистрация;
- вход в систему;
- просмотр таксономического каталога. Таксономический каталог представляет собой перечень хранящихся в Гербарии видов с указанием идентификационного номера экземпляра, а также количества экземпляров конкретного вида. Следует отметить, что *неаутентифицированному пользователю* недоступен просмотр гербарной этикетки, т.е. данных об экземпляре. Следовательно, представленные в таксономическом каталоге сведения – это единственная информация, доступная актеру с данной ролью;

– поиск по сформированному таксономическому каталогу. Формирование таксономического каталога по внесенным в базу данных экземплярам является функцией системы, которой управляет *администратор*. Поиск сведений об экземпляре осуществляется только по сформированному системой таксономическому каталогу. Перечень невнесенных в базу данных экземпляров оформляется сотрудником гербария в ручную и представляет собой PDF-файл.

*Пользователем* считается успешно прошедший аутентификацию актер, которому доступны такие функции *неаутентифицированного пользователя*, как просмотр таксономического каталога, поиск по сформированному системой таксономическому каталогу, а также следующие функции:

- выход из системы;
- просмотр этикетки, которая представляет собой просмотр полного набора сведений о гербарном экземпляре;
- поиск экземпляра по атрибутам;
- комментирование экземпляра.

К функциям *администратора* относятся следующие:

– создание экземпляра, т.е. заполнение полей таблицы *Экземпляр* соответствующей информацией. Обязательным к заполнению является поле *Идентификационный номер экземпляра*, так как оно однозначно определяет каждую запись в таблице *Экземпляр*;

- редактирование экземпляра;
- удаление экземпляра;
- контроль над пользователями.

В процессе взаимодействия с будущими пользователями системы построена *диаграмма вариантов использования*, которая представлена на рис. 1. Варианты использования – это описание последовательности действий, которые может осуществлять система в ответ на внешние воздействия пользователей или других систем.

Диаграмма вариантов использования позволяет определить необходимые функции системы, а также действующие лица, которые взаимодействуют с системой. Решение данного вопроса позволяет перейти к следующим этапам проектирования и моделирования системы.

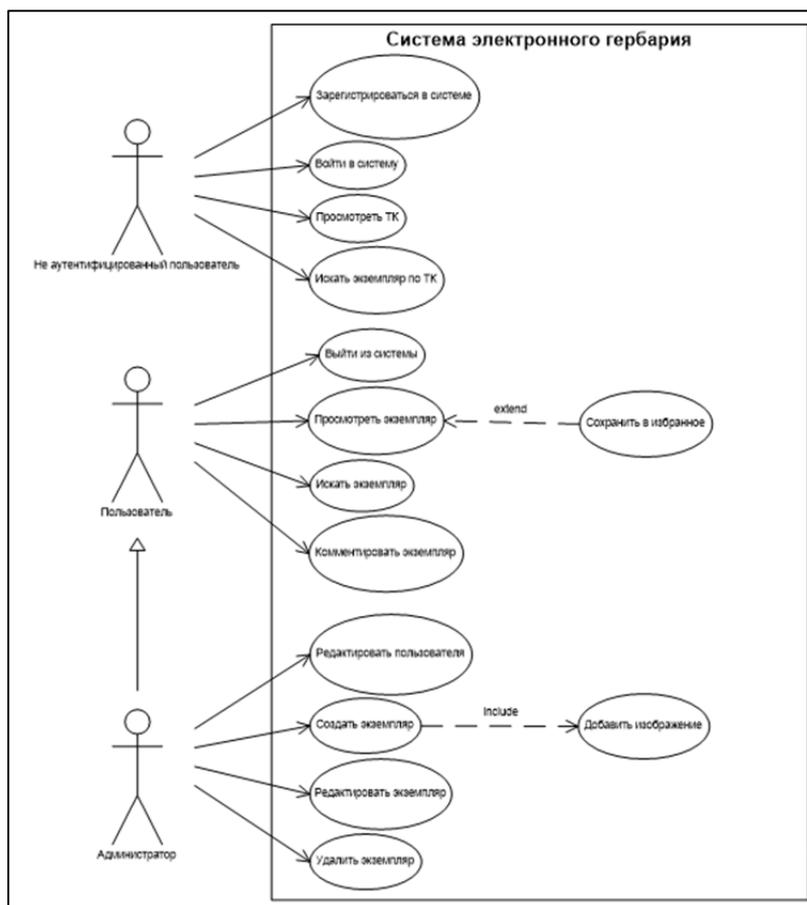


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования

### Библиографический список

1. Неворотова, Е. А. К вопросу разработки информационной системы электронного гербария / Е. А. Неворотова, В. А. Маслов // Вестник Пензенского государственного университета. – 2017. – № 4 (17). – С. 96–100.
2. Неворотова, Е. А. Некоторые информационные подходы к изучению ботанических коллекций (на примере Пензенского гербария им. И. И. Спрыгина) / Е. А. Неворотова, В. А. Маслов // Природное наследие России : сб. науч. ст. Международ. научн. конф., посвящ. 100-летию национального заповедного дела и Году экологии в России (г. Пенза, 23–25 мая 2017 г.) / под ред. д-ра б. наук, проф. Л. А. Новиковой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 308–309.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО МУЛЬТИМЕДИА-КОНТЕНТА

*Н. А. Никулин*

Пензенский государственный университет,  
nikulin\_na@mail.ru, г. Пенза, Россия

Предлагается подход к построению системы для хранения и управления распределенным мультимедиа-контентом.

Развитие телекоммуникационных технологий повлекло за собой увеличение объемов создаваемого медиаконтента. Сеть Интернет предоставила возможность начинающим исполнителям напрямую работать с пользователями, без посредничества крупных издательств. Можно выделить основные виды ресурсов, предоставляющих доступ к медиаконтенту: агрегатор ссылок, агрегатор файлов.

Агрегатор ссылок – ресурс хранит лишь ссылки на медиаконтент, размещенный на сторонних сайтах. Или же предоставляет возможность воспроизведения видеоклипов, например, с Youtube. Такой подход не будет требовать больших вычислительных мощностей для хранения и обработки данных, что позволит обеспечить быстрое разворачивание сайта и возможность переброса освободившегося места под пользовательский интерфейс и профилизацию. Среди таких ресурсов можно назвать last.fm

Агрегатор файлов – ресурс может хранить композиции в файлах на своем сервере. Данная группа ресурсов позволяет хранить редкие записи на своих серверах, когда как в других местах Интернета такой записи уже не существует. Однако для этого необходимы дополнительные вычислительные мощности, прежде всего, место для хранения огромного объема медиаданных. Также, возможен конфликт с правообладателями по поводу размещения файлов без их согласия. Следовательно, для разрешения подобных конфликтов потребует реализация механизма модерации медиафайлов, попадающих на сайт, что потребует дополнительных затрат на содержание ресурса. В качестве примера можно упомянуть такие ресурсы, как VK, Google.Music, Яндекс-музыка.

Анализ состояния сферы предоставления услуг по поиску, управлению и воспроизведению медиаконтента позволяет сформулировать список следующих требований к подобному сервису:

- достоверность выдачи;
- подбор выдачи по заданным критериям;
- возможность воспроизведения материала;
- возможность загрузки материала.

Некоторые из существующих сервисов представляют из себя хранилища файлов, проигрываемые по желанию пользователя. Другие файлы не хранят, а только содержат ссылки на сторонние ресурсы. Третьи не работают с медиафайлами, а предоставляют возможность для прослушивания подкастов. Наконец, есть ресурсы, которые предоставляют только названия треков схожего жанра.

Как показывает практика работы с подобными ресурсами, практически не встречаются универсальных ресурсов, предоставляющих возможность работы с подкастами, медиафайлами. Отсюда следует идея создания ресурса, совмещающего в себе предоставление треков и подкастов.

Основным критерием для предоставления мультимедиа-контента предлагается унифицированная форма выдачи для пользователя. Таким образом, при работе с сервисом, различия в виде предоставляемых записей будет сведена к минимуму. Данный механизм проиллюстрирован на рис. 1.

Согласно приведенному выше рассмотрению видов сервисов, предоставляющих мультимедиа-контент, в случае с файловыми хранилищами для избежания конфликтов с правообладателями, предполагается модерация загружаемых файлов. Что, в свою очередь, отличает процесс загрузки файла от предоставления ссылки на прослушивание медиаресурса. Отсюда следуют различия в архитектуре загрузки медиаконтента на сервис. Схема подобной системы представлена на рис. 2.

Подобная архитектура системы хранения медиаконтента позволит унифицировать работу с файлами различного формата, медиатрансляциями, интернет-радиостанциями, создать для них единую классификацию для обеспечения возможности быстрого поиска, подбора похожего медиаконтента с учетом параметров, заданных пользователем.

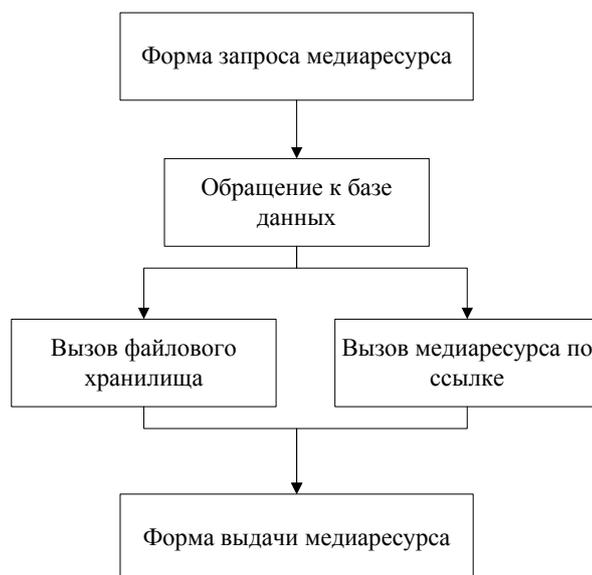


Рис. 1. Схема выдачи медиаресурса пользователю



Рис. 2. Схема размещения медиаресурса в системе

### Библиографический список

1. Пирогов, В. Ю. Информационные системы и базы данных: организация и проектирование / В. Ю. Пирогов. – СПб. : БХВ-Петербург, 2009. – 528 с.
2. Избачков, Ю. С. Информационные системы : учеб. для вузов. / Ю. С. Избачков, В. Н. Петров, А. А. Васильев, И. С. Телина. – 3-е изд. – СПб. : Питер, 2011. – 544 с.
3. Костюченко, О. А. Творческое проектирование в мультимедиа / О. А. Костюченко. – М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 208 с.

# ПРИМЕНЕНИЕ РЕЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ В РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ГОСТИНИЧНОГО КОМПЛЕКСА

*О. О. Оплюшкина, И. Ю. Балашова*

Пензенский государственный университет,  
Lesya-nyan2012@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В современном мире гостиничные услуги предъявляют все больше требований к управлению отелем. Комплексная автоматизация гостиниц, включающая в себя автоматизацию процессов бронирования, расчетов с гостями, агентами, туроператорами и хозяйственной деятельности становятся все более актуальными для предприятий гостиничной индустрии. Поэтому весьма популярными и востребованными являются информационные системы для гостиничного бизнеса. Сейчас такие информационные системы построены на современных систем управления данными (СУБД) с использованием эффективных архитектур, чтобы максимально автоматизировать работу системы и минимизировать количество сбоев в ней.

На работу информационной системы гостиницы влияют разнообразные факторы, но в этой статье будут рассмотрены наиболее распространенные и мощные системы управления базами данных, использование которых сокращает количество сбоев и ошибок. Каждая из них имеет определенные преимущества и недостатки, а также свои уникальные наборы функций. Все эти атрибуты в той или иной степени влияют на выбор данной СУБД для эксплуатации ее в гостиничном бизнесе. Наиболее популярные из них: MySQL, PostgreSQL Oracle DataBase, Microsoft SQL Server.

MySQL – свободная реляционная система управления базами данных. MySQL является решением для малых и средних приложений. Данная СУБД отличается своим быстродействием и безопасностью. Помимо этого, MySQL обладает открытостью кода. Также к преимуществам следует отнести и легкую переносимость самой СУБД и ее данных на любую операционную систему (ОС), без страха их потерять или повредить, а также масштабируемость – MySQL легко работает с большими объемами данных. Но MySQL имеет и недостатки: по задумке в MySQL все же заложены некоторые ограничения функционала, которые иногда необходимы в особо требовательных приложениях. Кроме того, хотя MySQL технически открытое ПО, существуют жалобы на процесс разработки.

**PostgreSQL** является более профессиональной СУБД, в отличие от MySQL. От других СУБД PostgreSQL отличается поддержкой востребованного объектно-ориентированного и реляционного подхода к базам данных. PostgreSQL, как и MySQL, открытое ПО. Вдобавок, оно имеет большое количество дополнений, несмотря на огромное количество встроенных функций. PostgreSQL это не только реляционная СУБД, но также и объектно-ориентированная с поддержкой наследования и многого другого. Но при простых операциях чтения PostgreSQL может значительно замедлить сервер и быть медленнее своих конкурентов.

Oracle Database – объектно-реляционная система управления базами данных компании Oracle. Современная СУБД Oracle – это мощный программный комплекс, позволяющий создавать приложения любой степени сложности. Ядром этого комплекса является база данных, хранящая информацию, количество которой за счет предоставляемых средств масштабирования практически безгранично. С высокой эффективностью работать с этой информацией одновременно может практически любое количество пользователей (при наличии достаточных аппаратных ресурсов),

не проявляя тенденции к снижению производительности системы при резком увеличении их числа. СУБД многоплатформенная, перенести ее на другие операционные системы не составит труда. Встраивание в СУБД Oracle JavaVM, полномасштабной поддержки серверных технологий, привело к тому, что Oracle на сегодняшний день де-факто является стандартом СУБД для Internet. Однако трудно просматривать содержимое СУБД при помощи стандартных инструментов ОС, резервное копирование файлов не может быть выполнено с помощью традиционных методов, которые просто копируют файлы ОС, поэтому нужны встроенные инструменты или собственные инструменты Oracle.

Microsoft SQL Server – система управления реляционными базами данных (РСУБД), разработанная корпорацией Microsoft. Основной используемый язык запросов – Transact – SQL, создан совместно Microsoft и Sybase. Используется для работы с базами данных размером от персональных до крупных баз данных масштаба предприятия, поэтому конкурирует с другими СУБД в этом сегменте рынка. Microsoft SQL Server – очень быстрая и стабильная СУБД. Ее возможно визуализировать на мобильных устройствах, и она отлично взаимодействует с другими продуктами Microsoft. Но ценовая политика предприятия такова, которую многие организации не могут себе позволить эту СУБД. Также даже при настройке производительности, корпорация Майкрософт SQL Server может поглотить большое количество ресурсов.

На данный момент разрабатывается прототип программного обеспечения информационной системы гостиничного комплекса. Модель базы данных для прототипа создана в нотации IDEF1X в среде Erwin Data Modeler. Она представлена на рис. 1.

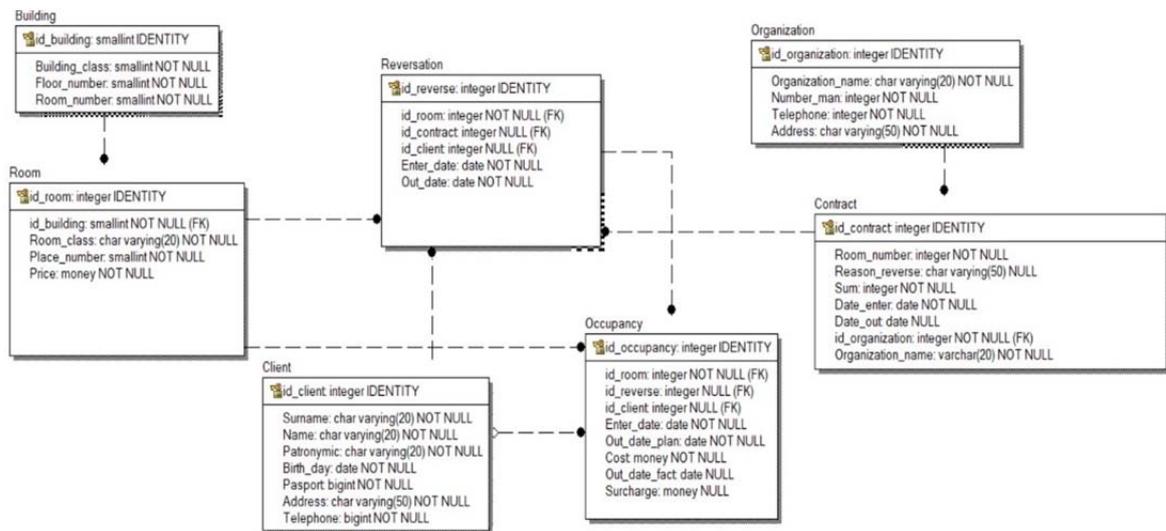


Рис. 1. Физическая модель базы данных гостиницы в нотации IDEF1X

Для разработки текущего прототипа приложения информационной системы гостиницы используется СУБД, произведенное компанией Microsoft – Microsoft SQL Server. СУБД является, в первую очередь, быстрой и стабильной, кроме того, используемый язык запросов – Transact SQL – достаточно прост. Благодаря тому, что данная СУБД легко интегрируется в мобильные устройства, возможно создание мобильного приложения для, например, возможности бронирования номеров гостиницы онлайн, либо создания веб – сайта гостиницы с той же целью. Говоря о недостатках, самый весомый из них – цена продукта. Однако крупный гостиничный комплекс с большим количеством клиентов и большой выручкой вполне может поз-

волить себе покупку данного ПО. Поэтому, Microsoft SQL Server является идеальным вариантом для создания данного программного продукта.

### Библиографический список

1. Сайбель, Н. Ю. Преимущества применения автоматизированных систем управления в гостиничном бизнесе / Н. Ю. Сайбель, К. Р. Аракелян // Молодой ученый. – 2016. – № 10. – С. 852–855.
2. Маглинец, Ю. А. Анализ требований к информационным системам / Ю. А. Маглинец. – Красноярск, 2007.
3. Петкович, Д. Microsoft SQL Server 2008. Руководство для начинающих / Д. Петкович. – С. : БХВ-Петербург, 2009.

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ОФИСНОЙ ОРГТЕХНИКИ

*Н. А. Сергеева, Т. А. Иванова, Г. М. Тростянский*

Пензенский государственный университет,  
nataliyasergeeva2013@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В современном мире эффективное решение управленческих задач невозможно без применения офисной оргтехники, под которой понимается техническое оборудование организации, ускоряющее и облегчающее бумажное делопроизводство и административно-управленческую деятельность.

В зависимости от применяемой области, выделяют следующие виды оргтехники:

**Телекоммуникационные.** К ним относятся средства факсимильной, телефонной связи, а также электронная почта. По расположению телефонные устройства делятся на стационарные и носимые, а по системам связи – на радио- и проводные телефоны. Последняя категория оргтехники является главным средством связи в каждом современном офисе [1]. Факсимильные средства связи позволяют передавать изображения документа по телефонному каналу. Электронная почта как коммуникационная оргтехника – это средство обмена текстовой, фото- или графической информацией с собеседником, которая осуществляется через ПК или сотовый телефон, имеющие подключение к Интернету.

В последнее время большое распространение получила IP-телефония. Это технология, которая объединяет в себе преимущества телефонии и Интернета посредством устройства, называемого шлюзом. Он служит интерфейсом между передающим звук устройством пользователя (телефоном, компьютером и так далее) и сетью Интернет, он обеспечивает прием и превращение данных в форму, удобную для пересылки по Сети.

Голосовая связь через IP-сеть может осуществляться разнообразными способами.

**Компьютер – компьютер.** Это самый первый и простой способ IP-телефонии. Преимущество этого варианта заключается в максимальной экономии средств. Недостаток – минимальное качество связи.

**Телефон – телефон.** Абоненту не нужно никакого специального оборудования только обычный телефон. Все операции по маршрутизации вызова выполнит шлюз.

**Компьютер – телефон.** Конечному пользователю никакого дополнительного оборудования не требуется. Нужно лишь иметь телефон с возможностью набора.

**Web-телефон.** Еще одна новая услуга – это звонок с Web-сайта, позволяющий производить вызов, выбрав со страницы Интернет ссылку на имя вызываемого абонента или просто набрав абонентский номер. Это решение направлено, в основном, на расширение возможностей электронной коммерции. Web-телефон позволяет представителям компаний отвечать на вопросы, демонстрировать Web-страницы, передавать необходимую информацию, улучшая тем самым качество оказываемых услуг. Главный плюс IP-Телефонии – это более низкая стоимость междугородних и международных переговоров по сравнению с традиционной телефонией.

Некоторым ограничивающим фактором на пути масштабного внедрения IP-телефонии является отсутствие в протоколе IP механизмов предоставления гарантированного качества услуг, что делает его пока не самым надежным транспортом для передачи голосового трафика.

Сегодня IP телефония очень популярна, что связано с ее дешевизной, высокой скоростью связи, великолепным качеством звука и простотой использования. Она использует весь потенциал телефонных линий, позволяя одновременно совершать звонки и передавать данные через Интернет.

**Электронные.** К этому классу относятся такие устройства, как ПК, ноутбук, нетбук. Как правило, через них регулируется работа некоторых других видов оргтехники.

**Печатающие устройства.** Печатные машинки используются в настоящее время теперь только в исключительных случаях. Теперь их эффективно заменило сочетание компьютера и принтера. В зависимости от используемого способа печати принтеры делятся на три класса: струйные, матричные и лазерные принтеры.

**Множительная техника.** Это копировальные машины, сканеры, ризографы, которые очень упрощают процесс размножения документов. В общем, принцип работы таких устройств сводится к считыванию исходной информации с листа, ввода ее в компьютер, распознавания и вывода в заданном количестве копий. Ризограф используется для создания брошюр, буклетов, рекламных материалов большим тиражом, размножение которых представляется трудоемким для копировальных аппаратов и экономически невыгодным для профессиональных типографий.

**Многофункциональные.** Многофункциональная оргтехника – это устройства «все включено», которые позволяют значительно сэкономить офисное пространство, так как один такой аппарат одновременно может являться либо телефоном-факсом, либо факсом-копиром-сканером, либо копиром-сканером-принтером. В современных моделях МФУ, как правило, находятся разъемы под наиболее распространенные форматы карт памяти, что позволяет печатать изображения и другие документы без участия компьютерного устройства.

**Презентационные.** Одно из условий успешной работы предприятия – это его рекламная деятельность. Кто-то занимается продвижением своих товаров и услуг через Сеть, кто-то публикует информацию о себе в периодической печати, а кто-то участвует в различных конференциях и выставках. Для последнего случая необходимым условием является наглядность, красочность и динамичность представляемых материалов. Презентационная оргтехника – это такие технические средства, как мультимедиа проектор и overhead, без которых сегодня невозможно представить полноценный доклад или рекламную презентацию.

**Видекоммуникационные.** Оборудование для видеозаписи и воспроизведения – это видеокамеры, телевизоры, видеоманитофоны и видеоплееры, фотоаппараты, проекторы, голограммы, различные визуальные и аудиовизуальные информационные системы, читальные аппараты для микроформ, устройства записи и воспроизведения машиночитаемых данных.

Для общения в Интернете (в том числе проведения видеоконференций) используют упрощенные видеокамеры, называемые **Web-камеры**.

Программ для организации видеосвязи или видеопочты существует множество, к наиболее популярным можно отнести следующие: Skype, ooVoo, ICQ, Mail.ru, Агент, Trillia, Windo, LiveMessenger, Yahoo!, Messenger и другие.

Для общения в режиме видеоконференции абонент должен иметь терминальное устройство (кодек) видеоконференцсвязи, видеотелефон или иное средство вычислительной техники. В комплекс устройств для видеоконференцсвязи входит:

- центральное устройство – кодек с видеокамерой и микрофоном, обеспечивающего кодирование/декодирование аудио- и видео- информации, захват и отображение контента;
- устройство отображения информации и воспроизведения звука.

Помимо веб-камер, существует и другие инструменты организации видеосвязи – видеофоны.

**Аудиовизуальные.** К техническим средствам аудиовизуальной информации относятся: магнитофоны, диктофоны, проигрыватели, плееры, мультимедийные компьютеры, видеомагнитофоны, видеокамеры, телевизоры, проекционное и др. вспомогательное оборудование, информационные табло и т.д. При этом под визуальной информацией понимаются данные, отображаемые на информационных носителях: досках и табло, экранах дисплеев, телевизионных приемников и т.п.

#### **Библиографический список**

1. Корнеев, И. К. Информационные технологии / И. К. Корнеев, Г. Н. Ксандопуло, В. А. Машурцев. – М. : ТК Велби : Проспект, 2009. – 224 с.

## **ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ АЗЕРБАЙДЖАН: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ**

***К. Г. Серебрякова, О. И. Семянкова***

Пензенский государственный университет,  
Christina\_s\_pnz@mail.ru, г. Пенза, Россия

Представление государственных услуг в республике Азербайджан началось в начале 2000-ых годов, в то время, когда президент Гейдар Алиев утвердил «Национальную стратегию по информационно-коммуникационным технологиям (ИКТ) для развития Азербайджана», подписанную в 2003 году, и на основе которой и была введена в действие государственная программа «Электронный Азербайджан» [1]. Вышеупомянутый проект финансируется не только за счет средств государственного бюджета, но и за счет других источников, не запрещенных законодательством.

Важнейшими из поставленных задач Госпрограммы является обеспечение плавного внедрения информационного общества, создание конкурентоспособной экономики, которая будет основываться на применении ИКТ, повышении эффективности государственного управления и полное обеспечение спроса общества предоставляемого в электронном виде.

Одновременно с Государственной программой осуществляется деятельность по модернизации телекоммуникационной, почтовых инфраструктур, основывающихся на новых компьютерных технологиях, обеспечение перехода общества и организаций на всей территории республики к услугам ИКТ, расширению телевидения, развитию информационных систем и возможностей государственных органов, организации электронных услуг на основе принципа «одного окна» с широким применением электронно-правительственных разрешений, в том числе электронной подписи и оборота электронных документов.

Также в Госпрограмме учтены меры, приводящие к расширению возможностей ИКТ, для абсолютно любой категории населения, включая группы с ограниченными возможностями; прогнозируется увеличение спроса на электронную торговлю. Республика Азербайджан учла и такой момент как обучение персонала. С целью повышения эффективности и продуктивности работы сотрудников, кабинет Министров Азербайджанской республики подписал постановление от 17 декабря 2015 г. № 389 о создании при Министерстве связи и высоких технологий Азербайджанской республики Общества с ограниченной ответственностью «Учебно-тренинговый центр «Электронное правительство». Данный центр функционирует по принципу самофинансирования. В настоящее время данный центр расширил сферу своей деятельности, охватив направление работы с дизайнерскими и офисными программами, а также профессионального пользования ими, знания по электронному правительству и информационной безопасности. Знания в области сетевых технологий и системного администрирования, программирования и кодирования также не остались без внимания. Тренинги, проходящие в столице Азербайджана – Баку, а также в 15 регионах республики, предназначены для широкой аудитории – студенты, госслужащие, работники частных учреждений и отдельные лица.

В целях координирования работ по выполнению Госпрограммы и подготовки планов работы по отдельным направлениям деятельности предусмотрено создание в Министерстве связи и информационных технологий Межуправленческого координационного совета, в который войдут полномочные представители соответствующих структур.

Если зайти на сайт республики [2], то сразу видно, что посетителям сайта предоставляется возможность выбора языка, это – азербайджанский, английский и, что особенно приятно гражданам России, – русский язык. Интерфейс сайта дружелюбный. Абсолютно любому человеку будет понятно, где искать необходимую информацию. На сайте представлена документация республики (указы, постановления, распоряжения и т.д.), часы личного приема Президента, его биография, полномочия главы республики, пресс-конференции и многое другое. Также на сайте в разделе «Обращения» можно написать письмо Президенту, записаться на прием или прочитать письма людей в подразделе «Президенту пишут». Сайт электронного правительства Азербайджана [3] представлен уже только на двух языках – национальном азербайджанском и английском. Несмотря на это, граждане, владеющие английским языком, без проблем разберутся в интерфейсе данного сайта. Для получения полного спектра услуг необходима регистрация, но даже пользователю, который заходит как гость, также предоставляется возможность познакомиться с электронными услугами. Можно воспользоваться услугами медицины, услугами в семейной области, коммуникационными услугами, предоставляется возможность онлайн-платежей, услугами в сфере образования, банковскими услугами и многое другое. Помимо того, правительство Азербайджана предоставляет возможность получения электронной визы посредством Официального портала электронной визы [4]. Иностранец или лицо без гражданства имеет возможность обратиться напрямую через портал для получения электронной визы с одноразовым въездом и сроком про-

бывания в стране до 30 дней. Счетную палату Азербайджанской Республики также затронул масштабный переход в систему электронного документооборота.

В Министерстве труда и социальной защиты населения Азербайджанской Республики с середины 2011 года действует система электронного документооборота, созданной на платформе EMCDocumentum.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод о том, что системность работы очевидна. На данный момент электронный документооборот охватил практически все сферы деятельности Азербайджана. В долгосрочной перспективе властями Республики рассматривается полный переход коммунального сектора в цифровой формат, усовершенствование межмашинного взаимодействия (M2M) и дальнейшее развитие системы здравоохранения для бесперебойной работы.

В Концепции развития «Азербайджан 2020: взгляд на будущее» [5] задача по обеспечению перехода к информационному обществу приводится в качестве одной из 11 глобальных вызовов будущего. Обратим внимание на то, что в проекте государственной концепции делается акцент на вхождение страны в европейское образовательное пространство. К примеру, в рамках «Государственной программы по обучению азербайджанской молодежи в зарубежных странах в 2007–2015 годах» за счет финансирования из Государственного нефтяного фонда, а также иных источников на учебу в ведущих университетах мира будет направлено 11000 молодых азербайджанцев.

#### **Библиографический список**

1. Об утверждении «Государственной программы по развитию связи и информационных технологий в Азербайджанской Республике на 2010-2012 годы (Электронный Азербайджан)»: распоряжение Президента Азербайджанской Республики. – URL: [http://continent-online.com/Document/?doc\\_id=30991547](http://continent-online.com/Document/?doc_id=30991547) (дата обращения: 30.01.2018).
2. Официальный сайт президента Азербайджанской республики. – URL: <http://ru.president.az> (дата обращения: 30.01.2018).
3. Электронное правительство Азербайджана. – URL: <https://www.e-gov.az/> (дата обращения: 30.01.2018).
4. Официальный портал электронной визы. – URL: <https://evisa.gov.az/> (дата обращения: 30.01.2018).
5. Азербайджан 2020: взгляд в будущее: Указ Президента Азербайджанской Республики об утверждении Концепции развития от 29.12.2012. – URL: <http://ru.president.az/articles/7022> (дата обращения: 30.01.2018).

## **СЕТИ ПЕТРИ КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА АКТИВНЫХ ПРАВИЛ**

***А. А. Симаков, С. В. Шибанов***

Пензенский государственный университет,  
simakov-95@bk.ru, г. Пенза, Россия

Во время конструирования и исполнения активных правил могут возникать коллизии. Для выявления коллизий взаимодействия активных правил существуют два вида проверок: статическая и динамическая проверка.

Статическая проверка проводится для контроля корректности активных правил до начала использования, при обработке событий. Объектом проверки являются активные правила и типы событий. Статическая проверка производится непосредственно перед добавлением правила в репозиторий и состоит в исследовании потенциальных вариантов выполнения правил и выявлении различных шаблонов взаимодействия. Основными моделями для анализа на этом этапе являются модель на основе графа срабатываний и графа активации.

Динамическая проверка проводится для обеспечения стабильности и эффективности работы активных баз данных. Динамическая проверка производится подсистемой исполнения системы управления активными базами данных при обработке событий непосредственно перед записью результатов работы правил в базу. Объектом проверки являются вызываемые правила и экземпляры событий. Динамическая проверка требуется как на стадии запуска правила для проверки выходных параметров, так и на стадии вызова для контроля правомерности выполнения активного правила в целом.

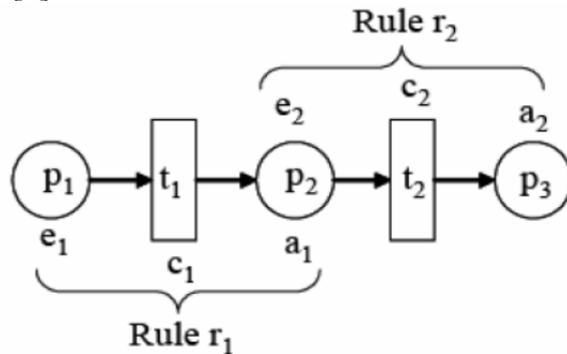
Основная модель для анализа на этапе динамической проверки – модель на основе графа экземпляров событий [1].

Таким образом, вышеописанные подходы исследованы и позволяют провести анализ правил в активных базах данных, однако, одни методы выполняются на этапе статического анализа, а другие – на этапе динамической проверки. И не существует методов проведения статического и динамического анализов в рамках одной структуры.

Одним из вариантов решения этой проблемы является рассмотрение структуры условных раскрашенных сетей Петри для проведения анализа правил в активных базах данных.

Сети Петри – математический аппарат для моделирования динамических дискретных систем, впервые описанный Карлом Петри в 1962 году. Она представляет собой двудольный ориентированный граф, состоящий из вершин двух типов – позиций и переходов, соединенных между собой дугами. Вершины одного типа не могут быть соединены непосредственно. В позициях могут размещаться метки (маркеры), способные перемещаться по сети [2].

Условные раскрашенные сети Петри представляют собой расширенную модель сетей Петри, которая была бы адекватной для поддержки особенностей модели активных правил. Сети Петри представляют собой графическое и математическое средство для моделирования совместных, асинхронных, распределенных и параллельных систем. Сети Петри могут широко применяться во всех областях с логическими отношениями. Их математическое представление может быть использовано для выявления важной информации о структуре системы и ее динамического поведения. Активная база данных является новым и перспективным направлением применения сетей Петри [3].



Рис/ 1. Пример условной раскрашенной сети Петри

Модель условных раскрашенных сетей Петри поддерживает как составные, так и простые события.

События активного правила сохраняется как состояние  $p_1$ , условная часть хранится внутри перехода  $t_1$  и действие  $a_1$ , из-за его сходства с событием, сохраняется в состоянии  $p_2$ .

В сетях Петри очень легко обнаружить наличие связей и зависимостей между двумя или более правилами в соответствии с его графическим представлением.

Например, подход определения коллизии заикливания на основе сети Петри использует матрицу инцидентности сети, которая содержит достаточно информации о системе. В матрице инцидентности, состояния находятся в столбцах, а переходы находятся в строках, так что можно определить как начальные, так и конечные узлы условной раскрашенной сети Петри [4].

Таким образом, данный метод позволяет проводить анализ как при конструировании, так и в процессе исполнения активных правил. Что значительно упрощает наглядность выявления коллизий и, в дальнейшем, их разрешения.

### **Библиографический список**

1. Шибанов, С. В. Формальное представление правил в активных базах данных как последовательных взаимодействующих процессов / С. В. Шибанов, А. Б. Зудов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – Пенза : Центр анализа и развития кластерных систем, 2016. – С. 335–344.

2. Питерсон, Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем / Дж. Питерсон. – М. : Мир, 1984.

3. Medina-Marin, J. ECA rule analysis in a Distributed Active Database / J. Medina-Marin, G. Perez-Lechuga, J. C. Seck-Tuoh-Mora // International Conference on Computer Technology and Development, 2009. – P. 113–115.

4. URL: <http://www.elibrary.ru/> (дата обращения: 07.02.2017).

## **ЯЗЫКИ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ АКТИВНЫХ ПРАВИЛ**

***А. В. Тарасеев, А. С. Макурков, С. В. Шибанов***

Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия

В связи с популяризацией информационных технологий значительными темпами увеличивается количество информации, окружающей нас, и эта тенденция не стоит на месте. Требуются все более и более совершенные средства обработки информации, в первую очередь программные, способные за минимально возможное количество времени обрабатывать максимально возможное количество информации.

Развитие технологий обработки данных, объектно-ориентированного программирования, систем реального времени привело к возникновению различных видов систем баз данных, таких как пространственные базы данных, мультимедийные базы данных, дедуктивные базы данных и активные базы данных (АБД). По определению БД называется активной, если СУБД по отношению к ней выполняет не только те действия, которые явно указывает пользователь, но и дополнительные действия в соответствии с правилами, заложенными в саму БД. Активная база данных состоит из пассивной базы данных и множества активных правил [1].

Классическая модель правил содержит три компонента: событие (event), условие (condition) и действие (action). Такого рода правила называют ЕСА-правилами.

Часть события (event) правила описывает какое-либо событие, которое может произойти в системе или вне нее, и которое должна распознать активная база данных. Часть условия (condition) правила проверяет контекст, при котором событие произошло. Роль условия показывает, должно ли оно обязательно присутствовать. В ЕСА-правилах роль условия обычно опциональна. Когда оно не задано, или, когда роли нет (none), получается правило событие-действие. Действие (action) описывает задачу, которая должна быть выполнена правилом, если соответствующее событие произошло и условие оказалось истинным [2].

Классическая ЕСА-модель не учитывает, что в реальных приложениях поведение объекта часто зависит от его состояния. Добавление в классическую ЕСА-модель понятия состояния сокращает количество необходимых правил и упрощает процесс разработки активной системы. Модель ЕСА-правил, учитывающую состояние объекта называется расширенной моделью ЕСА-правил, или SECA-моделью (State–Event–Condition–Action) [3].

Кроме полных правил, что означает, что в правиле описано событие, условие и действие, существует несколько вариантов их модификации:

- безусловное правило (ЕА-правило);
- правило с неявным событием (СА-правило).

Безусловное правило (ЕА-правило) – правило с опущенным условием, т.е., такое правило, которое содержит в себе только событие и действие.

Правило с неявным событием (СА-правило) – правило, в котором описано только условие и действие [4].

Во многих современных СУБД есть средства реализации активных правил. Чаще всего они реализуются двумя путями: с помощью триггеров и хранимых процедур. В списке СУБД, поддерживающих активные правила есть такие: Oracle, Postgres, Starburst, Interbase, Informix, Ingres, Sybase, SQL3, MS SQL Server, Allbase, а также объектно-ориентированные СУБД, придерживающиеся стандарта SQL3.

Примером может служить инструкция CREATE RULE на языке Transact-SQL. Данная инструкция позволяет создавать правило, которое будучи привязанным к столбцу, может определять, какие значения могут быть вставлены в этот столбец. На правила накладывается ограничение, заключающееся в том, что к одному столбцу может быть привязано только одно правило, но при этом может быть несколько ограничений CHECK.

Инструкция CREATE RULE имеет следующий синтаксис:

```
CREATE RULE [ schema_name . ] rule_name AS condition_expression [ ; ]
```

где schema\_name – это название базы данных, rule\_name – название правила, condition\_expression – условие или группа условий, определяющие правило. Правило вызывается при попытке добавления или обновления данных в столбце, к которому оно привязано. При выполнении условия, содержащегося в правиле, добавление данных успешно осуществляется.

Chimera-Exception – язык, для описания активных правил в системах управления базой данных. Chimera-Exception основывается на объектно-ориентированном формализме определения процесса, где классы типизированны и представляют записи типизированных атрибутов. В данном языке определение активного правила происходит при помощи следующей триггерной структуры:

```
define trigger <TriggerName> [for <ProcessSchema> | global] events <Event> [(, <Event>)+] condition [<Cond> [(, <Cond>)+] | none] actions <Action> [(, <Action>+)] [order <PriorityValue>] end
```

Для определения правил в Sybase применяется хранимая процедура, которая вступает в силу при вставке, удалении или обновлении данных в таблице. Вы можете использовать ее для выполнения ряда автоматических действий, таких как каскадные изменения через связанные таблицы, принудительное использование ограничений столбцов, сравнение результатов модификаций данных и сохранение ссылочной целостности данных в базе данных [5].

Ниже приведен синтаксис определения триггера примитивного события.

```
create trigger [ owner.] trigger_name on [ owner.] table_name
for {insert , update} event event_name as [if update ( column_name){and | or} update ( column_name)]... Begin SQL_statements End [if update ( column_name){and | or} update ( column_name)].. Begin SQL_statements End...
```

The Starburst Rule System – это средство для создания и выполнения активных правил баз данных, полностью интегрированное в расширяемую систему реляционных баз данных Starburst [6].

В Starburst синтаксис для создания правила выглядит следующим образом:

```
create rule name on table when triggering operations [ if condition ] then action [ precedes rule-list ] [ follows rule-list ].
```

### **Библиографический список**

1. Dayal, U. Active Database Systems / U. Dayal, E. Hanson, J. Widom. – Interoperability, and Beyond, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, Sep. 1994.
2. Paton, N. Active Database Systems / N. Paton, O. Diaz. – ACM Computing Surveys, 1999.
3. Шибанов, С. В. Формализация ECA и SECA-моделей активных правил / С. В. Шибанов, Э. В. Лысенко, А. А. Скоробогатько // Прикладная математика, управление и информатика : сб. тр. Междунар. молодеж. конф. : в 2 т. – Белгород : Д Белгород, 2012. – Т. 1. – С. 319–322.
4. Шибанов, С. В. Формальное представление правил в активных базах данных как последовательных взаимодействующих процессов / С. В. Шибанов, А. Б. Зудов // Модели, системы, сети в экономике, природе и обществе. –2016. – № 1 (17). – С. 335–343.
5. Schaff, M. An Active DBMS Style Activity Service for Cloud Environments / M. Schaff, A. Koschel, S. G. Grivas, I. Astrova // The International Conference on Cloud Computing, GRIDs, and Virtualization, IARIA, 2010. – P. 80–85.
6. Widom, J. The Starburst Rule System: Language Design, Implementation and Applications / J. Widom. – IBM Almaden Research Center // IEEE Data Engineering Bulletin, Special Issue on Active Databases. – 1992. – P. 15–18.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ**

***Е. И. Титова***

Пензенский государственный университет,  
ermelenka@rambler.ru, г. Пенза, Россия

Использование ИКТ позволяет: визуализировать предметную информацию с помощью наглядного представления на экране теоретического материала, технологического строительного процесса и т.п.; осуществлять подготовку выпускника

к осуществлению профессиональной деятельности в условиях информационного общества; ·индивидуализировать и дифференцировать процесс обучения за счет возможности изучения, повторения материала с индивидуальной скоростью усвоения; ·осуществлять управление учебной деятельностью и контроль результата усвоения учебного материала. Рассмотрим математическую задачу прикладного характера с применением информационно коммуникационных технологий.

Задача : Для производства двух видов конструктивных плит (А и Б) на заводе железобетонных конструкций используется 3 вида сырья. Нормы расхода сырья каждого вида на изготовление одной плиты приведены в таблице. В ней же указаны прибыль от реализации изделия каждого вида и общее количество сырья каждого вида, которое может быть использовано предприятием.

Вид сырья	Нормы расхода сырья		Общее кол-во сырья
	А	Б	
1	12	4	300
2	4	4	120
3	3	12	252
приб	30	40	

Учитывая, что изделия А и Б могут производиться в любых соотношениях (сбыт обеспечен), требуется найти такой план производства, при котором прибыль предприятия будет максимальной.

Решение данной задачи также будет представлено в математическом пакете MathCAD:

ORIGIN:=1

Целевая функция

$F(x):=30x_1+x_2$

Задание начальных значений

$x:=(1\ 1)$

Ввод ограничений

Given

$12x_1+4x_2\leq 300$

$4x_1+4x_2\leq 120$

$3x_1+12x_2\leq 252$

$x_1\geq 0$

$x_2\geq 0$

Решение

$x:=\text{Maximize}(F,x)$

$x:=(12\ 18)$

Эту же задачу можно решить и графически в математическом пакете GoeGebra.

Для этого построим графики ограничений. С помощью параметра а будем двигать целевую функцию (рис. 1).

Предлагаемая методика позволяет решать профессиональные задачи с использованием ИКТ, что благоприятно влияет на формирование компетенций у студентов при изучении необходимых дисциплин.

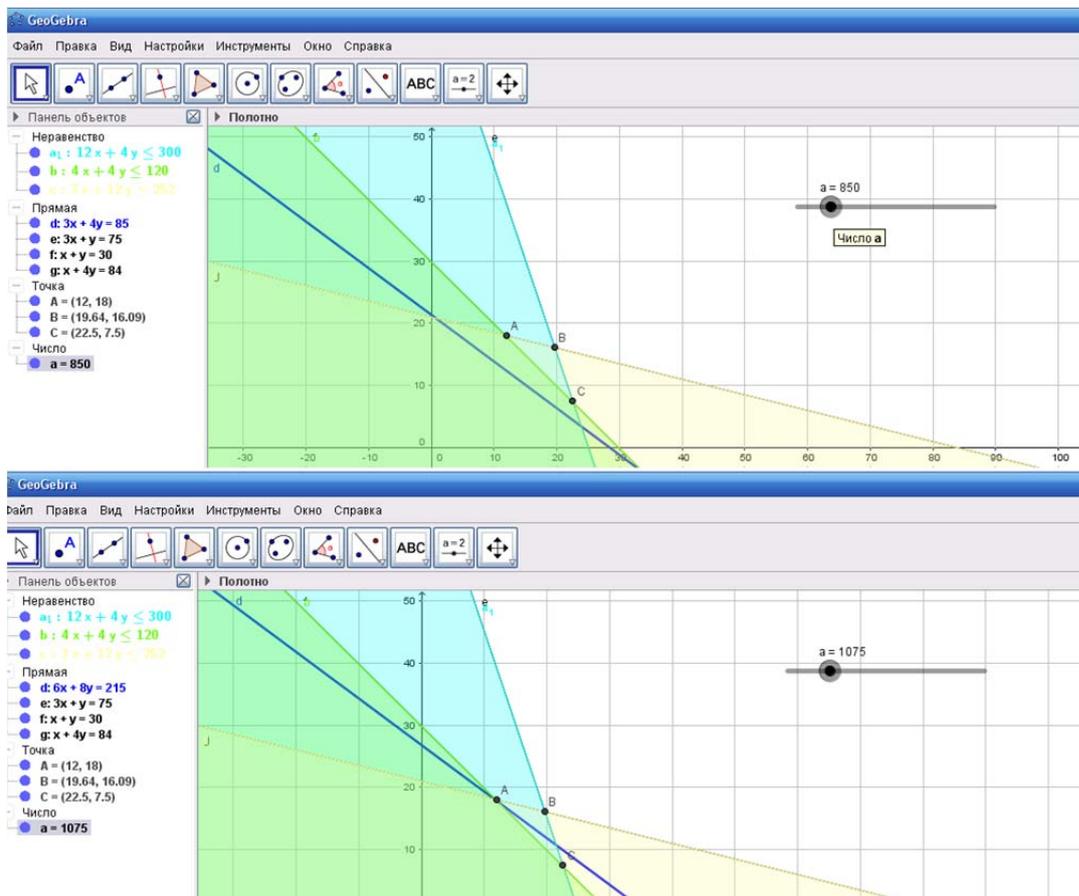


Рис. 1. Решение задачи в математическом пакете GeoGebra

### Библиографический список

1. Акимова, И. В. Применение ИКТ на занятиях по математике у студентов строительных специальностей для развития профессиональной направленности / И. В. Акимова, Е. И. Титова, А. В. Чапрасова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5.
2. Исаев, Г. Н. Информационные технологии : учеб. пособие / Г. Н. Исаев. – 3-е изд., стер. – М. : Омега-Л, 2015. – 464 с.

## АЛГОРИТМ ДЕТЕКТОРА ЖЕСТОВ ДЛЯ СЕНСОРНОГО ЭКРАНА

*Д. А. Торгашин, Ю. Н. Косников*

Пензенский государственный университет,  
ermelenka@rambler.ru, г. Пенза, Россия

При разработке приложения для устройств на базе OS Android, а именно игровой его части, у меня возникла необходимость использования детектора жестов: определения элементарных движений пальцем по экрану девайса (вправо, влево, вниз, вверх, ненаправленное движение).

Предположительно, такая задача должна была быть выполнена множеством раз другими разработчиками, так что я обратился к помощи сети.

К сожалению, найденные алгоритмы оказались «кривыми». Зачастую они неправильно определяли движения, были привязаны к минимальному расстоянию или отпусканию пальца от экрана после каждого жеста.

В связи с этим было принято решение разработать собственный алгоритм, позволяющий точно определять жесты и их последовательности.

В итоге я остановился на следующей реализации:

1) Сначала извлекается информация о размере экрана.

2) Далее происходит фиксация начальной точки.

Для удобства последующие пункты охватывают только движение вправо, алгоритм для движения вверх, вниз и влево по сути аналогичен.

При движении пальца по экрану детектор касания постоянно «запоминает» (и изменяет) координаты начальной точки движения вправо до тех пор, пока координаты изменяются в сторону движения влево.

3) Чтобы избежать регистрации правого движения в форме радуги, используется не две, а три точки. Регистрация второй точки происходит, если она находится относительной первой по ширине экрана от МОДУЛЬ(ширина/4-ширина/12) до МОДУЛЬ(ширина/4+ширина/12), по длине Модуль(Точка 1-Точка 2)<Длина/10, а по направлению по оси X: (Точка 1-Точка 2)<0.

4) После успешной регистрации второй точки, происходит регистрация третьей, она должна располагаться относительной первой: по ширине экрана от МОДУЛЬ(ширина/2-ширина/12) до МОДУЛЬ(ширина/2+ширина/12), по длине Модуль(Точка 1-Точка 3)<Длина/10, а по направлению: (Точка 1-Точка 3)<0.

В сущности условия 3 и 4 означают, что вторая и третья точки должны располагаться справа от первой точки, не слишком удаляться от нее в верхнюю и нижнюю стороны и быть достаточно удалены от нее вправо.

Если зарегистрированы все три точки, движение считается выполненным.

Подобным образом регистрируются и движения влево, вверх и вниз, меняются лишь некоторые знаки и коэффициенты.

Кроме того, стоит отметить флаги движений – они отдельные для каждого направленного движения, причем абсолютно все могут обнуляться в двух случаях: при отпускании пальца от экрана и регистрации жеста.

Для регистрации пятого вида движений, ненаправленного движения, применяется счетчик, определяющий расстояние перемещения пальца по экрану устройства. В случае регистрации направленного движения, данный счетчик обнуляется. Если же расстояние превышает некоторую величину, то определяется ненаправленное движение и счетчик так же обнуляется.

Изначально разработанный алгоритм имел один серьезный недостаток: в формулах использовалась привязка к ширине и длине экрана устройства, в то время как следует учитывать, что размеры дисплеев могут быть различными. Данный недочет приводил к тому, что на больших экранах для выполнения жеста приходилось совершать слишком «большое» движение.

Данный недочет был исправлен простой доработкой: для больших экранов переменные, отвечающие за Ширину и Длину экрана были умножены на коэффициенты (<1), позволяющие уменьшить расстояние движения. Сами же коэффициенты были подобраны экспериментальным путем.

В итоге алгоритм оказался эффективным в применении на всех видах устройств на базе OS Android.

### Библиографический список

1. URL: <http://developer.alexanderklimov.ru/android/layout/relativelayout.php>

# ПРОСТОЙ СПОСОБ БЫСТРОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ANDROID ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ РАЗНЫХ ЭКРАНОВ

*Д. А. Торгашин*

Пензенский государственный университет,  
belikemelol@yandex.ru, г. Пенза, Россия

При разработке Android приложений возникает серьезная проблема оптимизации интерфейса под экраны разных размеров и форм (от маленьких телефонов до больших планшетов). Чтобы решить ее, можно пойти разными путями, в том числе создавая уникальное оформление для каждого размера экрана. Однако зачастую нужно, чтобы приложение выглядело практически одинаково на каждом устройстве. И здесь пойдет речь о таком варианте.

Следует отметить, что и в данном случае можно пойти путем создания отдельного оформления (файла-оформления) для каждого экрана, вручную изменяя размеры пропорционально увеличению/уменьшению дисплея, но это очень трудозатратно, особенно когда приложение достаточно большое.

Несколько лучше проблема решается при помощи комбинации использования размеров вида `match_parent` по ширине и/или длине (заполнить весь экран) и разметки `Relative Layout` (относительная разметка): она позволяет дочерним компонентам определять свою позицию относительно родительского компонента или относительно соседних дочерних элементов (по идентификатору элемента). К сожалению, применение такого способа не лишено некоторых недостатков.

Дело в том, что часть элементов интерфейса должна иметь определенное соотношение сторон, а в условиях того, что соотношение сторон экранов устройств зачастую варьируется, установка параметров в относительном виде ведет к растянутым или сжатым элементам интерфейса. К тому же, использование исключительно `Relative Layout` не очень удобно т.к. бывает не совсем ясно, какой размер нужно выбрать для того или иного элемента. Кроме того, размер шрифта в процентах установить не выйдет.

Поэтому для своего крупного приложения я разработал собственный способ быстрой оптимизации под разные размеры экранов, где не пришлось практически ничем ограничиваться (использовались различные виды разметки). Для удобства экран моего телефона был взят за стартовую точку – его длина составляет 560DP – и все размеры были указаны с прицелом под это единственное устройство.

DP-пиксель, не зависящий от плотности (`Density-independent Pixel`) – единица измерения, которая берет за основу плотность экрана устройства. Обычно примерно соответствует одному пикселю на устройстве с плотностью экрана 160 точек на дюйм (`dots per inch, dpi`). На практике зависит так же от желания производителя и пользовательских настроек. В целом позволяет избавиться от привязки к разрешению, оставляя привязку к размеру.

Все файлы-оформления (`layout`) были созданы без особенных ограничений. Можно лишь отметить использование `RelativeLayout` для определения части элементов строго вверху, внизу, справа, слева или в центре экрана, а так же то, что подавляющее большинство размеров элементов интерфейса были указаны в DP. Ничего особенного, кроме одной хитрости.

Устанавливая размер, я ссылался на его стиль, названный соответственно его величине. К примеру, длине в 9dp соответствует ресурс DP9. Всего было создано 560 таких ресурсов (по размеру экрана телефона точки отсчета).

Кроме того, были созданы отдельные файлы стилей для экранов длиной в 700DP, 840DP, 1000DP, 1200DP. Android позволяет автоматически обращаться к файлу, привязанному к определенному размеру экрана. Значения стилей оригинального файла были умножены (при помощи Excel) на коэффициенты 1,25; 1,25\*1,2, 1,25\*1,2\*1,2 и 1,25\*1,2\*1,2\*1,2 соответственно альтернативным масштабам экранов, причем с условием округления каждого числа в меньшую сторону. В каждом файле названия стилей остались прежними. Т.е. к примеру, стилю DP10 на экране длиной 700DP соответствует размер в 12dp (10\*1,25).

В итоге получается, что применяя данный способ, можно создавать только один файл оформления каждого окна, опираясь на свое устройство. Для всех остальных устройств размеры будут автоматически пропорционально увеличены, опираясь на созданные файлы стилей, причем эти файлы можно использовать и в последующих проектах.

Следует так же отметить, что округление в меньшую сторону нужно для того, чтобы на больших экранах не случился неожиданный недостаток места, если в оригинальном оформлении элементы расположены очень тесно.

Кроме того, размер отдельных элементов легко проконтролировать дополнительно, путем добавления уникальных стилей для них. Впрочем, у меня такой необходимости не возникло и данный метод используется уже в нескольких проектах.

#### **Библиографический список**

1. URL: [https://developer.android.com/guide/practices/screens\\_support.html](https://developer.android.com/guide/practices/screens_support.html)

## **АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ТАБЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОРОВ**

***А. П. Чернов, В. Н. Князев***

Пензенский государственный университет,  
red.spoon@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В последнее время формат языка XML, наряду с JSON, стал одним из наиболее распространенных форматов для хранения структурированных данных. XML (расширяемый язык разметки) вобрал в себя все преимущества языка SGML, правила формальной корректности и простоту разметки свободной формы. Однозначная структура и интуитивно понятный синтаксис – это те качества, которые позволяют использовать язык XML для обработки данных в программах. [1,2]

Язык XML применяется в большом числе программ, из которых можно выделить офисный пакет Microsoft Office, подразумевающий хранение данных документов в виде Office Open XML, представляющего из себя архив, в котором хранятся XML файлы с данными, графика и другие объекты. Именно задача эффективной работы с Office Open XML-файлами ставится в данной работе.

К разрабатываемому табличному процессору для операционной системы специального назначения предъявляются следующие требования: быстродействие; оптимальное использование ресурсов; сохранение пользовательских данных: исходя из того, что на реализацию полного функционала, аналогичного MS Excel, потребуется время, необходимо организовать работу таким образом, чтобы работа с документом не приводила к потере данных из-за нереализованного функционала.

В процессе разработки табличного процессора возникла проблема с объемом памяти, занимаемым объектным представлением XML-структуры документа. Так как разработка ведется на языке C# с использованием уже существующих библиотек, определяющих специфику языка разработки, было установлено, что стандартные средства библиотеки System.XML не соответствуют требованиям по оптимальному использованию оперативной памяти. Дальнейшее решение проблемы требовало вникания в суть проблемы и рассмотрения возможных вариантов решения проблемы.

Для того, чтобы прочитать либо записать информацию на языке XML программе необходим соответствующий инструментарий. Программные модули, применяющиеся для чтения и записи XML, называются XML-процессорами. XML-процессоры можно классифицировать по способу применения: для чтения, для записи либо для чтения и записи одновременно.

Выделяют следующие типы XML-процессоров для чтения: событийные, потоковые, объектные [3, 4].

Событийные процессоры предполагают последовательное чтение текста XML, и разбор структуры XML заключается в вызове callback-функций при возникновении определенных событий, таких как появление открывающего тега, закрывающего тега, текстовой строки, атрибута и т.п.

К плюсам событийных процессоров можно отнести следующие: быстродействие, низкие потребности в использовании оперативной памяти, простая реализация.

К минусам событийных процессоров можно отнести следующие: XML с перепутанным порядком тегов, которые можно считать «почти верными» будут интерпретированы как ошибочные; сложное применение на практике и т.д..

Потоковые процессоры работают аналогично потокам ввода-вывода. Процессор этого типа действует как курсор, который размещается сразу после разобранный самой последней XML-лексема и предоставляет методы для получения информации о ней. Этот подход очень эффективно использует память, так как не создает новых объектов.

К плюсам потоковых процессоров можно отнести следующие: высокое быстродействие; требуют мало памяти для работы; место в документе неявно задается местом в потоке выполнения.

К минусам потоковых процессоров можно отнести следующие: XML с перепутанным порядком тегов, которые можно считать «почти верными» будут интерпретированы как ошибочные; сложная реализация и т.д.

Объектные процессоры (DOM – Document Object Model, объектная модель документа) воссоздают объектную модель по считанному текстовому представлению документа. К плюсам объектных процессоров можно отнести относительную простоту в программировании.

Для записи XML выделяют следующие типы процессоров: прямой записи, объектный [3, 4].

Процессоры прямой записи записывают содержимое XML последовательно, элемент за элементом. К плюсам процессоров прямой записи можно отнести следующие: нет промежуточных объектов; высокое быстродействие. К минусам процес-

соров прямой записи можно отнести следующие: при некоторых специфических задачах непригодны; примитивный процессор может генерировать неоптимальные пустые теги(<tag></tag>), а реализация более оптимального сложнее в программировании и т.д.

Объектная модель DOM соответствует аналогичной из пункта про запись. К плюсам объектной модели можно отнести универсальность. К минусам объектной модели можно отнести следующие: объектные процессоры более требовательны к памяти относительно других типов процессоров; довольно низкое быстродействие.

Был проведен сравнительный анализ SAX-процессоров и объектных (DOM) процессоров. Результаты сравнения приведены в табл. 1.

Таблица 1

### Сравнительный анализ XML-процессоров

Критерий	SAX	DOM
Минимизация потери данных	–	+
Оптимальное использование памяти	+	–
Быстродействие	+	–
Возможность как чтения, так и записи	–	+

Из анализа моделей XML-процессоров был сделан вывод, что для решения поставленной задачи необходимо использовать процессор, основанный на работе с DOM-представлением XML-документа.

Была рассмотрена реализация DOM модели из библиотеки System.XML. В результате анализа, был сделан вывод, что существующий алгоритм нуждается в доработке, так как расходует слишком много оперативной памяти. DOM-модель из библиотеки System.XML имеет такую особенность, что она хранит исходный текст узла на языке XML в памяти, что повышает скорость сохранения файла, так как для сохранения происходит простая последовательная запись узлов один за другим. Однако это не оптимальным образом расходует память и увеличивает время работы с документом.

Предлагается следующий алгоритм для построения DOM-модели документа. При чтении файла происходит его обход SAX-парсером, структура документа сохраняется в объектном виде без сохранения строкового представления элементов. Таким образом, DOM-дерево станет меньше занимать места в оперативной памяти, повысится быстродействие при работе с ним. Увеличится только время сохранения файла, так как придется объектное представление конвертировать в текстовое.

Если документ состоит из 2 элементов: родительского и дочернего, то его текстовое представление в памяти будет содержать 4 тега (1 в тексте дочернего элемента и 3 в тексте родительского). Если эту иерархию расширить до 3 последовательно вложенных элементов, то результирующий текст будет содержать  $1+3+5 = 9$  элементов.

Таким образом если документ состоит из 50 элементов, каждый из которых является потомком другого, то его объектная модель будет содержать в текстовом виде  $50^2$  тегов.

В предлагаемой модели это число можно уменьшить до 1 на каждый тэг: вместо дублирования этого текста в открывающем и закрывающем тегах и дублирования дочерних элементов в тексте родительских можно просто запоминать имя элемента.

Таким образом, представляется возможным сохранить больший объем памяти не занятым под хранение объектной модели, нежели этого требует реализация из библиотеки System.XML.

Предлагаемый комбинированный алгоритм подразумевает снижение используемого объема оперативной памяти, увеличение быстродействия, что соответствует требованиям, налагаемым на разрабатываемые программные средства. Так как была использована модель DOM, при чтении файла происходит считывание всего текста файла, а при его сохранении никакие данные не теряются, что также соответствует заданным требованиям.

Предлагаемый алгоритм будет реализован при разработке табличного процессора для операционной системы специального назначения [5–8].

### **Библиографический список**

1. Рэй, Э. Perl & XML. Библиотека программиста / Э. Рэй, Дж. Макинтош. – СПб. : Питер, 2003. – 208 с.
2. Одиноккина, С. В. Основы технологий XML / С. В. Одиноккина. – СПб. : НИУ ИТМО, 2013. – 56 с.
3. Сравнение XmlReader и SAX Reader. – URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/sbw89de7\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/sbw89de7(v=vs.110).aspx) (дата обращения: 10.01.2018).
4. Модель DOM для XML. – URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/hf9hbf87\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/hf9hbf87(v=vs.110).aspx) (дата обращения: 10.01.2018).
5. Князев, В. Н. Проблемы разработки модифицированных алгоритмов для программных средств табличных процессоров / В. Н. Князев, А. П. Чернов // Инновационные технологии в науке и образовании : сб. ст. VII Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : Наука и просвещение, 2018. – Ч. 1. – С. 104–107.
6. Чернов, А. П. Вопросы разработки табличных процессоров / А. П. Чернов, В. Н. Князев // Научный диалог: Вопросы точных и технических наук : сб. науч. тр. XIII Междунар. науч.-практ. конф. – СПб. : Общественная наука, 2018. – С. 38–41.
7. Чернов, А. П. Вопросы разработки алгоритмов и программных средств табличных процессоров / А. П. Чернов, В. Н. Князев. – СПб. : Общественная наука, 2018. – Ч. 1. – С. 18–22.
8. Князев, В. Н. Проблемы разработки табличных процессоров и их алгоритмов / В. Н. Князев, А. П. Чернов // Технические науки: Проблемы и решения : сб. ст. VII Междунар. науч.-практ. конф. – М. : Интернаука, 2018. – № 1 (6). – С. 33–39.

## **ОКРАШИВАНИЕ ЧЕРНО-БЕЛЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

***К. Д. Чиркин, В. А. Калашников, Д. В. Пащенко***

Пензенский государственный университет,  
г. Пенза, Россия

На сегодняшний день черно-белые фотографии реставрируют вручную с помощью Photoshop или подобных программ. Окрашивание одного изображения занимает большое количество времени. Эту проблему может решить использование нейронных сетей.

Основная суть работы сети проста – на вход подается парный набор изображений: оригинал и черно-белая копия. Из-за того, что черно-белые изображения

представляются как степень яркости, определить изначальный цвет объектов на изображении не возможно. По этой причине изображения отправляются на обработку нейросети-классификатору, которая идентифицирует объекты и присваивает им уникальное значение. Сеть, которая занимается окрашиванием, сверяет цвета объектов на цветном изображении и изображении, которое вышло после попытки окрасить, пытаясь идеально подставлять цвета.

#### **Обработка входных данных:**

Самым распространенным форматом представления цветов на изображении является формат RGB (red green blue). Но для удобства будем использовать формат LAB. L означает светлота (lightness), а и b – декартовы координаты, определяющие положение цвета в диапазоне, соответственно, от зеленого до красного и от синего до желтого. То есть один из слоев изображения – черно-белый. Поэтому можно «подкладывать» нейронной сети черно-белое изображение, и сети остается вычислить еще два цветовых канала. Для получения двух слоев из одного слоя используются сверточные фильтры.

#### **Обобщение:**

Сверточные фильтры «просматривают» изображение через квадрат 3x3 пикселя. Они ищут простые характерные структуры: диагональные линии, только черные пиксели и так далее. В каждом квадратике из 9 пикселей идет поиск одной и той же структуры и удаляется все, что ей не соответствует. В результате создается 64 новых изображения из 64 минифильтров. Чтобы лучше проанализировать изображение, уменьшаем его размер вдвое. У нас еще остался фильтр 3x3, которым нужно просканировать каждое изображение. Но если применить более простые фильтры к новым квадратам из девяти пикселей, то можно обнаружить более сложные структуры. Например, полукруг, маленькая точка или линия. Снова раз за разом находим на картинке одну и ту же повторяющуюся структуру. На этот раз генерируем 128 новых обработанных фильтрами изображений. Здесь используется так называемая сверточная нейросеть, которая комбинирует несколько обработанных изображений, чтобы понять содержимое всей картинке.

Нейросеть подстраивает свои фильтры, отталкиваясь от результатов с самыми большими значениями ошибок. В нашем случае нейросеть решает, нужно ли раскрашивать или нет, и как расположить на картинке разные объекты. Сначала она красит все объекты в коричневый. Этот цвет больше всего похож на все остальные цвета, поэтому с ним при его использовании получаются самые маленькие ошибки.

От других нейросетей, работающих с изображениями, эта отличается тем, что для нее важно расположение пикселей. У раскрашивающих нейросетей размер изображения или соотношение сторон остается неизменным. А у сетей других типов изображение искажается по мере приближения к окончательной версии.

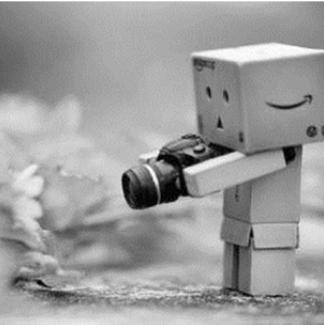
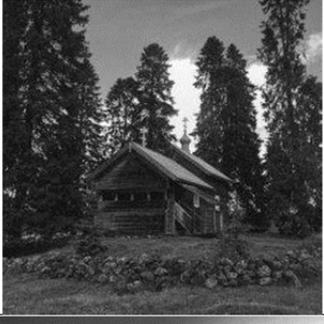
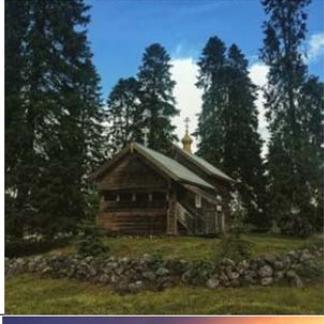
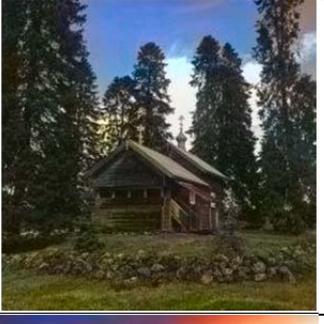
Также наша нейросеть отличается от прочих слоями повышения дискретизации (upsampling) и сохранением соотношения сторон изображения. Классифицирующие сети заботятся только об итоговой классификации, поэтому постепенно уменьшают размер и качество картинки по мере ее прогона через нейросеть.

Входные данные одновременно проходят через кодировщик и через самый мощный современный классификатор – Inception ResNet v2. Это нейросеть, обученная на 1,2 млн изображений. Извлекается слой классификации и он объединяется выходными данными кодировщика.

Была выбрана архитектура со «слоем слияния», потому что она давала лучшие результаты.

Далее в табл. 1 представлено несколько примеров работы нейросети.

## Демонстрация работы нейросети

Входное изображение	От сети ожидалось	Результат
		
		
		
		

**Выводы:**

Была разработана нейронная сеть для автоматизации окрашивания черно-белых изображений. Нейросеть дает неплохие результаты при довольно малом (в масштабах машинного обучения) времени тренировки.

**Библиографический список**

1. URL: <https://www.twirpx.com/file/21544/>
2. URL: <https://techlibrary.ru>
3. Мюллер, А. Введение в машинное обучение с помощью Python / А. Мюллер, С. Гвидо. – М. : Вильямс, 2016. – 338 с.

# ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ГОССЛУЖБЫ В РОССИИ КАК ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА ПРОЗРАЧНОСТИ КОММУНИКАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ: ИСТОКИ (на примере «Соборного уложения»)

*Т. А. Чувашова, О. И. Семянкова*

Пензенский государственный университет,  
Noyabrina.21@yandex.ru  
semyankova@bk.ru, г. Пенза, Россия

Сегодня на государственной службе идет активное внедрение информационно-коммуникационных технологий. Это позволяет не только более прозрачно передавать информацию гражданам, но и максимально регламентировать работу государственных служащих.

Официально опубликованным нормативно-правовой акт считается со дня первого размещения на «Официальном интернет-портале правовой информации»<sup>1</sup>. Это является реализацией одного из принципов государственной гражданской службы – доступности информации о ней<sup>2</sup>.

Начало законодательной регламентации государственной службы в России многие исследователи связывают с «Уложением о службе», законом 1556 года, который определил основы «ратной» государственной службы, поставив саму службу в зависимость от рождения (обязанность нести государственную службу считалась наследственной для помещиков и владельцев земли) и в зависимость от уровня дохода вельмож «...комуждо что достойно, так устроиша, преизлишки же разделиша неимущим; а с вотчин и с поместья уложеную службу учини же...» [2].

Однако, более развернуто и детально принципы и правила государственной службы регламентировало «Соборное Уложение» 1649 г., в частности, глава VII «О службе всяких ратных людей Московского государства».

В данном акте впервые был закреплен *порядок призыва* на службу как четкая процедура. Условия, а именно пункты призыва (сбора) и сроки указывались в царских грамотах, что свидетельствует о начале документирования процесса приема на службу. Также описывалась система *оплаты труда и льгот* (например, «указные» цены, т.е. постоянные) для служащих в периоды военных действий<sup>3</sup>. Особое внимание в документе уделено строгим правилам поведения служащих того времени и *ответственности* за их нарушение.

---

<sup>1</sup> О порядке опубликования и вступления в силу федеральных конституционных законов, федеральных законов, актов палат Федерального Собрания : федер. закон № 5-ФЗ от 14.06.1994 : [в ред. от 01.07.2017] // Российская газета. 1994. № 111. 15 июня. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_3859/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_3859/) (дата обращения: 27.01.2018).

<sup>2</sup> О государственной гражданской службе Российской Федерации : федер. закон № 79-ФЗ от 27.07.2004 : [в ред. от 28.12.2017] // Парламентская газета. 2004. № 140-141. 31 июня. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_48601/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_48601/) (дата обращения: 27.01.2018).

<sup>3</sup> Полное собрание законов Российской Империи. Собрание Первое. Т. I. 1649–1675 гг. ; под ред. М. М. Сперанского. СПб. : Тип. II Отделения Собственной Его Императорского Величества Канцелярии. 1830. 1072 с. Ст. 21. С. 1. URL: <http://www.runivers.ru/lib/book3130/9809/> (дата обращения: 27.01.2018).

Большое внимание было уделено *защите прав и законных интересов* «государевых» служащих. Так, в законе указано, что населению запрещалось завышать установленные цены на продукты, конские корма и другие товары для ратных людей<sup>1</sup>.

Акт устанавливал и *обязанности*. В частности, «Соборное Уложение» закрепляло *порядок предоставления отпуска* служащим, причем строго требовалось доскональное соблюдение процедуры. Для отпуска было необходимо наличие основания в виде царского указа, а также известия командующего. Произвольный уход со службы не допускался и, как уже было сказано, за побег служилых людей с «государевой службы», не дождавшихся отпуска, предусматривалось наказание<sup>2</sup>. Отдельная статья была посвящена иностранным служащим, совершившим данное деяние<sup>3</sup>. В ряде случаев, таких, как «людской побег», «домовное разорение», а также других «самых нужных дел» было возможно предоставление отпуска на определенный срок<sup>4</sup>.

В «Соборном Уложении» закреплялся *порядок ухода со службы*. Если в силу таких причин как старость, болезнь, увечье, исполнение службы не представлялось возможным, то служащий должен был пройти медицинский осмотр. В случае подтверждения данных препятствующих факторов, служащий мог уйти в отставку, направив вместо себя на государственную службу своих детей, племянников или внуков беспоместных и достигших восемнадцатилетнего возраста. При отсутствии данных лиц имелась возможность отправить даточных людей или выплатить определенную сумму, исходя из имущественного положения ратника<sup>5</sup>.

В ряде статей «Соборного Уложения» прослеживаются попытки законодателя предотвратить использование служебного положения ратными людьми в незаконных, корыстных и противоправных целях<sup>6</sup>.

Подчеркнем, что некоторые из положений о государственной службе касаются только конкретных вышестоящих должностей, например, сотников<sup>7</sup>, воевод<sup>8</sup> и т.д.

В то же время в документе отражены попытки борьбы со взяточничеством. Например, за принятие взяток за роспуск служащих без оснований или предоставление незаконных отгулов, на командующих возлагалась ответственность. Вид наказания определялся царем<sup>9</sup>. Произвол в предоставлении отпусков своим служащим не допускался «и тех служилых людей сотенным Головам без Государева указу и без Воеводскаго ведома, для своей корысти, ни куда не ропускать»<sup>10</sup>.

Особо отметим, что закон защищал служащих того времени от клеветы. Была установлена уголовная ответственность за ложное обвинение бояр и воевод во взяточничестве<sup>11</sup>, а также за ложное обвинение в совершении преступлений (грабеж, убийство, насилие и т.д.) служилых людей<sup>12</sup>.

---

<sup>1</sup> Полное собрание законов Российской Империи. Собрание Первое. Т. I. 1649–1675 гг. ; под ред. М. М. Сперанского. СПб. : Тип. II Отделения Собственной Его Императорского Величества Канцелярии. 1830. 1072 с. Ст. 5. С. 9. URL: <http://www.runivers.ru/lib/book3130/9809/> (дата обращения: 27.01.2018).

<sup>2</sup> Там же. Ст. 8. С. 9.

<sup>3</sup> Там же. Ст. 9. С. 9.

<sup>4</sup> Там же. Ст. 13. С. 10.

<sup>5</sup> Там же. Ст. 17. С. 10.

<sup>6</sup> Там же. Ст. 21, 22. С. 11 ; Ст. 25. С. 12.

<sup>7</sup> Там же. Ст. 15. С. 10.

<sup>8</sup> Там же. Ст. 11. С. 10.

<sup>9</sup> Там же. Ст. 11. С. 10.

<sup>10</sup> Там же. Ст. 15. С. 10.

<sup>11</sup> Там же. Ст. 12. С. 10.

<sup>12</sup> Там же. Ст. 31. С. 13.

Все вышесказанное касается содержания «Соборного Уложения». А что по форме? Почему свод законов сразу стал главным законодательным актом России XVII в., предопределившим направления развития государственной службы в России в дальнейшем?

После составления «Уложения», завершившегося заручной скрепой (=подписанием), закон сразу же напечатали в Москве. Тираж был значительным (исследователи называют от 1200 экз. до 2000 экз.). Все экземпляры впервые разошлись по городам в приказные палаты для того, чтобы «всякие дела делать по тому Уложению». Это резко снизило коррупционные возможности (применительно к современной терминологии) приказных дьяков, которые ранее были единоличными толкователями законов и использовали свои знания в корыстных целях.

После первого издания «Соборное Уложение» не раз переиздавалось и, кроме того, продавалось по 26 алтын с полуденьгой.

Таким образом, «Соборное Уложение» по сути стало реализацией принципа доступности информации, касающейся государственной службы. Появление печатного закона и широкое распространение его в этой новой форме (а не в форме оглашения, как было ранее) в значительной мере исключало возможность совершения злоупотребления воеводами и приказными чинами.

#### **Библиографический список**

1. Полное собрание законов Российской Империи. Собрание Первое. Т. I. 1649–1675 гг. / под ред. М. М. Сперанского. – СПб. : Тип. II Отделения Собственной Его Императорского Величества Канцелярии, 1830. – 1072 с. – URL: <http://www.runivers.ru/lib/book/3130/9809/> (дата обращения: 27.01.2018).

2. Блог Самарских Краеведов. – URL: <http://www.kraeved-samara.ru/archives/768> (дата обращения: 27.01.2018).

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННОЙ СИТУАЦИИ НА ПРИМЕРЕ УБИЙСТВ НАСЕКОМЫХ**

***Д. А. Юданов, В. В. Артюхин***

Пензенский государственный университет,  
o5dimqa@gmail.com, г. Пенза, Россия

Игра «Жизнь» – клеточный автомат [1], придуманный английским математиком Джоном Конвеем в 1970 году.

Джон Конвей заинтересовался проблемой, предложенной в 1940-х годах известным математиком Джоном фон Нейманом, который пытался создать гипотетическую машину, которая может воспроизводить сама себя. Джону фон Нейману удалось создать математическую модель такой машины с очень сложными правилами. Конвей попытался упростить идеи, предложенные Нейманом, и в конце концов ему удалось создать правила, которые стали правилами игры «Жизнь».

Место действия этой игры [2] – «вселенная» – это размеченная на клетки поверхность или плоскость – безграничная, ограниченная, или замкнутая (в пределе – бесконечная плоскость).

Каждая клетка на этой поверхности может находиться в двух состояниях: быть «живой» (заполненной) или быть «мертвой» (пустой). Клетка имеет соседей, окружающих ее.

Распределение живых клеток в начале игры называется первым поколением. Каждое следующее поколение рассчитывается на основе предыдущего по таким правилам:

- в пустой (мертвой) клетке, рядом с которой ровно три живые клетки, зарождается жизнь;
- если у живой клетки есть две или три живые соседки, то эта клетка продолжает жить; в противном случае, если соседей меньше двух или больше трех, клетка умирает («от одиночества» или «от перенаселенности»).

Эти простые правила приводят к огромному разнообразию форм, которые могут возникнуть в игре.

Игра «Жизнь» и ее модификации повлияли (в ряде случаев взаимно) на многие разделы таких точных наук [3], как математика, информатика, физика. Это, в частности: *теория автоматов, теория алгоритмов, теория игр и математическое программирование, алгебра и теория чисел, теория вероятностей и математическая статистика и другие.*

В компьютерных реализациях игры поле ограничено и (как правило) верхняя граница поля «соединена» с нижней, а левая граница – с правой, что представляет собой эмуляцию поверхности тора, но на экране поле всегда отображается в виде равномерной сетки.

Простейший алгоритм «смены поколения» последовательно просматривает все ячейки решетки и для каждой ячейки подсчитывает соседей, определяя судьбу каждой клетки (не изменится, умрет, родится).

Рассмотрим ситуацию с насекомыми. Насекомые – это санитары природы. Они убирают грязь как, например, гной и остатки мертвых животных. Помогают деревьям расти, удерживают почву в чистоте и дают нам такие полезные вещи, как шелк для изготовления одежды и мед для еды. А так же сами насекомые являются основной пищей для большинства рыб и многих птиц. Существует теория, которая гласит: если вдруг все эти букашки вымрут, как вымерли динозавры, через несколько лет на Земле жизнь исчезнет!

Попробуем смоделировать такую ситуацию в игре «Жизнь» с условиями:

Изначально все клетки являются живыми организмами.

Каждая клетка имеет шанс убить насекомое, что повлечет за собой смерть данной клетки.

Смерть клетки длится некоторое время, за которое соседние клетки могут погибнуть, с какой-то вероятностью.

По окончании этого времени, клетка будет «перерождаться» определенный период и не может быть убита.

После чего клетка становится живым организмом.

Время смерти и период «перерождения» клетки задается пользователем. Остальные данные задаются программно и имеют случайную вероятность выполнения события.

Белые клетки – живые организмы, которые могут убить насекомое и погибнуть.

Красные клетки – мертвые, которые могут «убить» соседние клетки.

Зеленые клетки – «перерождающиеся», которые не могут быть убиты.

Это один из простых способов реализовать жизненную ситуацию. Программа, на данном этапе, показывает нам один из возможных вариантов развития события. При убивании насекомых в малых количествах жизнь все же не исчезнет. Возможно преобладание смертности, но в общем виде жизнь все же будет. В дальнейшем планируется рассмотреть другие варианты: когда убийства насекомых будет в больших количествах и количество живых организмов будет намного больше, чем насекомых, что говорит нам о перенаселении. Мы сможем увидеть результаты таких

программ и сделать для себя определенные выводы. Список условий будет увеличиваться, вероятность будет рассчитываться определенным методом. Игра станет более интересной и правдоподобной.

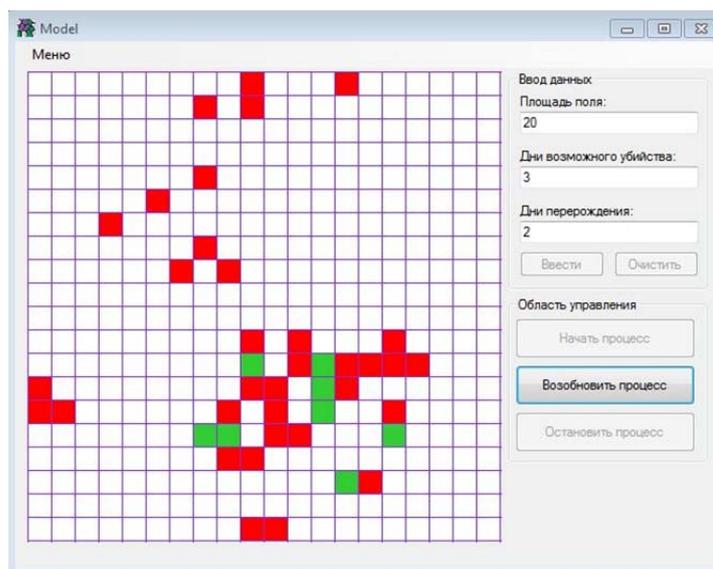


Рис. 1. Игра «Жизнь»

### Библиографический список

1. Adamatzky, A. Game of Life Cellular Automata / A. Adamatzky. – London : Springer-Verlag, 2010.
2. Rendell, P. Turing Machine Universality of the Game of Life / P. Rendell. – Springer International Publishing, 2016.
3. URL: <http://publ.lib.ru/>

# ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

---

---

## БЕЗОПАСНОСТЬ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID

*С. Н. Борисова*

Пензенский государственный университет,  
Romi\_s@list.ru, г. Пенза, Россия

Большинство встречающихся вредоносных программ для мобильных ОС распространяются путем социальной инженерии, маскируясь под различные обновления, антивирусные программы или любые популярные программы. Заражение ими происходит по причине некомпетентности самих пользователей. Однако, существуют другой класс вредоносных программ, внедрение которых происходит благодаря наличию уязвимостей в ОС. Данные программы скрыто проникают в систему и перехватывают управление над ней. Не является исключением ОС Android.

История смартфонов на базе операционной системы (ОС) Android насчитывает уже 10 лет. Первый подобный смартфон появился на рынке в 2008 году. Самой первой стабильной версией ОС Android является версия Android 1.0 «Apple Pie» (раннее название «Astroboy»). Актуальными на данный момент являются версии 7 и 8. С момента выхода первой версии вышло порядка 40 обновлений ОС, которые относятся к исправлению обнаруженных ошибок, добавления новой функциональности в систему, улучшение системы безопасности ОС. В основе ОС Android используется ядро Linux. Поэтому средства защиты ОС Android осуществляются уже существующими средствами Linux, отвечающими за соблюдение прав доступа, слежением за выполнением процессов. Соблюдение прав доступа – основное средство безопасности Linux, а следовательно и Android. В Android оно реализуется путем определения каждого приложения как отдельного пользователя со своими правами доступа и полномочиями, которому выделяется собственный идентификатор пользователя (UID) и собственный каталог внутри каталога /data. Таким образом само приложение может читать собственные файлы, но запрещает делать это любому другому процессу. Кроме того, для доступа закрывается базовая инсталляция Android, размещенная в отдельном разделе внутренней NAND-памяти и подключенная к каталогу /system. По умолчанию она смонтирована в режиме только для чтения и не хранит в себе никакой конфиденциальной информации. Поэтому прописаться в автозагрузку или модифицировать системные компоненты возможно только с использованием эксплойтов для получения прав root. В Android включен обширный набор механизмов защиты от переполнения стека, уязвимость, которая наиболее часто эксплуатируется. Для защиты от целочисленного переполнения в Android используется библиотека safe-iop, которая реализуют функции безопасного выполнения арифметических операций над целыми числами.

Несмотря на то, что вопросам безопасности ОС Android уделялось достаточное внимание, как и любому программному обеспечению, ОС Android присущи уязвимости. Начиная уже с версии 2.3 в Android были устранены уязвимости, которые предполагали манипуляции со строками, так называемые дефекты форматных

строк. Кроме того улучшены механизмы защиты от срыва стека. Также Android 2.3 задействует метод защиты от уязвимости, найденной в ноябре 2009 года во всех ядрах Linux 2.6 (возможность разыменования NULL-указателя).

С версии 3.0 (которая использовалась для планшетов) в Android включена поддержка шифрования пользовательских данных каталога /data с помощью стандартной подсистемы dmccrypt ядра Linux. Шифрование обеспечивается алгоритмом AES128 в режиме CBC (сцепления блоков шифра) и ESSIV:SHA256. Следующий основной механизм системы безопасности Android – использование системы привилегий для приложений, определяющей какие возможности ОС будут доступны приложению, например, функции работы с камерой, доступ к файлам на карте памяти, или использование функциональности, приводящей к утечке информации со смартфона, к трате средств пользователя со счета мобильного оператора и прочее.

В версиях четвертого поколения в Android были внедрены различные технологии защиты, позволяющие усложнить эксплуатацию многих типов (например, технология ASLR, позволяющая расположить в адресном пространстве процесса образ исполняемого файла, подгружаемых библиотек, кучи и стека случайным образом, RELRO, позволяющий защитить системные компоненты от атак, основанных на перезаписи секций загруженного в память ELF-файла). В Android 4.2 встраивается сканер вредоносных программ, который работает в сопряжении с Google Play. В Android 4.4 был реализован механизм Verified Boot, проверяющий целостность компонентов ОС на всех этапах загрузки смартфона и позволяющий запретить загрузку при обнаружении, что ядро или ОС были модифицированы.

В число новых функций безопасности Android 5.0.2 входит полное шифрование устройства с самого начала, которое в ранних версиях по умолчанию было отключено. Также включен принудительный режим SELinux (Linux повышенной безопасности) для всех приложений на всех устройствах.

Одной из самых известных уязвимостей является уязвимость сервиса MediaServer, который вследствие особенностей своей работы позволял запускать вредоносный код без сколько-нибудь заметных признаков для пользователя. В Android 7 данная уязвимость была устранена. Сервис MediaServer в ней разбит на различные подсистемы (мультимедийный стек), которые работают с ограниченными правами и в ограниченном окружении (sandbox). Благодаря такой концепции процесс, обрабатывающий информацию и помещающий ее буфер, теперь работает отдельно от процесса, воспроизводящего медиафайлы. Также в Android 7.0 улучшению подвергся и механизм изоляции приложений (sandbox) ядра Linux, известный как seccomp (seccomp – это технология ядра Linux, позволяющая ограничить список доступных приложению, а возможно и опасных системных вызовов), а также настройки конфигурации подсистемы безопасности SELinux. Обе меры позволили полностью закрыть механизм безопасности sandbox приложений, и уменьшить риск успешной эксплуатации других методов атак, используемых эксплойтами.

Среди всех нововведений Android 8 особое место занимает Treble – новый модульный HAL (Hardware Abstraction Layer), позволяющий четко отделить от остальной части ОС низкоуровневый код ОС, зависящий от производителя смартфона и чипсета. В первую очередь Treble нацелен на решение проблемы обновлений и фрагментации, но также способен решить многие проблемы безопасности. Разработчики не только разделили ОС на две части, но и реорганизовали платформенно зависимые компоненты ОС. Каждый из них теперь работает в жестко изолированной песочнице и общается с компонентами ОС через типизированные каналы с проверкой полномочий (для этого в IPC-механизм Binder внесены соответствующие правки). Также в восьмой версии системы реализована защита от даунгрейда (возможности отката к предыдущей версии Android, содержащей уязвимости).

В заключение хочется привести некоторую статистику. Согласно отчету по безопасности лаборатории Касперского за 2017 год [3], уязвимость Android приложений занимает 27 % от общего количества уязвимостей программного обеспечения и занимает второе место после браузеров. Поэтому необходимо следить за обновлениями безопасности ОС, выполнять резервные копии данных и не использовать устройство для хранения конфиденциальной информации.

#### **Библиографический список**

1. Борисова, С. Н. Вредоносные программы: классификация и особенности / С. Н. Борисова // Современные информационные технологии. – 2009. – № 10. – С. 170–172.
2. Борисова, С. Н. Исследование безопасности сетей Wi-Fi / С. Н. Борисова // Современные информационные технологии. – 2017. – № 26 (26). – С. 18–23.
3. Kaspersky Security Bulletin: 2017. Развитие угроз. – URL: [https://securelist.ru/files/2017/12/KSB\\_Review-of-2017\\_final\\_RU.pdf](https://securelist.ru/files/2017/12/KSB_Review-of-2017_final_RU.pdf) (дата обращения: 05.02.1018).

## **РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АТАК НАРУШИТЕЛЯ НА КОМПОНЕНТЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

***М. В. Власов, М. Д. Малашкин, А. П. Иванов***

Пензенский государственный университет,  
Romi\_s@list.ru ibst@pnzgu.ru, г. Пенза, Россия

Защита информационного пространства России от современных угроз является одним из приоритетных направлений национальной безопасности. Как заявил президент России В.В. Путин на открытии заседания Совета Безопасности России, надежная работа информационных ресурсов, систем управления и связи имеет исключительное значение для обороноспособности страны, для устойчивого развития экономики и социальной сферы, для защиты суверенитета России в самом широком смысле этого слова [1].

Обеспечение безопасности сетей связи – одна из важнейших задач в общем контексте мероприятий по обеспечению безопасности как на государственном уровне, так и для отдельно взятых организаций [2]. Это один из приоритетов Доктрины информационной безопасности России [3].

Наличие информационных потерь, вызванных воздействием атак на компоненты телекоммуникационных систем (ТКС), приводит к увеличению риска ошибочных и несвоевременных решений при формировании управляющих воздействий и к снижению эффективности систем управления и связи [4].

В этой связи подготовка специалистов в области информационной безопасности должна включать в себя изучение принципов работы систем радиосвязи и приобретение практических навыков по обеспечению их безопасности.

Целью данной работы является создание стенда для проведения научно-исследовательской работы студентов специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» по исследованию атак на компоненты ТКС, выявление наиболее опасных с практической точки зрения видов атак и сценариев поведения нарушителя.

Все атаки нарушителя на компоненты ТКС можно классифицировать следующим образом [4]:

- атака, направленная на перехват передаваемой информации. При реализации этой атаки нарушается конфиденциальность передаваемой информации;
- атака, направленная на блокирование приема информации. При реализации данной атаки нарушается доступность информации;
- атака, направленная на модификацию передаваемой информации. При этом нарушается конфиденциальность передаваемой информации и ее целостность;
- атака, направленная на фальсификацию передаваемой информации. При этом нарушается подлинность информации.

На начальном этапе разработки учебного стенда необходимо реализовать атаку, направленную на блокирование приема информации.

Общая модель осуществления данной активной атаки со стороны нарушителя представлена на рис. 1.

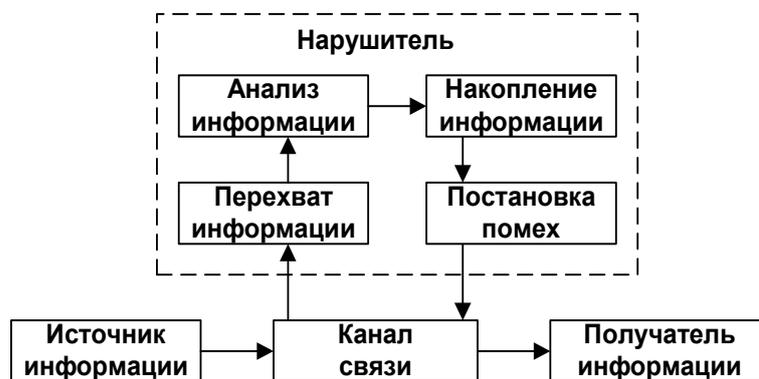


Рис. 1. Модель реализации активной атаки

Суть этой атаки состоит в том, что нарушитель, определив факт передачи информации в ТКС, осуществляет ее перехват, анализ и накопление полученной информации о режимах работы ТКС. При этом нарушитель также может владеть открытыми параметрами протоколов, которые используются участниками обмена информацией. Целью нарушителя является нарушения работы ТКС или ее блокирования путем подачи в канал связи помехи или множества помех, действие которых может приводить к снижению качества передачи информации. Если в результате таких действий вероятность ошибки достигнет недопустимого уровня, то прием информации блокируется и цель нарушителя считается достигнутой.

Разработанный стенд по исследованию атак на компоненты ТКС представляет упрощенную модель канала связи при воздействии преднамеренных атак. Оно позволит будущим специалистам по защите информации получить представление о принципах работы систем радиосвязи, а также даст возможность осуществить перехват данных в сети связи. Использование стенда во время научно-исследовательской работы поможет будущим специалистам в формировании навыков решения профессиональных задач в рамках эксплуатационной и экспериментально-исследовательской деятельности, а также в формировании профессиональных компетенций.

### Библиографический список

1. Заседание Совета Безопасности, посвященное вопросам противодействия угрозам национальной безопасности в информационной сфере. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/46709>

2. Алексеев, В. М. Обеспечение информационной безопасности систем и сетей передачи информации : учеб. пособие / В. М. Алексеев, Ю. Ю. Горюнов, А. П. Иванов. – Пенза : Пенз. филиал РГУИТП, 2012. – 108 с.

3. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации. – URL: <https://rg.ru/2016/12/06/doktrina-infobezobasnost-site-dok.html>

4. Иванов, А. П. Анализ моделей атак нарушителя на компоненты телекоммуникационных систем / А. П. Иванов, Е. Д. Кашаев // Информация и безопасность. – 2013. – № 3. – С. 439–440.

## **МАСТЕР-КЛАСС ПО КРИПТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДАМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ**

*К. А. Колядо, С. А. Костюченков, Е. А. Канаева, О. В. Липилин*

Пензенский государственный университет,  
shm0nya@yandex.ru  
kostyu4enkov-stas@yandex.ru, г. Пенза, Россия

Одной из самых эффективных форм профориентационной работы является проведение мастер-классов, на которых в наглядной форме демонстрируются основные направления деятельности специалиста по информационной безопасности.

При проведении мастер-класса по криптографическим методам защиты информации для школьников необходимо продемонстрировать основные проблемы, возникающие при передаче защищаемой информации и пути их решения с применением криптографических методов [1]. Основными проблемами защиты информации [2], рассматриваемыми в мастер-классе являются:

- обмен защищаемой информацией в открытых системах;
- построение стойких шифров для защиты информации;
- распространение ключей.

Целесообразно построить мастер-класс с использованием демонстрации практического применения криптографических мер защиты информации. Современные средства криптографической защиты информации и используемое программное обеспечение не являются наглядными, так как все протекающие процессы в них автоматизированы. Поэтому для проведения мастер-класса было разработано программное обеспечение, позволяющее наглядно демонстрировать принципы построения шифров, процессов и проблем передачи защищаемой информации.

Для демонстрации проблем, возникающих при обмене информацией в открытых системах, созданное программное обеспечение обеспечивает возможность передачи информации в локальной сети. Участник мастер-класса может зарегистрироваться в сети под некоторым псевдонимом (логином) и видеть список других участников. По сценарию мастер-класса участники должны получить из так называемого «штаба» некоторую информацию, закодированную в виде изображений, а затем отправить эти изображения в «штаб» для проверки. Участник, первый приславший все изображения, становится победителем. Первоначально изображения не доступны участнику и открываются в зависимости от значений генератора случайных чисел. После того, как участник откроет одно изображение, он может переслать его в «штаб» в виде открытого сообщения. При этом другой участник может перехватить это изображение и отправить его как свое. Таким образом, на этом этапе ма-

стер-класса демонстрируется то, что защищаемую информацию нельзя передавать в открытом виде, т.к. ее может перехватить злоумышленник.

Очевидным решением по защите информации является применение шифрования для защиты информации. Этому посвящен следующий этап мастер-класса. Изучение применения криптографических методов защиты информации построено переходом от простого к сложному. Школьникам уже могут быть известны простые шифры замены и перестановки. Эти шифры часто демонстрируются на примере текстов (как они изначально и применялись), однако объяснение их уязвимостей на примере текста не всегда наглядно и требует затрат времени, к тому же для демонстрации их уязвимостей требуется понятие статистического анализа текста. Поэтому демонстрация уязвимостей простых шифров построена на шифровании изображений. При применении шифра простой замены к изображению, осуществляется зашифрование каждого пикселя путем его замены на другой в соответствии со значением ключа. Участникам мастер-класса будет видно, что при использовании такого простого шифра изменяться будет только цвет изображения, при этом полностью сохранится его структура.

Вторым простейшим шифром является перестановка. Если применить шифр перестановки к изображению, то в результате исказится структура, но останется первоначальное распределение цвета изображения.

По перехваченным изображениям, зашифрованным простыми шифрами, участники легко смогут подобрать исходный вариант. На этом этапе мастер-класса демонстрируется важность применения стойких криптографических преобразований.

На следующем этапе участникам мастер-класса предлагается синтезировать свой шифр путем итерационного применения операций замены и перестановки. Теперь при перехвате зашифрованного изображения уже нельзя получить информацию о цвете и структуре передаваемого изображения. Однако, зашифрованное сообщение должно быть расшифровано в «штабе», и для этого туда необходимо передать в открытом виде ключ расшифрования. Злоумышленнику, перехватившему ключ и изображение, зашифрованное на этом ключе, не составляет труда получить исходное изображение даже не взламывая сам шифр. На этом этапе мастер-класса демонстрируется, что для обмена зашифрованными сообщениями необходимо использовать защищенный канал обмена ключами.

На следующем этапе демонстрируется принцип построения схемы обмена ключами с использованием асимметричной схемы шифрования. В «штабе» генерируется пара ключей. Открытый ключ рассылается участникам мастер-класса, которые зашифровывают на нем ключи симметричной схемы шифрования. В этом случае злоумышленник не сможет нарушить конфиденциальность ключевой информации. Для объяснения факта, почему асимметричные схемы целесообразно применять именно для обмена ключами, в мастер-классе предусмотрена возможность зашифрования изображения с использованием асимметричной схемы. Участникам мастер-класса демонстрируется, что зашифрование изображения с использованием асимметричной схемы занимает значительно большее время по сравнению с симметричными схемами, что снижает оперативность обмена информацией.

Таким образом, разработанный мастер-класс позволяет в наглядной и доступной форме продемонстрировать проблемы защиты информации при ее передаче в открытых сетях и принципы построения систем защиты информации с использованием криптографических методов.

#### **Библиографический список**

1. Зефилов, С. Л. Инциденты информационной безопасности. Совершенствование защитных мер / С. Л. Зефилов, А. Ю. Щербакова // Информационные технологии в науке и

образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV ежегодной межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 244–246.

2. Борисов, М. В. Информационная безопасность Интернета вещей / М. В. Борисов, А. П. Иванов // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV ежег. Межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 236–237.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КЕЙС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАВЫКОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБЪЕКТА**

*И. А. Костров, А. Ю. Щербакова*

Пензенский государственный университет,  
ibst@pnzgu.ru, г. Пенза, Россия

В соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем» для подготовки специалистов по защите информации обучение методам и способам управления рисками информационной безопасности (ИБ) телекоммуникационных систем является неотъемлемой частью основной профессиональной образовательной программы. Поэтому для получения более полных знаний и практических навыков по управлению рисками ИБ требуется постоянное улучшение существующих и внедрение новых технологий обучения. К таким технологиям можно отнести активно развивающуюся кейс-технологию.

Кейс-технология или метод кейсов – это техника обучения, использующая описание реальных экономических, социальных и бизнес-ситуаций. Обучающиеся должны исследовать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы основываются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации [1].

Актуальность использования кейс-технологии для получения навыков управления рисками ИБ объясняется следующим:

- кейсы позволяют использовать накопленные теоретические знания для решения практических задач;
- описанные с помощью кейсов ситуации максимально приближены к тем, которые будут реально возникать у специалистов в профессиональной деятельности;
- при решении кейса оказывается минимальное давление на студента. Это связано с тем, что студенты могут учиться без чувства тревоги за неприятные последствия, которые могут возникнуть при принятии неправильного решения;
- при решении кейсов возможно активное взаимодействие студентов друг с другом, которое помогает им делиться знаниями и опытом в профессиональной сфере;
- обычно решение кейсов вызывает у обучающихся больший интерес, чем традиционные методы обучения.

Метод кейсов достаточно просто применим при обучении студентов. Решение кейсов может происходить во время проведения практических занятий или выполнения ими самостоятельной работы. Средняя продолжительность занятия позволяет качественно разобраться в вопросе, который представлен в кейсе. В качестве

объектов управления рисками ИБ в кейсах могут выступать различные организации, отделы или части организаций, имеющие разные бизнес-цели, разные телекоммуникационные системы для реализации бизнес-целей, различаться могут также и компоненты телекоммуникационных систем.

Согласно [2], управление рисками ИБ включает в себя следующие виды деятельности: установление контекста управления рисками, оценка рисков, обработка рисков, принятие риска, коммуникация риска, мониторинг и переоценка риска. Для обеспечения возможности выполнения процедур управления рисками была определена информация, которая должна быть включена в содержание кейса. Примерное содержание кейса должно включать следующее:

- бизнес-цель организации. Данная информация необходима для установления контекста управления рисками, а также выбора соответствующих нормативных правовых актов и нормативных методических документов, содержащих требования в области информационной безопасности;

- бизнес-процессы организации. Описание бизнес-процессов включает в себя входную и выходную информацию, необходимые ресурсы, роли и управляющую информацию;

- активы организации. Следует учитывать то, что полная информация об активах организации зачастую бывает недоступной или неполной. Для определения возможного ущерба при реализации угроз для активов должна быть определена их примерная стоимость;

- функции телекоммуникационной системы. Эта информация необходима для идентификации возможных угроз информационной безопасности, а также сценариев возможных инцидентов ИБ;

- компоненты телекоммуникационной системы. С учетом информации об аппаратных, программных и программно-аппаратных средствах, реализующих основные функции системы, обеспечивается возможность идентифицировать вспомогательные активы, актуальные угрозы и возможные потери от их реализации, а также существующие защитные меры;

- персонал. Так как персонал является одним из важных активов и с ним связано большое количество угроз ИБ [3], то в одном из пунктов кейса обязательно должен указываться весь персонал, напрямую или косвенно участвующий в реализации бизнес-процессов.

На основании приведенного содержания возможна разработка множества кейсов с различными вариантами объектов. Разработанное примерное содержание кейсов для решения задач по управлению рисками ИБ позволяет будущим специалистам по защите информации решать задачи по основным видам деятельности, связанной с управлением рисками ИБ, в рамках практических занятий или самостоятельной работы. Содержание кейсов может быть расширено, например, информацией о произошедших инцидентах ИБ, что позволит использовать кейсы для решения задач анализа инцидентов ИБ, моделирования возможных сценариев инцидентов ИБ [4], совершенствования защитных мер, функционирующих на объекте [5].

### **Библиографический список**

1. Руководство для использование кейс-метода. – URL: <https://infourok.ru/rukovodstvo-dlya-ispolzovaniya-keys-metoda-na-urokah-tehnologii-1578477.html>
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 27005-2010. Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Менеджмент риска информационной безопасности. – М., 2010.
3. Проценко, Е. Д. Исследование факторов угроз информационной безопасности, связанных с персоналом автоматизированных систем / Е. Д. Проценко, А. Ю. Щербакова // Актуальные проблемы медицинской науки и образования (АПМНО-2015) : сб. ст. V Меж-

дунар. науч. конф. / под ред. А. Н. Митрошина, С. М. Геращенко. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – С. 311–313.

4. Щербакова, А. Ю. Вероятностные модели инцидентов информационной безопасности на основании их факторов / А. Ю. Щербакова, О. В. Липилин // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV ежегод. межвуз. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 267–269.

5. Зефилов, С. Л. Инциденты информационной безопасности. Совершенствование защитных мер / С. Л. Зефилов, А. Ю. Щербакова // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV ежегод. межвуз. науч.-практ. конф. / под ред. Л. Р. Фионовой. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2017. – С. 247–248.

## **ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНЫМИ ДАНЫМИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

***А. А. Краснов, П. К. Чечель, А. В. Дубравин***

Пензенский государственный университет,  
krsdrw@gmail.com  
iejevika@gmail.com, г. Пенза, Россия

«Кто владеет информацией, тот владеет миром» (Н. Ротшильд). Трудно представить жизнь современного человека без постоянного доступа к сети Интернет: ежедневный обмен большими объемами данных – обыденное дело. Возможность иметь быстрый доступ к большому объему собственных файлов и документов, а так же свободно управлять и делиться ими по своему усмотрению – уже необходимость, а не прихоть. Как следствие – огромную популярность приобретают системы облачного хранения данных и технологии, позволяющие с минимальными трудозатратами построить системы такого типа.

Наиболее известные системы облачного хранения на данный момент представлены сервисами «DropBox» (dropbox.com) и «Яндекс.Диск» (disk.yandex.ru). Сервисы доступны для использования с минимальными трудозатратами – необходимо наличие современного браузера на устройстве пользователя, а также зарегистрированный аккаунт, базовая версия которого предоставляется бесплатно.

Однако, существуют данные (например, сканированные копии документов удостоверяющих личность и т.п.), владелец которых заинтересован в отсутствии возможности доступа к ним другими лицами, но, в то же время, доступ к которым может потребоваться незапланированно и безотлагательно самому владельцу. В таком случае, использование систем облачного хранения данных осуществляется конечным пользователем на свой страх и риск, или становится трудоемким процессом с необходимостью шифрования данных с помощью сторонних программ при отправке на хранение и дешифровке при получении для дальнейшего использования. Такой точки зрения по данному вопросу придерживаются многие специалисты в области информационной безопасности, например: Сергей Ложкин (эксперт компании «Лаборатория Касперского»), Сергей Комаров (руководитель отдела антивирусных разработок и исследований компании «Доктор Веб») [1].

Альтернативным решением может являться хранение информации на портативном запоминающем устройстве. Однако, этот способ сопряжен с другими проблемами: необходимостью постоянно держать при себе портативное запоминающее устройство, возможностью повреждения или утери такового и т.д.

В рамках научно-исследовательской работы для решения поставленной задачи была разработана система, позволяющая пользователю самостоятельно развернуть собственный сервис облачного хранения данных на программной платформе Node.js и управлять им (рис. 1).

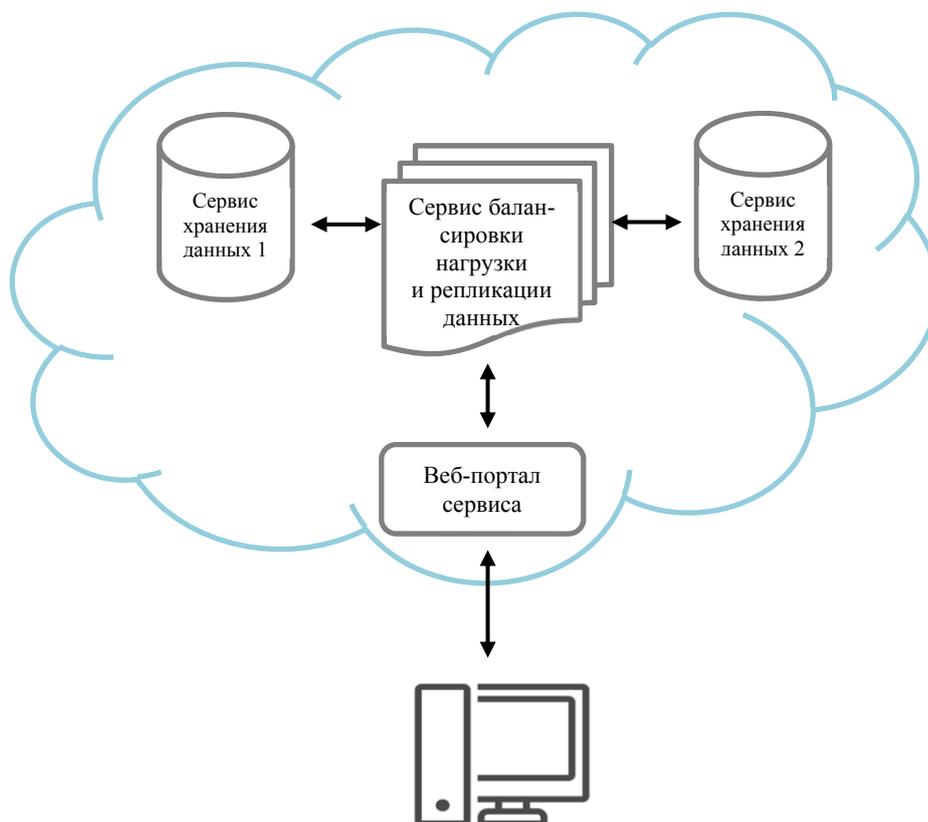


Рис. 1. Архитектура разработанного сервиса

В рамках сервиса пользователю доступны основные функции для управления своими данными:

- возможность загружать данные в облачное хранилище;
- возможность загружать данные из облачного хранилища;
- возможность удалять данные из облачного хранилища.

Для реализации представленных возможностей необходимым условием является отказоустойчивая работа сервиса, основой которой является система распределенного хранения данных, а также механизм репликации и балансировки нагрузки.

Для балансировки нагрузки был выбран наиболее простой способ – итерационный, направляющий запросы от веб-портала поочередно к одному из двух сервисов хранения данных. В свою очередь, согласованность данных между сервисом хранения данных № 1 и сервисом хранения данных № 2 обеспечивается путем репликации.

В рамках разработанной системы применяется репликация транзакций, являющаяся основой сервиса репликации и балансировки нагрузки.

Архитектура сервиса позволяет безболезненно выполнять масштабирование сервиса в зависимости от нужд пользователя, – в то же время пользователь имеет возможность управления системой верификации: от возможности изменения пароля учетной записи до внедрения собственных алгоритмов проверки.

Таким образом, для решения обозначенной проблемы безопасного хранения и управления конфиденциальными данными в сети интернет необходимо следующее:

1. Одна или более рабочая станция на базе ОС Microsoft Windows с возможностью выхода в сеть Интернет и статическим IP-адресом, расположенная в контролируемой зоне, физический доступ к которой осуществляется только доверенными лицами;

2. Антивирусное приложение, предустановленное на рабочей станции, и корректно выполненная настройка межсетевых экранов;

3. Развернутый разработанный сервис облачного хранения данных;

4. Любое устройство с современным браузером и выходом в сеть Интернет для работы с сервисом со стороны клиента.

Однако, для предотвращения возможности использования или изменения данных злоумышленником при перехвате, приоритетным направлением развития системы является внедрение использования протокола [https](#)[2], – в результате чего представленный комплекс мероприятий, приложений и устройств, доступный рядовому пользователю сети Интернет, позволит безопасно осуществлять хранение и управления конфиденциальными данными.

#### **Библиографический список**

1. ГАЗЕТА.RU. – URL: [https://www.gazeta.ru/tech/2013/07/12\\_a\\_5426173.shtml](https://www.gazeta.ru/tech/2013/07/12_a_5426173.shtml)
2. Хабрахабр : Как HTTPS обеспечивает безопасность соединения. – URL: <https://habrahabr.ru/post/188042/>

## **СОКРЫТИЕ ИНФОРМАЦИИ В ГРАФИЧЕСКОМ ФАЙЛЕ С ПОМОЩЬЮ МЕХАНИЗМА СТЕГАНОГРАФИИ**

***К. И. Никишин***

Пензенский государственный университет,  
[kirillnikmail@mail.ru](mailto:kirillnikmail@mail.ru), г. Пенза, Россия

Цифровая стеганография является одним из эффективных направлений защиты информации в компьютерных системах [1]. В ее основе лежит принцип сокрытия факта существования защищаемой информации. Этот принцип существенно отличает стеганографический подход от криптографического подхода [2].

подавляющее большинство современных стеганографических механизмов основано на встраивании секретной информации в мультимедийные контейнеры: графические, звуковые, видеофайлы [3].

В настоящее время в стеганографии наиболее распространенным является метод замены наименьших значащих битов – LSB-метод. Суть этого метода заключается в замене последних значащих битов в контейнере (изображения, аудио или видеозаписи) на биты скрываемого сообщения [4]. Разница между пустым и заполненным контейнерами должна быть не ощутима для органов восприятия человека. Достоинствами предложенного подхода являются простота реализации и большая вместимость.

Разработано программное обеспечение, выполняющее шифрование/дешифрование информации в графический файл с помощью механизма стеганографии, оно состоит из следующих частей: выбор графического файла и его открытие, шифратор и дешифратор. Интерфейс разработанного программного обеспечения представлен на рис. 1.

Разработанное программное обеспечение имеет легкий и интуитивно понятный интерфейс для прикладного пользователя.

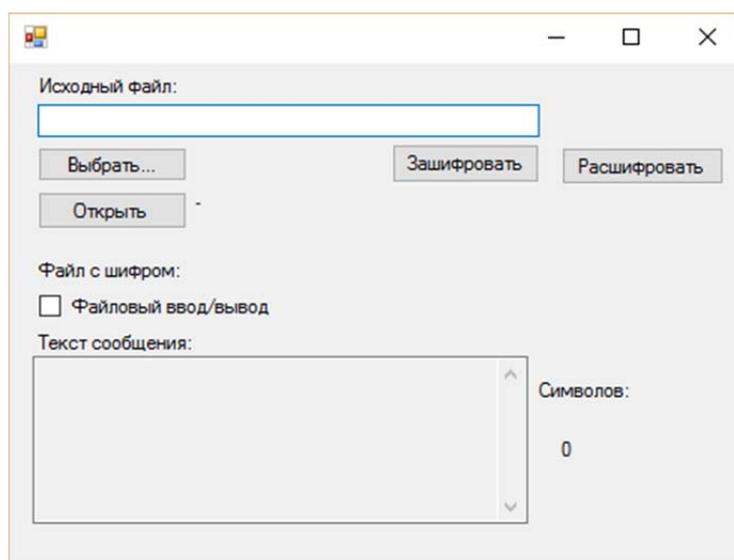


Рис. 1. Интерфейс программного обеспечения, использующий механизм стеганографии

При нажатии кнопки «*Выбрать...*» пользователю предлагается выбрать графический файл с расширением *.bmp*. Файл с расширением *.bmp* подходит, так как легкая и удобная структура хранения информации. В заголовке файла могут содержаться следующие поля: информация о палитре, размер файла, смещение, с которого начинается изображение; информация об изображении (заголовок *BITMAP*): размер заголовка, ширина и высота изображения, т.д.; информация о палитре, если используется.

Кнопка «*Открыть*» выполняет различные проверки на соответствие выбранного графического файла для встраивания информации. Открывается поток на чтение заголовка графического файла, выполняется проверка соответствия заголовка графического файла (смещение, размер графического файла и другие параметры). Если заголовок будет неверным, то будет сообщено пользователю об ошибке, требуется выбрать 24-битный *BITMAP* без палитры. Осуществляется расчет максимального ввода текстовой информации в графический файл, отображается количество символов в поле «*Символов:*».

После проверок уже считывается весь файл и информация о нем. Предусмотрены дополнительные проверки на имя вводимого или выбранного файла, в частности, проверка отсутствия файла на локальном диске, ошибка в имени файла.

Установка флага на «*Файловый ввод/вывод*» означает, будет ли браться вводимая/выводимая текстовая информация из файла или пользователь будет вводить/выводить текстовую информацию в специальную область ввода/вывода «*Текст сообщения*».

Пользователь нажимает кнопку «*Зашифровать*». Обработка и заполнение массива данных для построения конечного зашифрованного файла. Таким образом, при *LSB*-методе происходит незначительно изменение пикселей, которые невозможно увидеть человеческому глазу. В конце создается зашифрованный графический файл с именем исходного файла с добавлением окончания «*\_enc.bmp*». Визуально полученный зашифрованный и исходный графические файлы практически не должны отличаться.

Расшифровка зашифрованной информации происходит по нажатию кнопки «*Расшифровать*». При этом пользователь должен выбрать графический файл с зашифрованной информацией. Снова выполняется проверка на соответствие заголовка файла. После этого считывается весь файл и содержащаяся в нем информация, в массив строк записывается расшифрованная информация с наименьших значащих битов в графическом файле. Содержатся дополнительные проверки на наличие сообщения в графическом файле и некорректном формате графического файла.

Полученное сообщение из графического файла выводится в зависимости от флага «*Файловый ввод/вывод*» либо в «*Текст сообщения*», либо в файл. При этом если выбирается запись в файл можно указать имя выходного файла или оставить имя файла по умолчанию. Выходное имя файла указывается в области, где вводится/выводится текст сообщения.

Максимальный объем информации, который вмещается в графический файл без изменения размера самого графического файла, примерно равен не более 5-6% от размера графического файла. Тем самым данный объем зашифрованной информации позволяет оптимально изменить палитру цвета графического файла и не увидеть визуально глазом пользователя отличия зашифрованного от не зашифрованного графического файла.

Было проведено сравнение по содержимому исходного шифруемого файла с дешифрованным файлом, результат оказался положительным, поскольку должны были совпасть данные.

В статье рассмотрена реализация программного обеспечения шифрования/дешифрования информации с использованием механизма стеганографии для сокрытия информации в изображении. Описана работа шифратора и дешифратора с учетом специфики механизма стеганографии.

#### **Библиографический список**

1. Стеганография. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Стеганография>.
2. Konahovich, G. F. *Kompyuternaya steganografiya* / G. F. Konahovich, A. U. Puzirenko. – Kiev, Ukraine : MK-Press Publ., 2006. – 288 p.
3. Fridrich, J. *Steganography in Digital Media* / J. Fridrich. – New York : Cambridge University Press, 2010. – 448 p.
4. Архипов, О. П. Параметрический класс прямых прозрачных методов стегокодирования цветных изображений / О. П. Архипов, П. О. Архипов // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2003. – Вып. 1–2.

## **ШИФРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДСТАНОВОЧНОГО ШИФРА**

***К. И. Никишин***

Пензенский государственный университет,  
kirillnikmail@mail.ru, г. Пенза, Россия

В современном мире информация является важным инструментом развития человеческого общества, государства, личности. На сегодняшний момент человек не может представить себе работу без Интернета, без переписки в социальных сетях, по электронной почте. Но всегда существует риск взлома конфиденциальной переписки человека в Интернете. Для этих целей существуют методы и средства защиты информации от взлома злоумышленниками.

В статье рассматривается шифрование и дешифрование информации с использованием подстановочного шифра. Данное шифрование предназначается для прикладных пользователей на уровне передачи информации через электронную почту, переписку в социальных сетях. Разработано программное обеспечение, имеющее легкий и интуитивно понятный интерфейс для прикладного пользователя.

Подстановочный шифр – шифр, который каждый символ открытого текста в шифротексте заменяет другим символом [1]. Получатель инвертирует подстановку шифротекста, восстанавливая открытый текст.

Программное обеспечение, выполняющее шифрование/дешифрование информации подстановочным шифром, состоит из следующих основных компонентов: генератор алфавита, блок открытия файла алфавита, шифратор и дешифратор. В программном обеспечении реализован алгоритм однозвучного подстановочного шифра.

Однозвучный подстановочный шифр похож на подстановочную криптосистему за исключением того, что один символ открытого текста заменяется на несколько символов шифротекста [2–3]. Например, "А" может соответствовать 5, 13, 25 или 56, "Б" – 7, 19, 31 или 42 и так далее. Интерфейс программного обеспечения представлен на рис. 1.

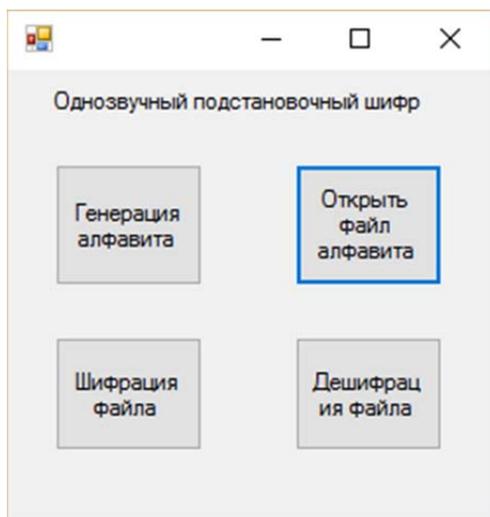


Рис. 1. Интерфейс программного обеспечения, использующий подстановочный шифр

Генератор алфавита работает по следующему алгоритму: создается список данных, в который помещаются символ алфавита и четыре трехзначных числа. Трехзначные числа формируются случайным образом, и программное обеспечение проверяет на уникальность сгенерированное трехзначное число, что соответствует 100 % показателю уникальности генерации шифротекста для одного открытого символа.

Пользователь нажимает на кнопку «Генерация алфавита», и сформированный алфавит предлагается сохранить пользователю в текстовый файл. Файл сохраняется на локальном диске компьютера в указанном месте пользователя. После этого открывается поток на запись. Программное обеспечение предусматривает защиту от ошибок, в случае обработки операции записи, через механизм обработки исключений. Если возникает ошибка, то выводится на экран пользователю сообщение.

В файл записываются с каждой новой строки следующие данные: символ алфавита и с новой строки четыре трехзначных числа, которые используются при шифровании/дешифровании информации подстановочным шифром. Результатом работы алгоритма генератора алфавита является текстовый файл с записанным алфавитом.

При нажатии кнопки пользователем «Открыть файл алфавита» указывается сформированный генератором файл алфавита. Данный файл прочитывается программным обеспечением и заполняется список данных, в который помещаются символ алфавита и четыре трехзначных числа, как при генерации алфавита.

Шифрование информации работает по следующему алгоритму: пользователь выбирает исходный текстовый файл, который необходимо зашифровать подстановочным шифром. Открытый поток на чтение считывает всю информацию из файла в буфер. После этого происходит шифрование информации всего прочитанного файла.

В ячейку списка зашифрованной информации записывается трехзначное число, относящееся к своему символу алфавиту. Выбор числа происходит последова-

тельно: в первый раз встретился тот же символ алфавита, то выбирается первое трехзначное число; во второй раз встретился символ, то второе трехзначное число и т.д. до четырех совпадений, в последующие разы перебор повторяется, начиная с первого трехзначного числа.

После сформированного списка зашифрованной информации пользователю предлагается сохранить информацию в текстовый файл на локальном диске пользователя.

Программа дешифратора информации осуществляет обратные действия шифратора. Считывается информация уже из файла с шифротекстом, заполняется буфер шифротекстом из файла. После этого заполненный буфер дешифровывается. Причем в цикле обработки буфера происходит учет сразу же трех цифр, то есть считываются цифры с позиции 1-3 и затем склеиваются в конечное число с учетом разрядов сотен и десятков. В итоге должно получиться трехзначное число для символа шифротекста. Полученное число сравнивается с алфавитом и находится точное совпадение. Таким образом, получается символ открытого текста, исходная информация пользователя.

Было проведено сравнение по содержимому исходного шифруемого файла с дешифрованным файлом, результат оказался положительным, поскольку должны были совпасть данные.

В статье рассмотрена реализация программного обеспечения шифрования/дешифрования информации с использованием подстановочного шифра. Описана работа шифратора и дешифратора с учетом специфики подстановочного шифра.

#### **Библиографический список**

1. Шнайер, Б. Прикладная криптография Applied Cryptography / Б. Шнайер ; пер. с англ. Н. Дубнова. – 2-е изд. – М. : Диалектика, 2003. – 610 с.
2. Подстановочный шифр. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Шифр\\_подстановки](https://ru.wikipedia.org/wiki/Шифр_подстановки)
3. Алферов, А. П. Основы криптографии / А. П. Алферов, А. Ю. Зубов, А. С. Кузьмин, А. В. Черемушкин. – Пенза : Гелиос АРВ, 2002.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ АВТОРИЗИРОВАННОГО ОБМЕНА ДАННЫМИ МЕЖДУ ВНЕШНИМИ НОСИТЕЛЯМИ ИНФОРМАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ**

***А. М. Никольский М. Ю. Лупанов***

Пензенский государственный университет,  
[angeloffree@yandex.ru](mailto:angeloffree@yandex.ru), г. Пенза, Россия

В настоящее время во многих организациях для обмена информацией используются съемные носители – USB-Flash накопители, внешние HDD-диски. Это позволяет оперативно обмениваться достаточно большими объемами информации между различными информационными системами. В то же время, использование таких внешних накопителей порождает такие проблемы, как распространение вредоносных программ и несанкционированное копирование информации. Поэтому во многих организациях для выполнения операций копирования выделяют отдельное

рабочее место и, соответственно, сотрудника. Однако, в некоторых случаях, организация таких рабочих мест затруднительна или вовсе невозможна.

Таким образом, встает вопрос о необходимости автоматизации и централизации процесса обмена информацией с внешними носителями. При решении данной задачи необходимо обеспечить защиту от несанкционированного доступа к информационной системе. Для этого необходимо однозначно идентифицировать внешний носитель на предмет его принадлежности конкретному пользователю.

Для идентификации накопителей могут быть использованы идентификаторы InstanceID, которые записываются в накопитель производителем и должны быть уникальны. Данный InstanceID используется, например, драйверами в ОС Windows [1].

Таким образом, при построении системы обмена информацией необходимо решить задачу однозначной идентификации накопителей и исключить возможность их подделки. Для этих целей можно использовать асимметричные криптографические алгоритмы [2], например, RSA.

В системе вырабатывается два ключа, секретный и открытый. Открытый ключ доступен пользователям, секретный ключ хранится в информационной системе.

Для идентификации носителя формируется специальная метка, которая содержит следующую информацию: UserName, UserPassword, InstanceID. UserName – имя пользователя, UserPassword – его пароль, InstanceID – идентификатор используемого накопителя. При этом, UserPassword является приватным и известен только владельцу накопителя.

Далее метка зашифровывается с помощью открытого ключа и записывается на накопитель. При установке накопителя в информационную систему, перед выполнением операции обмена информацией производится чтение метки и ее расшифрование с помощью секретного ключа. Затем производится сравнение InstanceID, считанного из накопителя, с InstanceID, полученного из расшифрованной метки. Несовпадение InstanceID сигнализирует о том, что метка была «украдена» и записана на посторонний накопитель. Таким образом данная операция позволяет исключить возможность копирования меток.

После проверки подлинности накопителя производится аутентификация в системе с использованием полей UserName и UserPassword, считанных из метки. Таким образом, весь обмен информацией ведется от имени владельца накопителя.

Однако, на данную систему возможна атака в случае, если злоумышленник сможет создать дубликат накопителя с точно таким же InstanceID. Для этого злоумышленнику необходимо иметь накопитель с таким-же контроллером, программное обеспечение для перепрошивки контроллера и доступ к оригинальному накопителю для получения InstanceID. Данная задача не является такой уж невыполнимой, так как для большинства распространенных контроллеров можно найти программное обеспечение для прошивки контроллера в сети Интернет на сайтах, где обсуждается ремонт и восстановление накопителей. Сложнее подобрать накопитель с нужным контроллером, особенно, если выпуск накопителей на данном контроллере уже прекращен. Но задача, также решаемая.

Для защиты от такой атаки можно использовать, например, отметки времени. Для этого в метку добавляется еще одно поле – TimeStamp. Первоначально, при инициализации метки, в это поле записываются нули. Далее, при каждом использовании в системе, в это поле записывается время доступа. Это же время записывается в базу информационной системы. При следующем доступе отметка времени считывается из метки накопителя и сравнивается с хранимой в базе системы. При их несовпадении доступ блокируется и накопитель заносится в список скомпрометированных. При совпадении отметок времени, после завершения операции копирования отметка времени вновь обновляется. Таким образом, если злоумышленник создаст

дубликат накопителя, то при первом же доступе легального накопителя этот факт будет обнаружен из-за рассинхронизации отметок времени.

### **Библиографический список**

1. Instance ID / Microsoft/Hardware Dev Center. – URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows-hardware/drivers/install/instance-ids>
2. Шнайер, Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си / Б. Шнайер. – М. : Триумф, 2002.

## **ЗАЩИЩЕННАЯ СРЕДА ЗАПУСКА ПРИЛОЖЕНИЙ (SANDBOX)**

***С. В. Петрунин, Н. К. Теплов, С. Н. Борисова***

Пензенский государственный университет,  
teplov.13pi1@yandex.ru, г. Пенза, Россия

Запуск неизвестных программ и приложений, загрузка видео или других файлов из неизвестных источников или посещение непроверенных сайтов приносят с собой потенциальную угрозу заражения компьютера, в результате которого злоумышленники могут получить доступ к персональным данным пользователя. Sandbox («песочница») позволяет запускать сомнительные приложения, загружать файлы или выходить на вызывающие подозрения сайты в абсолютно изолированной виртуальной среде.

Если после запуска подтвердится, что файл безопасен, его можно запустить его в собственной системе. С точки зрения принципа работы Sandbox можно выделить три базовые модели изоляции пространства песочницы от всей остальной системы:

1. Изоляция на принципе полной виртуализации. В этом случае используется любая виртуальная машина в качестве защитного слоя над гостевой операционной системой, где установлен браузер и иные потенциально опасные программы. Данный подход позволяет обеспечить достаточно высокий уровень защиты основной рабочей системы. В качестве недостатков данного подхода можно назвать дистрибутивы огромных размеров, высокое потребление ресурсов, неудобство обмена данными между основной системой и песочницей. Кроме этого, необходим постоянный откат состояние файловой системы и реестра к исходным с целью удаления заражения из песочницы.

2. Изоляция на принципе частичной виртуализации файловой системы и реестра. В этом случае можно добавлять процессам в песочнице дубликаты объектов файловой системы и реестра, помещая в песочницу приложения на рабочей машине пользователя. При попытке модификации данных объектов будут изменяться лишь их копии внутри песочницы, реальные данные не пострадают. Контроль прав доступа не позволит атаковать основную систему изнутри песочницы через интерфейсы операционной системы. Недостатком данного подхода является затрудненный обмен данными между виртуальным и реальным окружением, необходимость в постоянной очистке контейнеров виртуализации для возврата песочницы к изначальному, незагрязненному состоянию. Возможен также обход данного вида песочниц и выход «злоупредов» в основную, незащищенную систему. В качестве примеров данного подхода

можно назвать системы SandboxIE, ZoneAlarm, BufferZone, ForceField, Comodo изолированную среду Kaspersky Internet Security, Avast Internet Security sandbox, Internet Security sandbox,.

3. Изоляция на принципе правил. В данном случае все попытки изменения объектов файловой системы и реестра не виртуализируются, а рассматриваются с точки зрения набора внутренних правил средства защиты. Степень защиты зависит от полноты и точности такого набора. Данный подход представляет собой некий компромисс между удобством обмена данными между процессами внутри песочницы и реальной системой и уровнем защиты от зловредных модификаций. Как и в предыдущем случае, контроль прав доступа не позволит атаковать основную систему изнутри песочницы через интерфейсы операционной системы. Плюсами данного подхода можно также назвать, отсутствие необходимости постоянного отката файловой системы и реестра к изначальному состоянию. Недостатком является программная сложность при реализации максимально точного и полноценного набора правил, а также возможность лишь частичного отката изменений внутри песочниц и обход защищенной среды и выход зловредных кодов в основную, незащищенную среду исполнения. Примерами подхода являются системы DefenseWall, Windows Software Restriction Policy, Limited User Account + ACL.

Смешанные подходы к изоляции процессов песочницы от остальной системы основываются как на правилах, так и на виртуализации. Им присущи достоинства и недостатки обоих методов. Примерами подхода можно назвать системы GeSWall, Windows User Account Control (UAC).

Наиболее популярным является второй принцип реализации песочниц. Проведем сравнительный анализ некоторых средств, реализующих функционал песочниц:

1. Sandboxie;
2. Shadow Defender;
3. Vmware ThinApp;
4. BufferZone;
5. Evalaze;
6. Cameyo.

Сравнительный анализ перечисленных средств приведен в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ «песочниц»

	Sandboxie	Shadow Defender	Vmware ThinApp	BufferZone	Evalaze	Cameyo
1	+	+	+	+	-	-
2	+	+	+	+	+	+
3	-	-	-	-	+	+
4	-	-	+(мобильные)	-	+	+
5	-	-	-	+	-	+
6	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	+	+	+
8	shareware	shareware	shareware	freeware	freeware / commercial	freeware

Критерии сравнения следующие:

- 1 – Добавление приложений в песочницу
- 2 – Персонализация (создание ярлыков, интеграция в меню)

- 3 – Мастер настройки
- 4 – Создание новых виртуальных приложений
- 5 – Онлайн-синхронизация
- 6 – Настройка привилегий для песочницы
- 7 – Анализ изменений при создании песочницы
- 8 – Лицензия

Выбор необходимого средства должен производиться исходя из требуемого функционала, так как ни одно из перечисленных в табл.1 средств не обладает полным набором достоинств.

#### Библиографический список

1. Антивирусные песочницы. Введение. – URL: <https://habrahabr.ru/post/105581/> (дата обращения: 05.02.1018).
2. Борисова, С. Н. Вредоносные программы: классификация и особенности / С. Н. Борисова // Современные информационные технологии. – 2009. – № 10. – С. 170–172.
3. Борисова, С. Н. Исследование безопасности сетей Wi-Fi / С. Н. Борисова // Современные информационные технологии. – 2017. – № 26 (26). – С. 18–23.

## ОЦЕНКА РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МЕТОДА ПРЯМОГО ОРТОГОНАЛЬНОГО ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

*Д. В. Солдатенков, О. В. Липилин*

Пензенский государственный университет,  
ibst@pnzgu.ru, г. Пенза, Россия

При функционировании телекоммуникационных систем часто возникает задача оценки значения частоты гармонического сигнала. В настоящее время известно много методов, позволяющих провести оценку [1]. Одним из способов является оценка значения частоты, основанная на поиске максимального амплитудного коэффициента в спектре принимаемой смеси гармонического сигнала и шума [2]. Этот способ является статистически оптимальным с точки зрения оценки частоты синусоидальных сигналов на фоне интенсивных помех [3]. Влияние помехи на вероятность правильной оценки значения частоты гармонического колебания практически не зависит от выбранной частоты дискретизации, а определяется только отношением сигнал/шум [4].

Однако при применении данного способа на практике возникает проблема выбора параметров способа в зависимости от помеховой обстановки. Одним из таких параметров, является возможность различить два близких по частоте гармонических сигнала, то есть разрешающая способность метода.

В данной работе представлено исследование влияния на разрешающую способность метода прямого ортогонального дискретного преобразования (ПОДП) следующих параметров:

- частота дискретизации;
- размерность ортогонального базиса;
- положения спектральных составляющих на интервале от 0 до  $f_d/2$ .

Определение разрешающей способности метода ПОДП производилось с помощью имитационного моделирования. Исходные данные для моделирования следующие:

- гармонические колебания задаются значениям частоты  $f_1$  и  $f_2$ , выбранные в диапазоне от 0 до  $f_d/2$ ;
- три значения частоты дискретизации  $f_d$ : 16 кГц, 19,2 кГц и 22,4 кГц;
- размерность ортогонального базиса  $N$ : 64, 128, 256;
- шаг между базисными частотами равен  $2\Delta f$ , где  $\Delta f = \left\lfloor \frac{f_d}{2N} \right\rfloor$ .

Для точного определения наличия двух гармонических составляющих в исследуемом сигнале требуется ввести пороговое значение  $M$  отношения амплитуд на смежных базисных частотах  $f_n$  и  $f_{n+2\Delta f}$ . В данной работе  $M$  равняется 0,5, то есть амплитуда спектра на частоте  $f_{n+2\Delta f}$  не должна отличаться более чем в 2 раза от амплитуды на частоте  $f_n$ , иными словами удовлетворять условию:

$$\frac{A(f_n)}{A(f_{n+2\Delta f})} > 0,5.$$

Такое ограничение введено в связи с тем, что нельзя определить частоты гармонических колебаний в исследуемом сигнале, основываясь на максимальных значениях амплитуд, полученных методом ПОДП. Поскольку по максимальным значениям амплитуд без учета остальных коэффициентов ПОДП нельзя точно говорить о существовании двух сигналов.

Таким образом, следует использовать пороговое значение  $M$  для выявления соседних частот, основываясь на максимальных амплитудных коэффициентах ПОДП.

Учитывая пороговое значение  $M$  необходимо определить разрешающую способность метода ПОДП при различных значениях частоты дискретизации и размерности базиса, а также изучить влияние расположения выбираемых частот гармонических колебаний на разрешающую способность метода ПОДП.

В процессе выполнения опыта выбирается частота  $f_1$ , совпадающая с базисной частотой, а значение  $f_2$  отличалось от  $f_1$  на величину  $3\Delta f$ .

Затем, в цикле от  $f_2$  до  $f_1$  с шагом минус 1 Гц формируется сумма двух гармонических сигналов с соответствующими частотами. Далее методом прямого ортогонального дискретного преобразования определяются значения амплитуды спектральных составляющих на частотах  $f_1$  и  $f_2$ . Поскольку выбранная частота  $f_2$  располагается между базисными частотами, то следует рассматривать значение амплитуд на частотах  $f_{2-\Delta f}$  и  $f_{2+\Delta f}$ . Цикл заканчивается при выполнении условия:

$$\frac{A(f_{2-\Delta f})}{A(f_{2+\Delta f})} > 0,5.$$

Результаты проведенных исследований сведены в табл. 1.

По результатам проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1) при анализе спектра сигнала следует использовать пороговое значение  $M$  для выявления соседних частот, основываясь на максимальных амплитудных коэффициентах ПОДП;

2) при увеличении частоты дискретизации при одинаковой размерности базиса разрешающая способность метода уменьшается;

3) при увеличении размерности базиса разрешающая способность метода улучшается;

4) отношение шага дискретизации  $\Delta f$ , а именно  $\frac{f_d}{N}$ , к разрешающей способности  $F$  остается постоянным.

Результаты исследований при  $N = 64$ 

$N$	$f_d$	$\Delta f$	$f_1$	$f_2$	Разрешающая способность $F = f_2 - f_1$	$\frac{\Delta f}{F}$
64	16000	250	1250	1583	333	1,332
			2500	2832	332	1,328
			4000	4331	331	1,324
	19200	300	1200	1600	400	1,333333
			2700	3098	398	1,326667
			4200	4597	397	1,323333
	22400	350	1400	1867	467	1,334286
			2800	3265	465	1,328571
			4200	4664	464	1,325714
128	16000	125	1250	1417	167	1,336
			2500	2667	167	1,336
			4000	4167	167	1,336
	19200	150	1200	1401	201	1,34
			2700	2900	200	1,333333
			4200	4400	200	1,333333
	22400	175	1400	1634	234	1,337143
			2800	3033	233	1,331429
			4200	4433	233	1,331429
256	16000	62,5	1250	1334	84	1,344
			2500	2584	84	1,344
			4000	4084	84	1,344
256	19200	75	1200	1301	101	1,346667
			2700	2800	100	1,333333
			4200	4300	100	1,333333
	22400	87,5	1400	1517	117	1,337143
			2800	2917	117	1,337143
			4200	4317	117	1,337143

### Библиографический список

1. Марпл-мл., С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения : пер. с англ. / С. Л. Марпл-мл. – М. : Мир, 1990.
2. Мартынов, В. А. Панорамные приемники и анализаторы спектра / В. А. Мартынов, Ю. И. Селихов ; под ред. Г. Д. Заварина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Советское радио, 1980.
3. Kay, S. M. Fundamentals of Statistical Signal Processing: Estimation Theory / S. M. Kay. – New York : Prentice-Hall, 1993.
4. Солдатенков, Д. В. Выбор параметров способа оценки частоты несущего колебания при воздействии деструктивных факторов / Д. В. Солдатенков, В. В. Исмаилов, О. В. Липилин // // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV ежегод. Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2017. – С. 258–260.

# ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО ВИБРОАКУСТИЧЕСКОМУ КАНАЛУ

*В. О. Трилисский, А. А. Кулюцин, М. С. Дегтев,  
В. Э. Юрлов, А. П. Иванов*

Пензенский государственный университет,  
trilisskiy@mail.ru, г. Пенза, Россия

Согласно базовой модели угроз, утвержденной ФСТЭК, под утечкой информации по техническим каналам понимается неконтролируемое распространение информации от носителя защищаемой информации через физическую среду до технического средства, осуществляющего перехват информации [1].

Виброакустический канал утечки акустической (речевой) информации, возникающий за счет преобразования информативного акустического сигнала (сигнала, несущего в себе конфиденциальную информацию) при воздействии его на строительные конструкции и инженерно-технические сооружения и коммуникации [2].

Перехват информации осуществляется за счет микрофонов твердой среды (акселерометров, виброметров и т.д.). Стены, пол, потолок, стекла являются потенциальным приемником и передатчиком акустической информации. Этим свойством обладают и другие элементы помещений, например, инженерные коммуникации (трубы и батареи центрального отопления, канализации, короба воздуховодов и т.д.) [2].

Ни для кого не секрет, что во всех организациях производится работа с персональными данными. В соответствии со статьей 7 ФЗ «О персональных данных» операторы и иные лица, получившие доступ к персональным данным, обязаны не раскрывать третьим лицам и не распространять персональные данные без согласия субъекта персональных данных, если иное не предусмотрено федеральным законом [3].

Исходя из трактовки закона, можно сделать вывод, что любая организация несет на себе огромную ответственность, производя работу с персональными данными. Далеко не в каждой организации существует надежная система защиты речевой информации от утечки. Данные меры защиты кажутся излишними, а угроза утечки конфиденциальной информации маловероятной.

Для организаций, использующих телефонные системы связи, а так же имеющих в распоряжении лекционные залы, конференц-залы, залы совещаний и другие объекты, предназначенные для проведения переговоров, совещаний и обмена информацией, наличие средств защиты информации от утечки по виброакустическому каналу строго необходимо. Ведь при наличии в соответствующих помещениях микрофонов твердой среды, о которых говорилось ранее, будет существовать реальная угроза утечки речевой информации.

Не стоит забывать и о человеческом факторе. Уполномоченный по работе с персональными данными работник может раскрыть конфиденциальную информацию непреднамеренно. Но наличие средств защиты серьезно снижает риск подобного рода утечки.

Хищение персональных данных может быть выгодно различным нарушителям [1]:

– разведывательные службы государств, хищение персональных данных иностранной службой разведки (например, биометрических) может стать почвой для разжигания международного скандала/конфликта;

- криминальные структуры, преследуют исключительно корыстные цели (шантаж, вымогательство, работа на конкурента);
- конкуренты (конкурирующие организации), переманивание работников путем шантажа, компрометация конкурирующей организации;
- недобросовестные партнеры, ставят целью компрометацию некогда «дружественной» организации;
- внешние субъекты (физические лица), личный умысел (корыстный умысел, месть и т.д.);

Целью проекта является разработка прототипа устройства на аппаратной плате Arduino UNO. В качестве датчика, фиксирующего частоту вибрационных колебаний, выступит вибрационный сенсор с поддержкой интеграции в Arduino. Для генерации колебаний будет использован вибромотор. Для дистанционного управления датчиками и автоматизации планируется использовать локальную беспроводную сеть, построенную по технологии Wi-Fi стандарта 802.11 b/g/n, или GSM-контролер.

### **Библиографический список**

1. Базовая модель угроз безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных (выписка) : [утв. ФСТЭК РФ 15.02.2008]. – URL: <https://fstec.ru/component/attachments/download/289> (дата обращения: 04.02.2018).
2. Хорев, А. А. Защита информации от утечки по техническим каналам. Ч. 1. Технические каналы утечки информации / А. А. Хорев. – URL: <http://www.analitika.info/kanalutechki.php> (дата обращения: 04.02.2018).
3. О персональных данных : федер. закон № 152-ФЗ от 27.07.2006. – URL: <http://base.garant.ru/12148567/> (дата обращения: 04.02.2018).

## **ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

***Ш. А. Хасанов***

Уфимский государственный нефтяной технический университет,  
sh\_khasanov95@mail.ru, г. Уфа, Россия

В России существуют порядка 100 государственных информационных систем. Они подразделяются на федеральные, региональные и объектовые. Организация, работающая с какой-либо из этих систем, обязана выполнять требования по защите информации, которая в ней обрабатывается. Так же требования по защите информации предъявляются и к муниципальным информационным системам. В зависимости от вида информационных систем к ним предъявляются разные требования, за несоблюдение которых применяются санкции – от штрафа до более серьезных мер.

Работа всех информационных систем в России регулируется Федеральным законом от 27.07.2006 № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации». К операторам государственных и муниципальных информационных систем, в которых обрабатывается информация ограниченного доступа, не составляющая государственную тайну, предъявляются требования Приказа ФСТЭК России от 11 февраля 2013 г. № 17 «Об утверждении требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах».

На мой взгляд, рассмотрение вопросов информационной безопасности государственных информационных систем, как никогда актуально на сегодняшний день. Обращаясь к сайту [www.infowatch.ru](http://www.infowatch.ru), на котором отображаются отчеты по результатам исследований в области информационной безопасности, представлю статистику утечек информации по отраслям за первое полугодие 2017 года. Так, например, 15,2 и 6,3 % зарегистрированных в мире утечек информации произошли в государственных и муниципальных учреждениях соответственно, говорится в отчете компании Infowatch. По этому показателю, который в сумме составляет 21,5 %, государственные и муниципальные учреждения занимают первое место, что подтверждает необходимость рассмотрения вопросов информационной безопасности государственных информационных систем.



Рис. 1. Зарегистрированные утечки данных по отраслям за первое полугодие 2017 г.

Состав мер по защите информации зависит от вида и класса защищенности информационной системы. Нередки случаи, когда оператор информационной системы ошибочно относит ее к государственным информационным системам. Признаками государственной информационной системы являются наличие законодательного акта, предписывающего создание информационной системы, присутствие системы в Реестре федеральных государственных информационных систем и описание полномочий, которые реализует система. Для государственных информационных систем устанавливаются 3 класса защищенности, которые зависят от уровня значимости информации и масштаба системы. Уровень значимости информации определяется степенью возможного ущерба от нарушения конфиденциальности, целостности, доступности информации. В зависимости от возможных последствий в результате нарушения свойств безопасности устанавливаются 3 степени возможного ущерба: высокая, средняя, низкая.

Информация имеет высокий уровень значимости (УЗ 1), если хотя бы для одного из свойств безопасности информации определена высокая степень ущерба (невозможно выполнение функций информационной системы). Информация имеет средний уровень значимости (УЗ 2), если хотя бы для одного из свойств безопасности информации определена средняя степень ущерба (невозможно выполнение одной из функций информационной системы) и нет ни одного свойства, для которого определена высокая степень ущерба. Информация имеет низкий уровень значимости (УЗ 3), если для всех свойств безопасности информации определены низкие степени ущерба (выполнение функций информационной системы возможно с недоста-

точной эффективностью). По масштабу информационные системы делятся на федеральные, региональные и объектовые.

Первый класс защищенности (К1) устанавливается для информационных систем, обрабатывающих информацию высокого уровня значимости (УЗ 1) и федеральных информационных систем, обрабатывающих информацию среднего уровня значимости (УЗ 2). Второй класс защищенности (К2) устанавливается для региональных или объектовых информационных систем, обрабатывающих информацию среднего уровня значимости (УЗ 2) и федеральных информационных систем, обрабатывающих информацию низкого уровня значимости (УЗ 3). Третий класс защищенности (К3) устанавливается для региональных или объектовых информационных систем, обрабатывающих информацию низкого уровня значимости (УЗ 3).

В случае обработки в государственных информационных системах персональных данных первый класс защищенности (К1) обеспечивает первый уровень защищенности персональных данных, второй класс защищенности (К2) обеспечивает второй уровень защищенности персональных данных, третий класс защищенности (К3) обеспечивает третий и четвертый уровни защищенности персональных данных. Уровни защищенности персональных данных устанавливаются в зависимости от того, какие типы угроз актуальны для рассматриваемой информационной системы и от количества субъектов персональных данных. Класс защищенности информационной системы должен быть повышен, если не обеспечивается необходимый уровень защищенности персональных данных.

Что касается технических мер и средств защиты информации, то для первого класса защищенности (К1) должны использоваться средства защиты информации не ниже 4 класса, прошедшие проверку не ниже чем по 4 уровню контроля отсутствия недеklarированных возможностей, для второго класса защищенности (К2) – не ниже 5 класса, прошедшие проверку не ниже чем по 4 уровню контроля отсутствия недеklarированных возможностей, для третьего класса защищенности (К3) – 6 класса. Также должны использоваться средства вычислительной техники не ниже 5 класса в любых информационных системах вне зависимости от класса защищенности.

### **Библиографический список**

1. Государственные информационные системы (ГИСы): практические вопросы защиты информации. – URL: <https://kontur.ru/articles/1609> (дата обращения: 20.02.2018).
2. Аналитический центр InfoWatch. Глобальное исследование утечек конфиденциальной информации в I полугодии 2017 года. – URL: [https://www.infowatch.ru/report/2017\\_half](https://www.infowatch.ru/report/2017_half) (дата обращения: 20.02.2018).
3. Об утверждении требований о защите информации, не составляющей государственную тайну, содержащейся в государственных информационных системах : приказ ФСТЭК № 17 от 11.02.2013 // СПС «КонсультантПлюс».

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ, ЭЛЕКТРОНИКЕ И ЭНЕРГЕТИКЕ

---

## ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РАДИО И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ

*А. А. Балашов, В. А. Трусов, А. С. Васильев,  
Д. В. Коршунов, Д. Х. Нуржанов*

Пензенский государственный университет,  
kipra@mail.ru, г. Пенза, Россия

Первым шаг в радио был сделан в 19 веке и до сих пор оно развивается и используется в различных областях, таких как военное дело. Исследования в этой области привели к созданию и изменению принципов ведения боевых действий, которые оказывают влияние на исход сражения и войны. Например, радиоэлектронная борьба, радионавигация, радиоуправляемое оружие, создания помех.

### Создание радио

К созданию радио приложили руку немало ученых, такие как Лодж, Эдисон, Тесла, Герц и другие. Однако, в странах СНГ в том числе и России считают, что изобрел все – таки Попов. Но вклад других ученых нужно учесть, так как без их исследований радио задержалось бы на десятилетия и более.

Первоначально исследования Попова носили научный характер, т.е. исследовательский, поэтому одно из первых устройств для проведения повторных опытов Лоджа, было создано в лекционных целях.

Первые исследования Попова были представлены на заседании физико-химического общества в здании «Же де Пом» во дворе Санкт-Петербургского университета 25 апреля (7 мая по новому стилю) 1895 года. Тема лекции – «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям», а спустя полвека (с 1945 года) это событие в СССР стало отмечаться как День радио.

Исследования Попова имели военный характер, так как он работал в Морском ведомстве, где предъявлялись определенные требования.

В 1897 году была настроена радиосвязь между судами Балтийского флота, которые находились в 5 км друг от друга: крейсером «Африка» и транспортным кораблем «Европа». После, несколько лет проводились опыты по применению радиостанций на кораблях Балтийского и Черного флотов. Далее, была настроена радиосвязь между землей и гондолой воздушного шара в 1899 году.

### Первое практическое применение

Первое практическое применение радио было зафиксировано в 1900 году, это было необходимо для проведения спасательной операции броненосца «Генерал-адмирал Апраксин», который в 1899 году сел на камни у острова Гогланд. Тогда и было принято решение о первом практическом применении радио. Объем работы был большим, требовалось осуществить радиосвязь между местом аварии и нахо-

дящимся в 25-и милях от него островом Кутсало, который имел телефонную связь с Петербургом. Спасательная операция длилась три месяца, в течении которых была осуществлена надежная связь с Петербургом.

После проведения спасательной операции, военные поняли ценность радиосвязи и поэтому они планировали использовать радио в сухопутных войсках. В 1900 г. были разработаны первые в мире радиостанции, активно использовавшиеся летом этого же года в ходе больших маневров Петербургского военного округа.

По результатам этих маневров были сделаны следующие выводы: «Если в районе досягаемости станции работает другая пара станций, то одновременная работа невозможна, и встает вопрос о дальнейшей разработке электрического “камертона” (здесь говорится о станции с возможностью настройки, при которой можно принимать сигналы только нужной станции). Крайне желательно изобретение прибора, указывающего, откуда идет к станции волна. Для каждой станции необходима специальная повозка, позволяющая работать, не снимая станции с нее и поднимая мачту на самой повозке наподобие пожарной лестницы».

### **Использование радио в русско-японской войне**

Русско-японская война (1904–1905 годы) дала новый толчок к развитию радиосвязи. На момент наступления войны японцы смогли добиться превосходства над тихоокеанской эскадрой как в техническом плане, так и в плане управления войсками. Повсеместное использование радио позволяло лучше управлять войсками, а именно оперативно реагировать на изменение обстановки и добиваться существенного перевеса сил в ходе боевых действий. Послужить примером подобной ситуации может послужить Цусимское сражение, когда японский адмирал получил сообщение об обнаружении русского флота, с задержкой на два часа, применяя радиосвязь, смог успеть собрать несвязанные силы для нанесения урона русскому флоту единой атакой.

Надо сказать, что повсеместное использование радиосредств имело и отрицательное значение для японцев. В ходе обороны Порта-Артура применялись корабельные и береговые радиосредства для обнаружения противника, которые приближался к базе. Благодаря, перехваченным имелась возможность не только понять, что враг рядом, но и сделать выводы о количестве и составе войск и узнать их боевые задачи. Приняв этот факт, Командующий 1-й тихоокеанской эскадрой адмирал С. О. Макаров вводит радиомолчание.

Практический опыт за годы боевых действий давал возможность выделить недоработки в радиосвязи, управлении войсками. Были пересмотрены существовавшие уставы и инструкции.

### **Радио во времена Первой мировой войны**

Для дальнейшего развития радиосвязи требовалось добиться высокой стабильности передачи радиogramм, эта точка была достигнута к 1908-1909 годам. Разработки велись и в Российской империи и к, 1910 году уже была обширная сеть, которая охватывала область от Москвы до Владивостока, но намеченным планам не суждено было сбыться, так как началась Первая мировая война.

Война 1914 года показала на практике, что радиотехника Российской империи слаба по сравнению с другими странами, так как на тот момент не имелось ни лабораторной базы, ни национальной радиопромышленности, мало того, так еще и не было стремления к развитию, желая как и ранее, делать заказы иностранным компаниям.

В маневренный период войны были определены серьезные проблемы в области радиосвязи. Повышение ее применения не повысило эффективность в ходе сра-

жения, а даже ухудшило ее. Всему виной было несоблюдение правил скрытого управления войсками.

Практический опыт боевых действий давал понять, что радио на момент подготовки и момент ведение операций было важным и подчас единственным средством управлением. С учетом выявленных проблем и выявленных особенностей проведения боевых действий в позиционный период войны в 1915–1917 годах повышается количество и качество системы военной радиосвязи.

Во время войны было сделано важное открытие, первоначально незамеченное, а именно появление ламповых радиостанций. Ламповые радиостанции не уступали по дальности, но при этом имели меньшие габаритные размеры. Они начали применяться при появлении нового вида войск – танки.

### **Послевоенный период**

В послевоенный период активно использовалась радиосвязь связи с наступившей гражданской войной. 20 октября 1919 году был создан новый род войск Красной армии, а именно войска связи. После эта дата стала днем связиста.

После гражданской войны стало меняться вооружение, которое состояло из большей степени иностранного производства, начали поставляться средства связи отечественного производства. А после, была разработана первая ламповая военно-полевая радиостанция АЛМ с дальностью связи до 100 км.

В 20 годы появилась проблема наложения сигналов друг на друга из-за увеличения использования радиостанций в войсковых соединениях, что отрицательно влияло на качество связи, возникали помехи. Чтобы решить эту проблему, решили поделить диапазон частот на группы, распределенный между войсками и от их оперативного назначения. Упорядочение спектра частот упростило процесс организации радиосвязи, и была решена проблема возникающих помех из-за наложения сигналов.

В тридцатые годы начали выпускаться длинно-, средне- и коротковолновые радиостанции, которые могли передавать как радиограмм, так и голос. Характеристики создаваемых радиостанций определялись родом войск. Первоначально новые отечественные радиостанции уступали зарубежным, но после, ближе к 40-м годам на вооружении Красной Армии имелись радиостанции, которые не уступали, а даже превосходившие по своим характеристикам иностранные аналоги.

### **Великая Отечественная война**

Начало войны для органов управления Красной Армии выдалось тяжелым, так были разрушены многие магистрали и узлы связи. Радиосвязь являлась важнейшим средством оперативного управления войсками это связано с тем, что ближе к 1942 году после оккупации немцами значительной части территории, линии связи сократилось до 60 %, а количество телеграфов – на 40 %. Но стоит сказать, что в начале войны радиосвязь для управления войсками мало применялась, так как была неценна по достоинству штабами всех звеньев управления.

Во время войны исследовательские центры разрабатывали и улучшали стоящие на вооружении радиостанции. Высокую оценку получила специальная ультракоротковолновая радиостанция с частотной модуляцией, введенная в стрелковых и артиллерийских полках. Также были созданы кварцевые приставки к КВ радиостанциям для обеспечения помехоустойчивой буквопечатающей связи. Так же надо сказать, что разрабатывали не только радиостанции, но и устройства специального назначения, благодаря которому было возможно вести среди населения Германии контрпропаганду о неудачах Гитлеровских войск.

Совершенствование технической оснащенности и организационной структуры позволило выполнять сложные задачи по обеспечению непрерывности управления войсками. За время войны штат военных связистов увеличился в два раза. Они внесли весомый вклад в победу нашей страны. О том, насколько масштабно начала использоваться радиосвязь, говорят следующие факты: в Сталинградской битве использовалось более 9 тыс. радиостанций различного назначения, при прорыве блокады Ленинграда более 4 тыс., а при проведении Белорусской стратегической операции – несколько десятков тысяч. Число радиостанций в стрелковой дивизии за годы войны увеличилось с 22 до 130.

### **Радио во второй половине 20 века**

В ходе войны всеми подразделениями был получен практический опыт по организации связи в условиях постоянных боевых действий. Также были усовершенствованы техническое обеспечение подразделений и принципы их взаимодействия. В дальнейшем этот опыт стал фундаментом для возведения и совершенствования военной связи.

В первые послевоенные годы началась разработка и внедрение принципиально нового вида связи – радиорелейных линий, а также комплексов частотного уплотнения и каналообразования.

В начале 50-х годов произошел прорыв в области дальней связи – был открыт способ распространения радиосигнала с помощью тропосферного рассеяния. В СССР первая система связи, использующая этот принцип, появилась в 1963 году. Для обеспечения связи с отдаленными регионами страны была построена ТРРЛ «Север». Ее протяженность составляла 13 200 км.

Поскольку в это время шло активное освоение космического пространства, то стали появляться и разрабатываться идеи по размещению ретранслятора за пределами нашей планеты. Первые эксперименты относятся к 1964 году, когда совершались попытки поймать сигнал, отраженный от естественного и искусственных спутников Земли. После успешного окончания испытаний было подготовлено несколько проектов спутниковой связи «Молния-1». Запуск был произведен 23 апреля 1965 года. Спутник соединил радиомостом Москву и Владивосток.

За прошедшие полвека инженеры сильно продвинули те области, которые связаны с радиотехникой. Выросла оперативность связи и ее мобильность в различных звеньях управления. Разрабатывалось много нового оборудования. Сменилось несколько поколений техники. Дальнейшие радиосредства начали создавать с применением в них транзисторов, а после и интегральные схемы. Сигнал стал преимущественно цифровым. Появились оптоволоконные линии, увеличились объемы обрабатываемой и передаваемой информации. Для оперирования такими объемами понадобились автоматизированные системы.

Сейчас система военной связи представляет собой централизованную иерархическую систему с широким использованием средств автоматизации и современных технологий. Эта система успешно функционирует и уже успела показать себя в вооруженных конфликтах, доказывая свою эффективность и успешно справляясь с возложенными на нее задачами по обеспечению устойчивого управления Вооруженными Силами, войсками и оружием для эффективного противостояния внутренним и внешним врагам нашей страны.

### **Библиографический список**

1. Великая Отечественная война, 1941–1945. – М. : Советская энциклопедия, 1985.
2. На земле, в небесах и на море. – М. : Военное издательство, 1983.
3. Пересыпкин, И. Т. Связисты в годы Великой Отечественной / И. Т. Пересыпкин. – М. : Связь, 1972.

# ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ ПОМЕХ

*А. А. Богатырев, А. С. Ермолаев, Е. В. Саменков, В. Я. Баннов*

АО «Радиозавод»,  
andi.bog@mail.ru, г. Пенза, Россия  
ООО «Центр-Сервис Плюс»,  
ermolaevaleksey@mail.ru, г. Пенза, Россия

В условиях воздействия различного рода помех задача улучшения качества обнаружения сигналов является составной частью более общей проблемы повышения помехозащищенности радиоустройств. Решением данной проблемы является повышение скрытности и помехоустойчивости радиосистем. Методы повышения скрытности сводятся к выбору такого вида излучаемого сигнала, который будет сложно обнаружить и измерить его основные параметры. Такой сигнал является сложным. Чем сложнее закон модуляции (частотной или фазовой) сигнала, тем труднее создать эффективную помеху. В данном случае наилучшим был бы шумоподобный сигнал, параметры которого модулируются по случайному закону [4].

Для повышения скрытности можно использовать также частотный, временной и пространственный методы и, кроме того, контр радиопротиводействие. Частотный метод сводится к перестройке рабочих частот: частоты повторения импульсов, частоты сканирования антенны.

Повышение скрытности временным методом достигается с помощью уменьшения длительности излучаемого сигнала [4]. Данный метод особенно эффективен при совместной работе радиотехнических средств с нерадиотехническими, когда есть возможность выключить радиопередатчик.

Пространственная скрытность обеспечивается сужением дальности действия антенн, а также уменьшением радиуса действия приема и передачи информации. Последнее особенно эффективно, так как благодаря отсутствию излучения из зоны приема ее местоположение не может быть обнаружено радиоразведкой; антенна передатчика помех будет направлена на передающую позицию, а в приемник помеха практически не попадает. Повышение скрытности достигается и амплитудным методом т.е. снижением мощности излучаемого сигнала [4].

Контр-радиопротиводействие сводится к созданию маскирующих и дезинформирующих помех. Повышение помехоустойчивости обеспечивается методами предотвращения перегрузки приемника, селекции, компенсации, комплексирования [4]. Методы предотвращения перегрузки обеспечивают достаточно большой рабочий диапазон приемника. В наихудшем случае при воздействии мощной помехи приемник может перейти в режим насыщения и затем отсечки, при котором слабый сигнал теряется («отсекается»), после чего применение других методов повышения помехоустойчивости становится неэффективным. Что бы избежать перегрузки применяют схемы быстродействующих регулировок усиления, а также усилители с линейно-логарифмическими амплитудными характеристиками [4].

Методы селекции сводятся к выделению сигналов из помех путем использования возможных отличий их параметров, таких как несущая частота, ширина спектра, фазы, амплитуда, поляризация, и др. При этом различают частотную, фазовую, временную, амплитудную, поляризационную и пространственную селекции, а также их комбинации [1].



Рис. 1. Структурная схема быстродействующей регулировки усиления

При частотной селекции используют различия амплитудно-частотных спектров сигнала и помехи. Если помеха заградительная (спектр помехи существенно шире спектра сигнала), то полосу пропускания приемника необходимо максимально сужать, согласуя ее со спектром сигнала [1]. Если же спектр помехи уже спектра сигнала, то целесообразно удаление спектральных составляющих помехи с помощью настраиваемого реакторного фильтра, полоса которого определяется полосой частот помехи.

Эффективна можно назвать перестройка рабочей частоты так, чтобы помеха вообще не попадала в полосу приемника. Для повышения помехозащищенности применяется многочастотный режим работы радиоустройств, когда излучение и прием ведутся одновременно на нескольких частотах [2].

При фазовой селекции используют различия фазочастотных спектров сигнала и помехи. Этот вид селекции реализуют с помощью схем фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), которые позволяют сформировать опорное колебание, почти совпадающее по фазе с сигналом. В результате удается приблизить обработку сигнала к идеальной. При этом помеха, полностью исчезает.

При амплитудной селекции используются отличия сигналов и помех по их интенсивности. Эта селекция реализуется, с помощью различного рода ограничителей и логических схем. Например, помехи менее интенсивные, чем сигнал, устраняются с помощью ограничителя снизу. Если же помеховые импульсы по амплитуде больше сигнальных, а последние не превосходят «некоторый уровень»  $A_{\max}$ , то можно использовать схему изображенную на рис. 2. Ограничитель снизу пропускает только импульсы помехи, амплитуда которых превышает уровень ограничения  $U_{\text{огр}} = A_{\max}$ . Эти импульсы поступают на логическую схему запрета, в результате входное напряжение на выход схемы не передается. Через схему запрета проходят только те импульсы, амплитуда которых меньше  $U_{\text{огр}}$  [2].

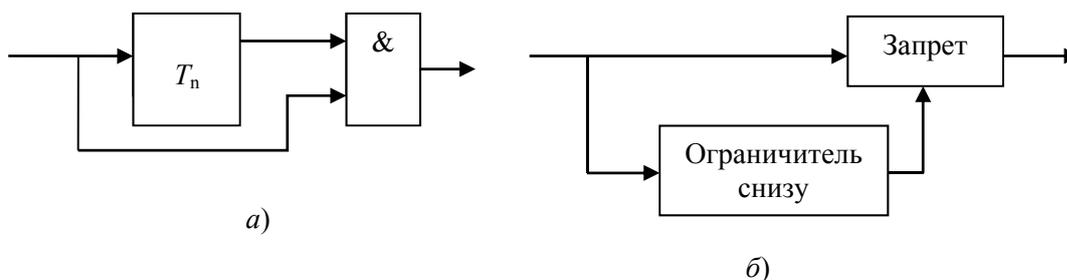


Рис. 2. Структурные схемы селекторов импульсов по периоду повторения (а) и по уровню (б)

При пространственной селекции, используют отличия в направлении перехода радиоволн от источников сигнала и помех. Сужение радиуса действия антенны повышает пространственную селекцию. Она применяется при защите от пространственно-разнесенных источников помех.

При поляризационной селекции используют отличия в поляризации принимаемых сигналов и помех. Любой приемный антенно-фидерный (приемно-передающий) тракт является поляризационным селектором, так как мощность колебаний на его выходе зависит от поляризации принимаемой электромагнитной волны [3].

Поляризационная селекция применяется для подавления как активных, так и пассивных помех, в частности отражений от гидрометеоров. В последнем случае механизм подавления следующий. Пусть антенна рассчитана на передачу и прием радиоволн круговой поляризации с одним и тем же направлением вращения вектора поля [5]. При сферической форме капель дождя отраженные от них волны также будут иметь круговую поляризацию, но с противоположным направлением вращения вектора поля. Поэтому такие радиоволны не будут приняты антенной. В то же время при отражении радиоволн от асимметричного объекта, например самолета, круговая поляризация меняется на эллиптическую (рис. 3). Эллиптически поляризованные радиоволны содержат составляющие с круговой поляризацией и с различными направлениями вращения вектора поля. Такие волны будут приняты антенной, хотя и с некоторым ослаблением. Поляризационная селекция позволяет уменьшить мощность отраженных от дождя сигналов примерно на 20... 25 дБ, при этом мощность сигнала, отраженного от самолета, ослабевает лишь на 6...8 дБ. В результате отношение «сигнал – помеха» возрастает на 12... 19 дБ [5].

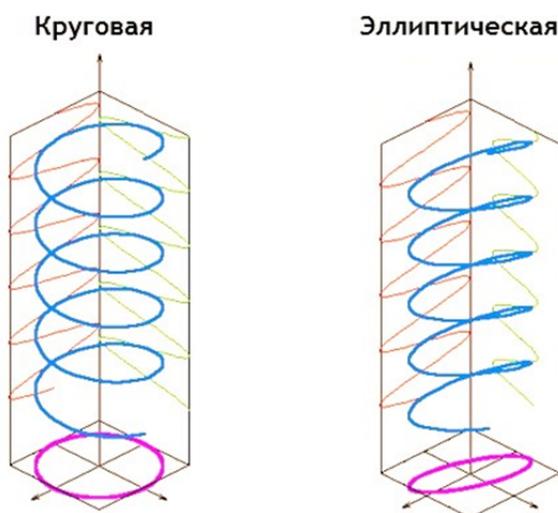


Рис. 3. Изображение круговой и эллиптической поляризации сигнала

При комбинированной селекции применяют различные сочетания методов селекции. Комбинированная селекция может быть пространственно-временной, амплитудно-частотной, частотно-временной, пространственно-поляризационно-временной и т.д. Примером устройства, реализующего амплитудно-частотную селекцию, является ШОУ – широкополосный усилитель – ограничитель – узкополосный фильтр, используется для подавления импульсных помех [3].

Методы компенсации помех реализуются с использованием вспомогательных приемных каналов, на вход которых поступают помеха и сигнал. В первом случае (рис. 4,а) система компенсации помех является двухканальной с отдельными входами, во втором случае (рис. 4,б) система компенсации имеет один вход. Двухканальная система компенсации (рис. 4,а) состоит из основного канала, в антенну

которого поступает смесь сигнала  $s(t)$  и помехи  $\eta(t)$ , и вспомогательного (компенсационного или опорного) сигнала, антенна которого воспринимает только помеху  $\eta_0(t)$ . Помехи опорного и основного каналов связаны функциональным преобразованием  $\eta_0(t) = \mathcal{L}[\eta(t)]$ .

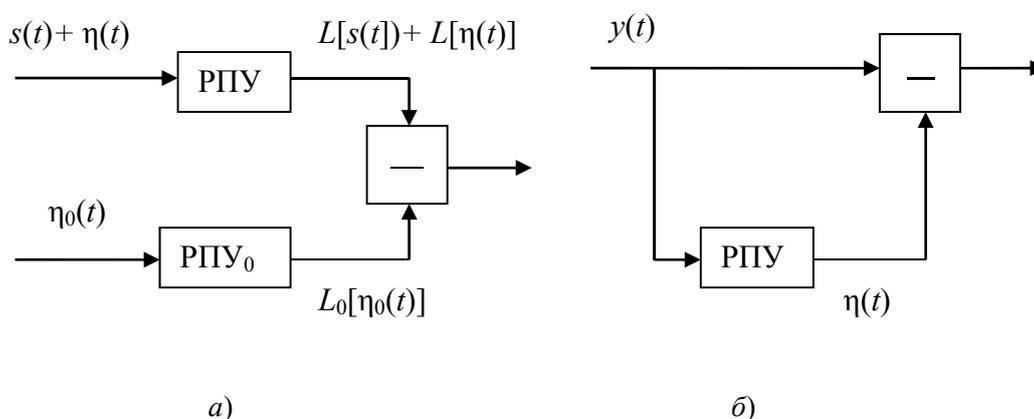


Рис. 4. Структурные схемы компенсаторов помех

На выходе РПУ, осуществляющего линейное преобразование  $L$  смеси сигнала и помехи, имеем  $L[s(t)] + L[\eta(t)]$ . Если в РПУ<sub>0</sub> удастся осуществить преобразование  $L_0$  помехи (с помощью регулировки амплитудно и фазочастотных характеристик канала) так, чтобы  $L_0[\eta_0(t)] = L_0 \{ \mathcal{L}[\eta(t)] \} = L[\eta(t)]$ , то после вычитания помеха будет полностью скомпенсирована [3]. Для создания основного и опорного каналов обычно используют пространственную селекцию сигнала и помехи. Однако при малом угловом расхождении между источниками сигнала и помехи такая селекция становится невозможной, при этом сигнал принимается не только основным, но и опорным каналом. В результате эффективность рассмотренного двухканального компенсатора резко снижается, так как в нем наряду с помехой компенсируется и полезный сигнал [3].

Тем не менее компенсация помех возможна и без привлечения пространственной селекции – с использованием схемы с одним входом, показанной на рис. 4, б. В этой схеме блок оценивания помехи (БОП) осуществляет оптимальное выделение помехи  $\eta(t)$  из наблюдаемого процесса, формируя на выходе оценку данной помехи  $\eta(t)$  [2].

$$y(t) = vs(t) + \eta(t) + \zeta(t),$$

где  $v$  – добавочный коэффициент равный 0,1;

$\zeta(t)$  – белый шум;

$s(t)$  – «чистый» сигнал;

$\eta(t)$  – помеха;

$y(t)$  – «грязный» сигнал.

В результате вычитания  $y(t) - \eta(t)$  помеха частично компенсируется. Рассмотренный компенсатор является составной частью оптимального обнаружителя сигнала на фоне помех с произвольным распределением вероятностей и белого шума [2].

Оптимальное правило формирования оценки  $\eta(t)$  вытекает из результатов синтеза этого обнаружителя. При построении БОП могут применяться и различные квазиоптимальные устройства выделения помехи. Если в схеме на рис. 4, б в качестве БОП использовать линию задержки на период повторения импульсов, то получим схему череспериодной компенсации (ЧПК), широко применяемую при селекции движущихся целей (СДЦ). Эта проблема возникает в связи с необходимостью

выделять сигналы движущихся целей, которые наблюдаются на фоне коррелированных пассивных помех, вызванных отражением зондирующих сигналов от земной поверхности и других неподвижных объектов [3].

На данных физических принципах и основаны методы защиты от помех. Но на данных методах прогресс не останавливается, с каждым годом изобретают все более умное и продвинутое радиоэлектронное оборудование, передачу и прием сигналов в котором не обходимо оградить от большинства помех.

#### **Библиографический список**

1. Сосулин, Ю. Г. Теоретические основы радиолокации и радионавигации / Ю. Г. Сосулин. – М. : Радио и связь, 2003. – С. 1–2.
2. Никольский, Б. А. Методы и средства радиоэлектронной защиты / Б. А. Никольский. – Самара : СГАУ, 2004. – Ч. 1.
3. Денисенко, В. А. Защита от помех датчиков и проводов / В. А. Денисенко, А. И. Халвяко // Современные технологии автоматизации. – М., 2017. – URL: <http://www.cta.ru> (дата обращения: 15.01.2018).
4. Куприянов, И. А. Радиоэлектронная борьба / И. А. Куприянов. – М. : Вузовская книга, 2013.
5. Мартюшин, А. В. Помехоустойчивость систем управления : курс лекций / А. В. Мартюшин. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2016.

## **УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СИСТЕМА НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ**

***С. В. Боряк, Н. В. Мясникова***

Пензенский государственный университет,  
BooSooV@gmail.com, г. Пенза, Россия

В данной статье описывается система ультразвукового позиционирования, данная система ориентирована на применение в мобильных роботах, она основана на времени пролета ультразвукового сигнала для оценки расстояния между узлом-приемником и узлом-передатчиком.

В последние годы использование информации о местоположении, и ее необходимости в разработке приложений для интеллектуальных систем привело к созданию многих локальных систем позиционирования (ЛСП) на основе различных технологий. Системы, основанные на радиочастотных сигналах, требуют меньше дополнительного оборудования, чем другие технологии, но имеют меньшую точность. Эта точность составляет десятки сантиметров для систем на основе измерений времени пролета сигнала [1], нескольких метров с использованием радиочастотной идентификация [2] или десятки метров для мобильных сетей [3]. Такая точность неприемлема для позиционирования внутри небольших помещений. Достижения в машинном зрении могут дать точность в несколько сантиметров за счет использования дорогостоящего оборудования с низкой частотой и высокой потребностью в вычислительных мощностях.

В отличие от этих технологий ультразвуковой сигнал имеет несколько преимуществ, таких как медленная скорость распространения, незначительное проникновение в стены и низкая стоимость преобразователей. Характеристики ультразвукового сигнала интересны для использования в системах внутреннего позиционирования. Точность, достигаемая ультразвуком, обычно составляет несколько санти-

метров. Время пролета сигнала при его распространении от передающего устройства к приемному устройству используется для расчета расстояния между ними с учетом скорости распространения звука.

Данная система состоит из набора беспроводных узлов, оборудованных радио модулем для связи и модулем для передачи или приема ультразвука. Доступ к ультразвуковому каналу управляется посредством применения алгоритма синхронизации на основе схемы мультиплексирования с временным разделением. [4] Ультразвуковой сигнал передается с использованием несущей частоты 40 кГц, а измерение времени пролета ультразвукового сигнала оценивается в главном модуле. Расстояние рассчитывается из времени пролета ультразвукового сигнала с учетом скорости звука. Хорошая точность оценки времени пролета ультразвукового сигнала достигается с помощью интерполяции. Данная технология позволит точно распознавать положение устройств в закрытых помещениях.

Для реализации функции навигации мобильного робота минимально необходимо реализовать схему представленную на рис. 1.

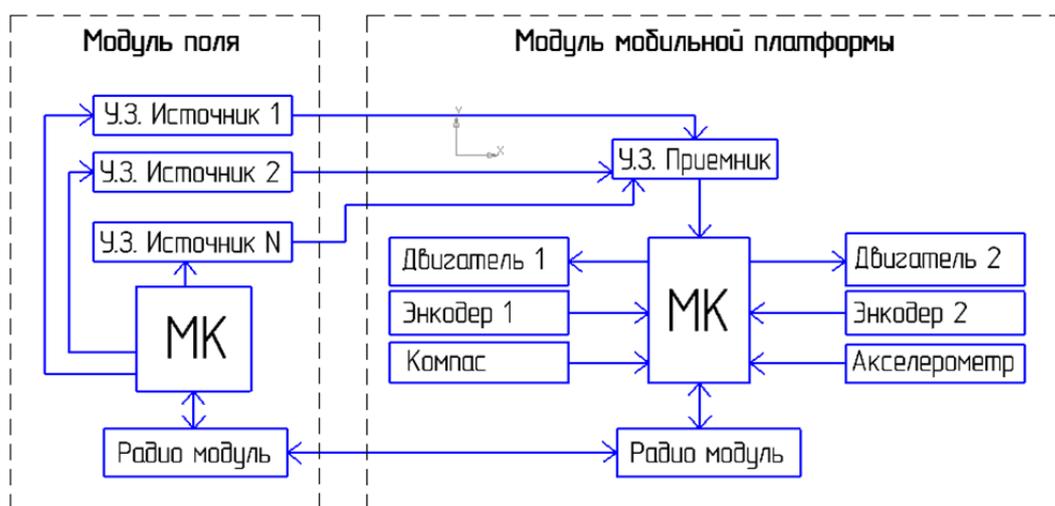


Рис. 1. Структурная схема системы позиционирования

Общие тригонометрические построения приведены на рис. 2.

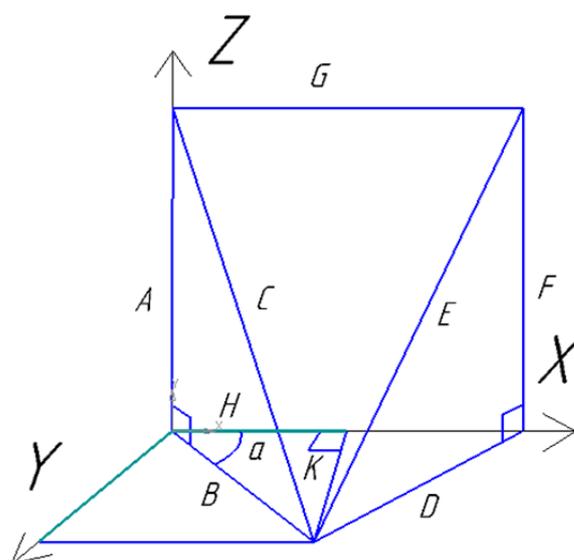


Рис. 2. Общие тригонометрические построения

Исходя из данных построений и используя формулы тригонометрии, рассчитывается положение мобильного робота на плоскости.

В результате проведенных исследований были получены следующие результаты:

- Разработана программа расчета положения объекта на осях координат;
- Собран экспериментальный образец ультразвуковой системы;
- Проведены испытания;
- Достигнута точность в  $\pm 3$  см;

Данные результаты экспериментально подтверждают реализуемость данного метода определения положения мобильных роботов и возможность даже грубыми методами достигать приемлемой точности.

### **Библиографический список**

1. Sahinoglu, Z. Ultra-Wideband Positioning Systems: Theoretical Limits, Ranging Algorithms, and Protocols / Z. Sahinoglu, S. Gezici, I. Guvenc. – New York : Cambridge University Press, 2008.

2. Jekabsons, G. An analysis of WiFi based indoor positioning accuracy / G. Jekabsons, V. Kairish, V. Zuravlovs // Sci. J. Riga Tech. Univ. (RTU). – 2011. – № 47. – P. 131–137.

3. Kai, C. Cellular Network Location Estimation via RSS-Based Data Clean Enhanced Scheme / C. Kai, N. Pissinou, K. Makki // In Proceedings of 2011 IEEE Symposium on the Computers and Communications (ISCC), Miami, FL, USA. – 2011. – 28 July. – P. 924–930.

4. Зенов, А. Ю. Применение нейросетевых алгоритмов в системах охраны периметра / А. Ю. Зенов, Н. В. Мясникова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2012. – № 3 (23). – С. 15–24.

## **ЦИФРОВОЙ АВТОМАТ РЕГУЛИРОВАНИЯ УСКОРЕНИЯ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА С АВТОНОМНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ**

***Ю. А. Вареник, Е. В. Еремкина***

Пензенский государственный университет,  
katya.eriomkina@yandex.ru, г. Пенза, Россия

Системы автоматического управления все больше внедряются в повседневную жизнь общества. Это способствует уменьшению участия человека в технологическом процессе, что приводит к повышению стабильности системы и в итоге улучшает конечный результат. Как один из примеров автоматизации можно рассмотреть блок автоматического управления скорости подвижного объекта.

Для автоматического управления подвижным объектом необходимо разработать функциональные узлы, которые выполняют определенные задачи в автономном режиме. Эта система автоматического управления должна обеспечивать движение объекта по необходимой траектории с заданной скоростью, при этом траектория должна определяться начальной точкой относительно выбранной системы координат и конечным положением объекта [1]. Подобная система управления позволит оперативно решать задачи по определению текущего курса движения, изменения угловой скорости и обеспечения подходящего курса движения объекта.

Возможное воздействие на движитель объекта зависит от времени действия управляющего сигнала. Например, в работах [2, 3] рассмотрен принцип построения

формирователя тестового сигнала для измерения электрических параметров микроэлектронных структур. Во многих сервоприводах используются сигналы со следующими параметрами: частота импульсов 60 Гц, длительности импульса лежит в диапазоне от 0 до 2 мс, где 1,5 мс эквивалентно среднему положению сервопривода, 1 мс – нижняя граница длительности импульса, 2 мс – верхняя. Таким образом, коэффициенты периодического управляющего сигнала могут быть определены из выражения (1):

$$D_{\text{шим}} = \kappa \cdot \Delta a + b \quad (1)$$

где  $\kappa$  – поправочный коэффициент  $\kappa = -0,5096$ ;  $\Delta a$  – разность мгновенного ускорения и опорного, которое было задано изначально;  $b$  – смещение.

Блок, выполняющий функцию формирования управляющего сигнала по выражению (1), представлен на рис. 1.

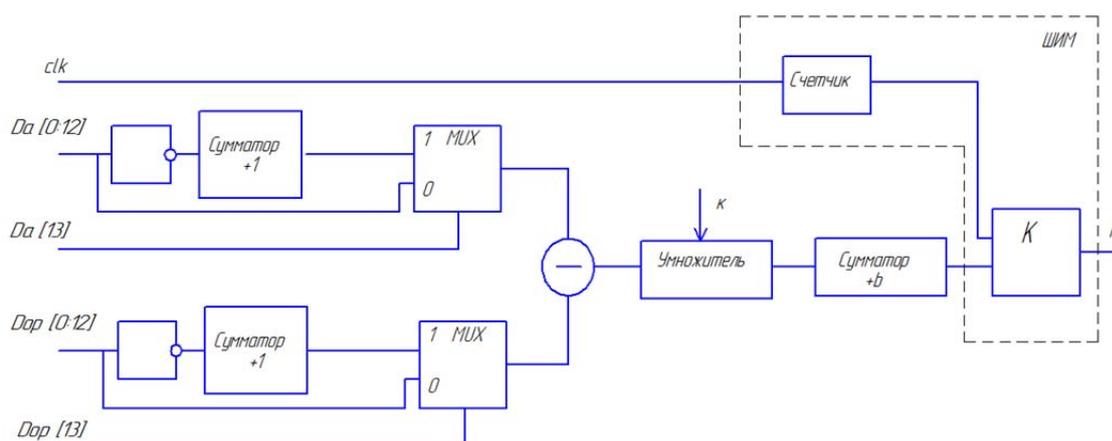


Рис. 1. Структурная схема формирования управляющего сигнала

На вход блока подается два 14 разрядных кода  $Da$  и  $Dop$ , которые содержат 13 разрядов информационной составляющей числа, а 14 разряд определяет знак этого числа. Код  $Da$  эквивалентен мгновенному ускорению подвижного объекта в определенном промежутке времени. Код  $Dop$  определяется опорным значением ускорения, которое необходимо поддерживать системе.

Для определения  $\Delta a$  из уравнения (1) необходимо определить знаковые составляющие кодов  $Da$  и  $Dop$ . На схеме, представленной на рисунке 1, видно, что при поступлении логической 1 на  $MUX$  исходный код преобразовывается, согласно правилу перевода отрицательных двоичных чисел: чтобы представить отрицательное число в дополнительном коде, надо представить его в прямом коде с нулевыми знаковыми разрядами, после этого нужно инвертировать все разряды кода и прибавить единицу младшего разряда [4]. При поступлении логического 0 код остается неизменным.

На вход вычитателя поступают преобразованные коды, с помощью которых находится разность  $\Delta a = a_0 - a_x$ . В умножитель приходят значения разности  $\Delta a$  и коэффициента  $\kappa$ . В сумматоре находится числовое значение управляющего сигнала  $D_{\text{шим}}$ , который поступает в компаратор. Также на вход компаратора поступает выход счетчика тактовых импульсов.

С помощью счетчика определяется время действия управляющего сигнала или, по-другому, высокого уровня выходного сигнала  $F$ . В начале отсчета формируется высокий уровень сигнала, а при достижении счетчиком значения  $D_{\text{шим}}$  сигнал  $F$  сбрасывается в ноль и остается равным нулю до тех пор пока счетчик не досчитает до конца периода действия сигнала.

Таким образом, согласно структурной схеме, представленной на рис. 1, блок управления ускорением подвижного объекта по опорному значению ускорения, поступающего от центральной системы управления, может быть реализован на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).

#### **Библиографический список**

1. Гайдук, А. Р. Синтез систем автономного управления нелинейным многомерным объектом на основе УФЖ / А. Р. Гайдук, К. В. Колоколов, А. Р. Нейдорф, Е. А. Плаксиенко // Известия Южного федерального университета. Технические науки. – 2014. – № (163). – С. 50–60.
2. Вареник, Ю. А. Формирователь тестового сигнала для измерения электрических параметров микроэлектронных структур / Ю. А. Вареник, И. А. Мочалова, Е. А. Печерская // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2014. – Т. 1. – С. 387–388.
3. Печерская, Е. А. Математические модели предметной области при исследовании параметров материалов нано- и микроэлектроники / Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф. / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – 2011. – С. 436–438.
4. Губа, А. Ускорение в инновациях: новые акселерометры компании Freescale / А. Губа // Электронные компоненты. – 2011. – № 4. – С. 64–67.

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВИХРЕТОКОВОГО ДАТЧИКА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ**

*Г. С. Глухов, А. С. Федотова*

АО ПО «Электроприбор»,  
genok\_cskamoscow@mail.ru, г. Пенза, Россия

Современную технику невозможно представить без различных измерительных преобразователей (ИП). Они преобразуют измеряемую величину в сигнал удобный для обработки. ИП разделяются на первичные (датчики), на которые непосредственно действует измеряемая величина и промежуточные (вторичные и т.д.), которые выполняют разнообразные операции с сигналами. Вид и функции промежуточного преобразователя зависят первичного преобразователя. Основными задачами промежуточных преобразователей является усиление измерительного сигнала от датчиков, его фильтрацию и обработку.

Большинство датчиков размещаются непосредственно в контролируемом объекте, где рабочая температура может изменяться от минус 196 °С до + 200 °С. ВИП не может сохранять свою работоспособность в этих условиях. Использование соединительного кабеля позволяет размещать ВИП на удалении от датчика в местах, где воздействия внешних дестабилизирующих факторов не так значительны.

На рис. 1 представлена 3D-модель вторичного измерительного преобразователя для вихретокового датчика перемещения, которая состоит из основания, панели, прокладок, крышки, стоек, втулок – амортизаторов и печатной платы.

Вторичный измерительный преобразователь для вихретокового датчика перемещений выполняет следующие функции: питание обмоток вихретокового датчика перемещений, усиление выходного сигнала с датчика, его выпрямление, обработку и усиление до необходимого уровня.

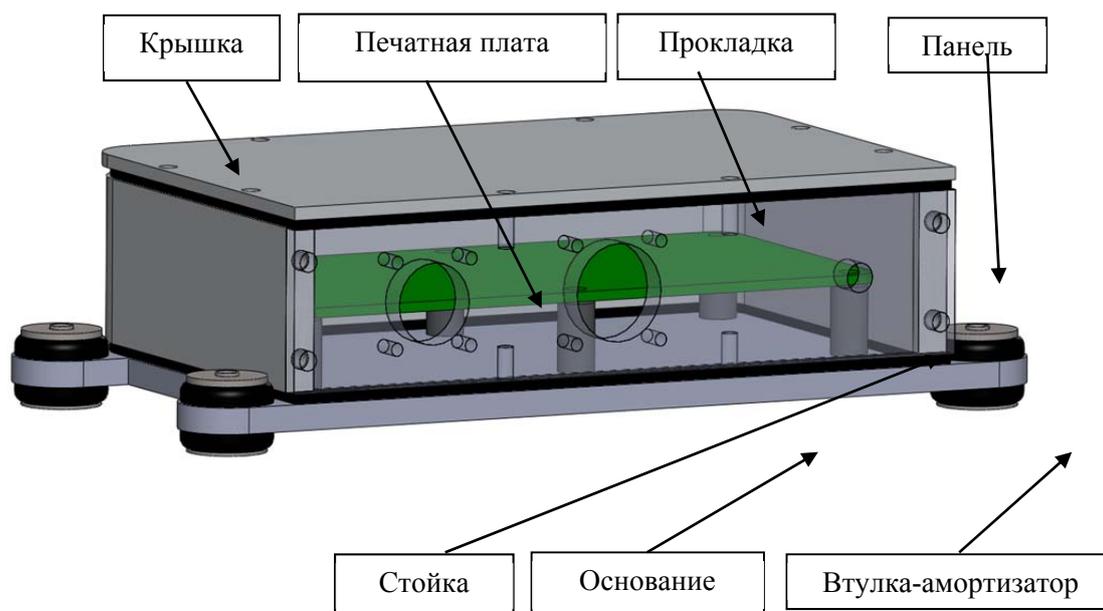


Рис. 1. Конструктивная 3D-модель вторичного измерительного преобразователя

Питание обмоток вихретокового датчика осуществляется от вторичной обмотки трансформатора, к первичной обмотке которого подключен генератор стабильного напряжения переменного тока высокой частоты. Напряжение с выхода измерительной катушки вихретокового датчика поступает на входной операционный усилитель, усиливается, и подается на вход прецизионного выпрямителя. Выпрямленное напряжение, обратное пропорциональное перемещению, поступает на аналоговый вход микроконтроллера. На другие аналоговые входы микроконтроллера поступают напряжения, пропорциональные температурам измерительной и компенсационной обмоток вихретокового датчика. В микроконтроллере происходит обработка всех сигналов по заданному алгоритму. Полученный результат, пропорциональный перемещению, с учетом компенсации температурной погрешности, усиливается выходным усилителем до требуемого диапазона значений.

Прочность и надежность является одной из актуальных проблем при проектировании измерительной аппаратуры, применяемой в специальной технике, так как она эксплуатируется в жестких условиях, таких как ударные и вибрационные нагрузки, широкий диапазон изменения температуры и т.д. Повышение прочности и надежности, улучшение эксплуатационных характеристик датчиков на стадиях проектирования стало возможно за счет использования систем автоматизированного проектирования.

Модуль Simulation, программного обеспечения SolidWorks, соответствует всем требованиям современных САПР. Эта система позволяет провести митационное моделирование воздействия дестабилизирующих факторов, таких как вибрационные нагрузки, удары однократного и многократного действия, пониженная температура и т.д.

Для проведения моделирования была создана 3D-модель вторичного измерительного преобразователя для вихретокового датчика линейных перемещений.

На рис. 2 представлена эпюра распределения напряжения при воздействии на ВИП синусоидальной вибрации с ускорением  $400 \text{ м/с}^2$  (40g), диапазоном частот от 20 до 2000 Гц и длительностью воздействия 350 с.

Эпюра максимальных напряжений, возникающих при воздействии механического удара однократного действия с пиковым ударным ускорением  $1500 \text{ м/с}^2$  (150g) и длительностью воздействия 3 мс, представлена на рис. 3.

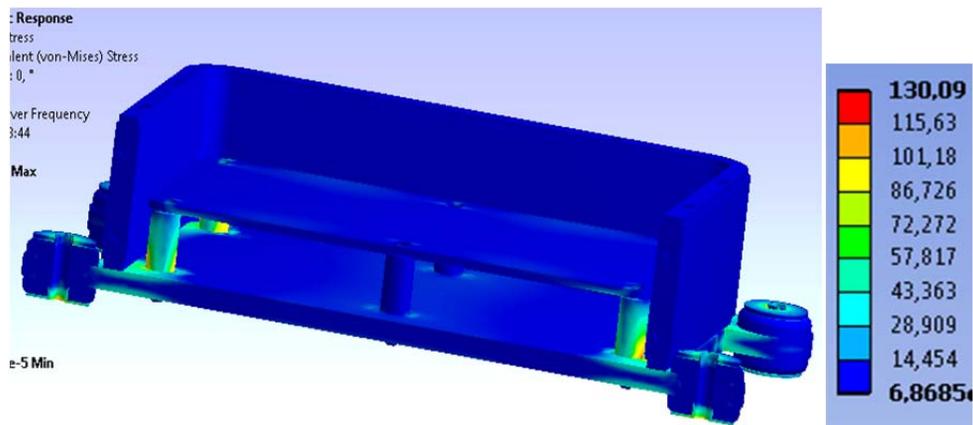


Рис. 2. Эпюра распределения напряжения при воздействии на ВИП синусоидальной вибрации с ускорением  $400 \text{ м/с}^2$  (40g), диапазоном частот от 20 до 2000 Гц и длительностью воздействия 350 с



Рис. 3. Эпюра максимальных напряжений, возникающих при воздействии механического удара однократного действия с пиковым ударным ускорением  $1500 \text{ м/с}^2$  (150g) и длительностью воздействия 3 мс

На рис. 4 представлены результаты моделирования воздействия ВИП механических ударов многократного действия с пиковым ударным ускорением  $50 \text{ м/с}^2$  (5g), числом ударов – 8 и длительностью воздействия 8 мс.

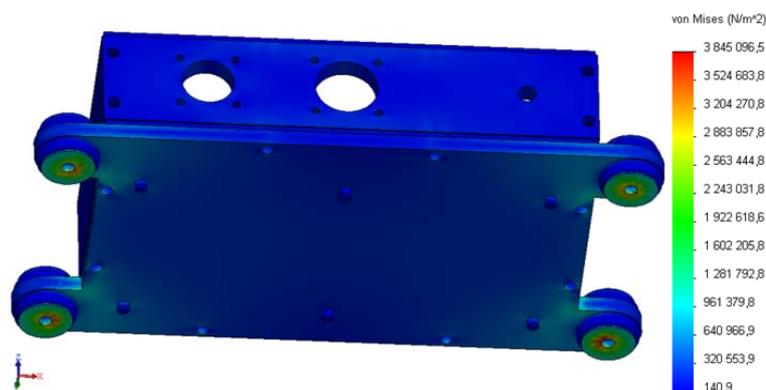


Рис. 4. Эпюра максимальных напряжений при воздействии механических ударов многократного действия с пиковым ударным ускорением  $50 \text{ м/с}^2$  (5g), числом ударов – 8 и длительностью воздействия 8 мс

Критерием оценки влияния воздействующих на ВИП факторов является условие прочности (1):

$$k = [\sigma] / \sigma_{\max} \geq 1,5, \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент запаса прочности;  $\sigma_{\max}$  – значение максимального напряжения, возникающее при воздействии, МПа;  $[\sigma]$  – предел текучести материала, МПа.

Из рис. 2 видно, что на вторичном измерительном преобразователе максимальное напряжение, возникающее при воздействии синусоидальной вибрации с ускорением  $400 \text{ м/с}^2$  ( $40g$ ), диапазоном частот от 20 до 2000 Гц и длительность воздействия 350 с, составляет 130 МПа, и возникает на втулках ВИП, выполненных из материала 12Х18Н10Т. Предел текучести материала 12Х18Н10Т составляет 300 МПа. Следовательно, коэффициент запаса прочности равен:

$$k = [\sigma] / \sigma_{\max} = 300/130 = 2,3 \geq 1,5, \quad (2)$$

что удовлетворяет требованиям надежной работы ВИП.

Из рис. 3 видно, что на ВИП максимальное напряжение, возникающее при воздействии механического удара однократного действия с пиковым ударным ускорением  $1500 \text{ м/с}^2$  ( $150g$ ) и длительностью воздействия 3 мс, составляет 180 МПа, и возникает на втулках ВИП, выполненных из материала 12Х18Н10Т. Предел текучести материала 12Х18Н10Т составляет 300 МПа. Следовательно, коэффициент запаса прочности равен:

$$k = [\sigma] / \sigma_{\max} = 300/180 = 1,66 \geq 1,5, \quad (3)$$

что также удовлетворяет требованиям надежной работы ВИП.

Из рис. 4 следует, что на ВИП максимальное напряжение, возникающее при воздействии механических ударов многократного действия с пиковым ударным ускорением  $50 \text{ м/с}^2$  ( $5g$ ), числом ударов – 8 и длительностью воздействия 8 мс, незначительно и составляет 3,80 МПа, и возникает на втулках ВИП, выполненных из материала 12Х18Н10Т. Предел текучести материала 12Х18Н10Т составляет 300 МПа. Следовательно, коэффициент запаса прочности равен:

$$k = [\sigma] / \sigma_{\max} = 300/3,8 = 78,9 \geq 1,5, \quad (4)$$

что также удовлетворяет требованиям надежной работы ВИП.

Все полученные значения коэффициентов запаса прочности, рассчитанные при имитации воздействия вибрационных и ударных нагрузок, удовлетворяют условию прочности (1), а это значит что ВИП удовлетворяет требованиям надежной работы.

По результатам проделанной работы можно сделать вывод, что вторичный измерительный преобразователь для вихретокового датчика перемещений работоспособен при воздействии синусоидальных вибраций и механических ударах.

### Библиографический список

1. Фрайден, Дж. Современные датчики. Справочник / Дж. Фрайден ; пер. с англ. Ю. А. Заболотной ; под ред. Е. Л. Свинцова. – М. : Техносфера, 2005. – 588 с.
2. Тихоненков, В. А. Теория, расчет и основы проектирования датчиков механических величин : учеб. пособие / В. А. Тихоненков, А. И. Тихонов. – Ульяновск : Изд-во УлГТУ, 2000. – 452 с.
3. Трофимов, А. Н. Взаимоиндуктивные датчики перемещений : монография / А. Н. Трофимов, А. А. Трофимов. – Пенза, 2009. – 260 с.
4. Solid Works компьютерное моделирование в современной технике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов, А. И. Харитонович, Н. Б. Пономарев. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.
5. Мусаев, Р. Ш. Повышение прочностных и эксплуатационных характеристик системы телеметрии посредством проведения имитационного моделирования механического удара / Р. Ш. Мусаев, М. А. Фролов, А. С. Баранов // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2014. – № 1 (7). – С. 88–92.

# ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕТОКОВОГО ДАТЧИКА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

*Г. С. Глухов, А. С. Федотова, Д. В. Попченков*

АО ПО «Электроприбор»,  
genok\_cskamoscow@mail.ru, г. Пенза, Россия

Пензенский государственный университет, г. Пенза, Россия

Развитие образцов современной техники зависит от технического уровня датчиков. В настоящее время при создании сложных технических комплексов используются датчики перемещений. Технические показатели управленческих систем, которые датчики обеспечивают информацией, во многом зависят от точности и быстродействия датчиков. В настоящее время известны различные типы датчиков перемещения. Они разнообразны по решаемым ими функциональным задачам и также по различным структурным и физическим принципам их построения [1, 2].

Практический опыт использования датчиков перемещения ставит перед конструкторами-разработчиками требования, которым датчики должны удовлетворять. Самые важные из них это надежность, простота конструкции, малые габариты, точность, быстродействие, защищенность от помех и воздействия внешних дестабилизирующих факторов.

Жесткие требования к датчикам перемещения объясняются необходимостью повышения их точности и одновременного уменьшения габаритных размеров, что обусловлено широким использованием датчиков перемещения на подвижных объектах, где уменьшение габаритов и массы контролирующего оборудования позволит увеличить общий КПД объекта и объем формируемой информации.

Большое влияние на тип построения и технические характеристики датчика оказывает выбор физического принципа считывания информации. Наиболее широко известны электромеханические (контактные), электростатические (емкостные), фотоэлектрические, электромагнитные и т.д. [3, 4].

В настоящее время существует большое количество электромагнитных датчиков перемещения, которые отличаются друг от друга, как по структуре построения, так и по методу обработки сигналов с чувствительного элемента. Электромагнитный метод измерения основан на создании датчиками электромагнитного поля, в зоне которого размещается контролируемый объект, вызывающий изменение электромагнитного поля датчика.

В вихретоковом методе контроля анализируется взаимодействие двух электромагнитных полей: электромагнитное поле вихретокового датчика и поле вихревых токов, которые наводятся в объекте контроля. Этот метод использует эффект воздействия вихревых токов, которые возбуждаются в контролируемом электропроводящем образце, на электрические параметры вихретокового датчика. Вихретоковый метод применим только для контроля перемещения объектов из электропроводящих материалов. Вихревые токи возбуждаются в объекте преобразователем в виде катушки индуктивности, питание которой осуществляется переменным или импульсным током.

Распределение и интенсивность вихревых токов в контролируемом объекте зависят от многих параметров, таких как геометрические размеры, электрические и магнитные свойства материала, взаимное расположение преобразователя и объекта.

Основным достоинством вихретокового метода контроля является его универсальность и широкие функциональные возможности, которые до настоящего времени еще не до конца использованы.

Контроль вихревым методом выполняется без непосредственного контакта датчика с объектом. Это позволяет вести контроль при взаимном перемещении датчика и контролируемого объекта с большой скоростью (до 60 м/с) и облегчает тем самым автоматизацию контроля.

Еще одно из преимуществ метода состоит в том, что на выходной сигнал датчика практически не влияют давление, влажность, загрязненность газовой среды, радиоактивные излучения и загрязнение поверхности контролируемого объекта непроводящими веществами, возможность работы в широком диапазоне температур, начиная от криогенных и до 200 °С, где верхний предел ограничен только рабочим диапазоном температур материалов конструкции датчика, а использование соединительного кабеля позволяет разместить вторичный измерительный преобразователь датчика в условиях, обеспечивающих его работоспособность.

Предложенный вихретоковый датчик перемещения состоит из двух катушек: измерительной и компенсационной, которые одинаковы по размерам и количеству витков. Диапазон работы вихретоковых датчиков от 50 кГц до 10 МГц.

В предложенном вихретоковом датчике перемещения используется дифференциальный метод, при котором входная измеряемая величина, в данном случае перемещение объекта контроля, воздействует только на одну, измерительную катушку. На вторую, компенсационную катушку, воздействуют, только дестабилизирующие факторы и, прежде всего, температура. Точность компенсации влияния дестабилизирующих факторов, например температуры, на результат измерения определяется строго идентичной зависимостью параметров катушек во всем рабочем диапазоне температур [5].

На рис. 1 представлена конструктивная схема вихретокового датчика перемещения, который состоит из керамического корпуса 2, соединенного с титановым корпусом 3 высокотемпературной пайкой, который используется для установки датчика на изделии. Внутри корпуса 2 на определенных расстояниях размещены идентичные по размерам и намоточным характеристикам измерительная 5 и компенсационная 6 катушки индуктивности. Внутри корпуса 2 размещены экранирующая пластина 1 и контактная колодка 7. Экранирующая пластина 1 выполнена из материала, идентичного по электрофизическим свойствам материалу объекта контроля, толщиной не менее глубины проникновения электромагнитного поля частотой 1 МГц для данного материала. Она предназначена для получения комплексного сопротивления компенсационной катушки 6, равного комплексному сопротивлению измерительной катушки 5 при номинальном измеряемом перемещении  $h$ , что позволяет проводить компенсацию температурной погрешности измерения во всем диапазоне изменения температур.

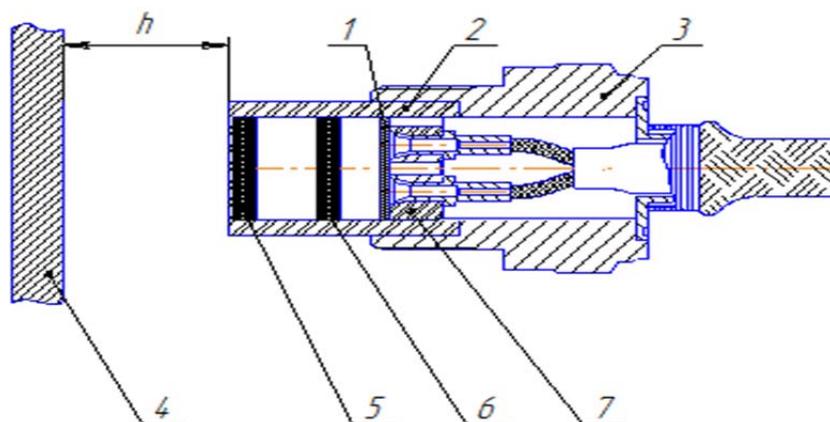


Рис. 1. Конструктивная схема вихретокового датчика перемещения

Входным параметром вихретокового датчика является величина зазора между торцом корпуса и электропроводящим объектом. Измеряемый зазор может составлять несколько миллиметров и зависит от диаметра измерительной катушки. Выходной сигнал, пропорциональный измеряемому перемещению, может быть представлен в виде напряжения, тока или в цифровом формате (зависит от типа системы контроля).

Для подтверждения работоспособности вихретокового датчика перемещений в условиях воздействия внешних факторов спроектирована 3D-модель в системе автоматического проектирования Solid Works и проведено имитационное моделирование воздействия внешних факторов, таких как синусоидальная вибрация, механические удары однократного действия, многократного действия, давление и пониженная температура.

В результате имитационного моделирования воздействия на датчик синусоидальной вибрации с ускорением  $3000 \text{ м/с}^2$ , диапазоном частот от 20 до 4000 Гц и длительностью воздействия 350 с, получена эпюра максимальных напряжений, представленная на рис. 2.

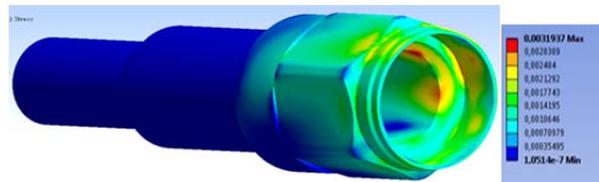


Рис. 2. Эпюра распределения напряжений по всей поверхности датчика

В результате имитационного моделирования воздействия механического удара однократного действия с пиковым ударным ускорением  $1500 \text{ м/с}^2$  и длительностью воздействия 3 мс, на датчик получена эпюра максимальных напряжений, представленная на рис. 3.

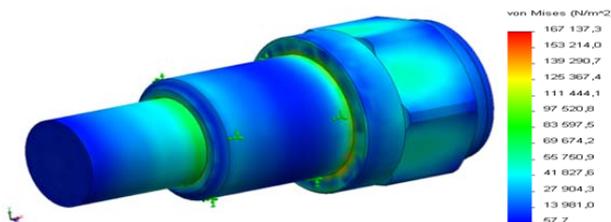


Рис. 3. Эпюра максимальных напряжений при воздействии механического удара однократного действия с пиковым ударным ускорением  $1500 \text{ м/с}^2$

На рисунке 4 представлен результат моделирования воздействия на датчик механических ударов многократного действия с пиковым ударным ускорением  $50 \text{ м/с}^2$ , числом ударов – 8 и длительностью воздействия 8 мс.

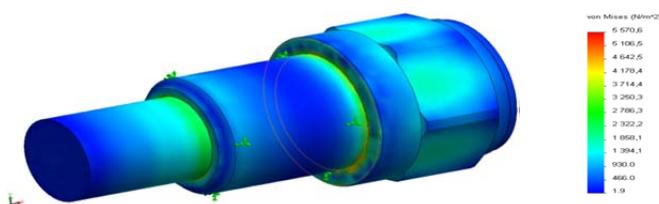


Рис. 4. Эпюра максимальных напряжений при воздействии механических ударов многократного действия с пиковым ударным ускорением  $50 \text{ м/с}^2$

В результате имитационного моделирования воздействия давления  $100 \text{ кгс/см}^2$  и температур минус  $178 \text{ }^\circ\text{C}$ , минус  $196 \text{ }^\circ\text{C}$  получены и представлены на рис. 5, а, б) эпюры распределения напряжений по датчику.

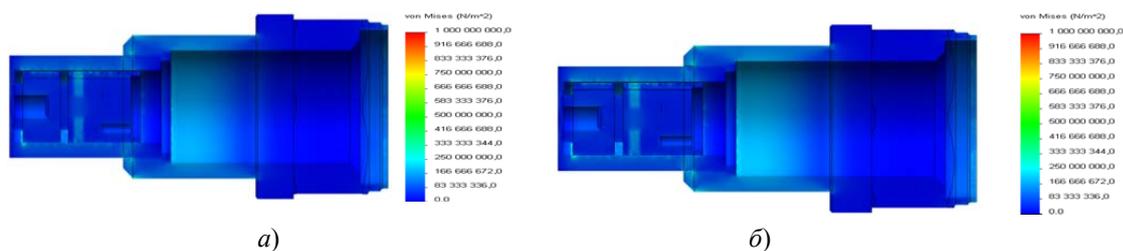


Рис. 5. Эпюры распределения напряжений при воздействии

После проведения имитационного моделирования вихретокового датчика перемещения получены следующие результаты:

- при воздействии синусоидальной вибрации с ускорением  $3000 \text{ м/с}^2$ , диапазоном частот от 20 до 4000 Гц и длительностью воздействия 350 с значение максимального напряжения для датчика составило 1,1 МПа;

- при воздействии механического удара однократного действия с пиковым ударным ускорением  $1500 \text{ м/с}^2$  и длительностью воздействия 3 мс и механических ударов многократного действия с пиковым ударным ускорением  $50 \text{ м/с}^2$ , числом ударов – 8 и длительностью воздействия 8 мс значение максимального напряжения, возникающего на датчике, незначительно и составляет 0,49 МПа;

- при воздействии давления  $100 \text{ кгс/см}^2$  и температуры минус  $178 \text{ }^\circ\text{C}$  значение максимального напряжения для датчика составило 78,35 МПа;

- при воздействии давления  $100 \text{ кгс/см}^2$  и температуры минус  $196 \text{ }^\circ\text{C}$  значение максимального напряжения для датчика составило 84,81 МПа.

Результаты проведения имитационного моделирования показывают, что датчик обладает высокой надежностью и прочностью.

По результатам проведенной работы можно сделать вывод, что разработанный вихретоковый датчик перемещений работоспособен при воздействии внешних дестабилизирующих факторов.

### Библиографический список

1. Печерская, Е. А. Систематизация показателей качества высокотемпературных тонкопленочных тензорезисторов / Е. А. Печерская, Д. В. Попченков, В. А. Соловьев // Инновационные информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 302–305.
2. Печерская, Е. А. Математические модели предметной области при исследовании параметров материалов нано- и микроэлектроники / Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф. – 2011. – С. 436–438.
3. Фрайден, Дж. Современные датчики. Справочник / Дж. Фрайден ; пер. с англ. Ю. А. Заболотной под ред. Е. Л. Свинцова. – М. : Техносфера, 2005. – 588 с.
4. Тихоненков, В. А. Теория, расчет и основы проектирования датчиков механических величин : учеб. пособие / В. А. Тихоненков, А. И. Тихонов. – Ульяновск : Изд-во УлГТУ, 2000. – 452 с.
5. Дмитриенко, А. Г. Вихретоковые чувствительные элементы для бесконтактных датчиков перемещений / А. Г. Дмитриенко, Д. И. Нефедьев, А. А. Трофимов // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2012. – № 1. – С. 4–9.

# МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРОЦЕССЕ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

*П. Е. Голубков, А. В. Мартынов, Е. А. Печерская*

Пензенский государственный университет,  
golpravpnz@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В настоящее время для улучшения надежности и качества изделий из легких металлов и сплавов (алюминия, титана и др.), повышения их стойкости к износу и коррозии, а также для придания им декоративных свойств используют метод микродугового оксидирования (МДО). Этим способом можно получить на поверхности деталей защитные покрытия, состоящие из кристаллических оксидов, которые отличаются высокой микротвердостью и жаростойкостью по сравнению с аморфными пленками, получаемыми обычным анодированием [1].

Качество МДО-покрытий зависит от многих факторов (плотности тока, напряжения на образце, соотношение анодного и катодного токов, времени обработки, температуры, мутности и «выработки» электролита и др.), влияние которых необходимо учитывать для эффективного проведения технологического процесса, что достаточно сложно. Чтобы решить эту проблему, в работах [2, 3] было предложено создать измерительную систему, позволяющую измерять параметры технологического процесса, свойства покрытия и параметры электролита при помощи датчиков, подключенных к гальванической ячейке. В работах [4 - 6] приведен функциональный и метрологический анализ канала измерения температуры с использованием резистивного первичного преобразователя. В данной статье рассмотрены методы измерения температуры электролита, которые целесообразно использовать при проектировании измерительной системы в зависимости от требуемых технических и метрологических характеристик.

## *1. Термометры сопротивления.*

Работа термометров сопротивления основана на изменении сопротивления резистора от температуры, которая характеризуется температурным коэффициентом сопротивления (ТКС):

$$TKC = \alpha_R = \frac{1}{R} \frac{dR}{dT}, \quad (1)$$

где  $R$  – сопротивление резистора,  $T$  – температура.

В этом случае датчиками температуры могут служить обычные резисторы (метод 1) и терморезисторы (метод 2). Для практического определения ТКС по методу 1 можно использовать упрощенную формулу:

$$TKC = \frac{1}{R} \frac{R_2 - R_1}{T_2 - T_1}, \quad (2)$$

где  $R_1, R_2, T_1, T_2$  – начальные и конечные значения сопротивления терморезистора и температуры соответственно. Видно, что изменение сопротивления от температуры в таких датчиках имеет линейный характер.

При измерении температуры по методу 2 в качестве датчиков температуры используются полупроводниковые терморезисторы (или термисторы), имеющие большой ТКС (для термисторов он может достигать  $0,05-0,1 \text{ K}^{-1}$ , что в десятки раз больше ТКС для металлов) [7, 8]. Однако данный вид датчиков имеет существенный недостаток – нелинейную зависимость сопротивления от температуры:

$$R = R_0 \exp\left(C\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right), \quad (3)$$

где  $C$  – константа, определяемая экспериментально,  $T$  и  $T_0$  – конечная и начальная температуры,  $R$  и  $R_0$  – сопротивления термистора при соответствующих температурах.

Как правило, выходной сигнал с резистивных датчиков температуры имеет малую величину, что обуславливает необходимость применения специальной измерительной схемы, предназначенной для усиления и последующей обработки сигнала.

Преимуществами резистивных датчиков температуры являются простота устройства, разнообразие форм и миниатюрность, способность работать при значительных механических нагрузках, стабильность показаний во времени. Недостатком, кроме описанных выше, является необходимость предварительной градуировки.

## 2. Диодные измерители температуры.

Существует два метода определения температуры с помощью обычного полупроводникового диода:

Первый метод заключается в следующем. Зависимость тока от напряжения полупроводникового диода имеет вид

$$I = I_{нас} \left( \exp\left(\frac{eV}{kT}\right) - 1 \right), \quad (4)$$

где  $e$  – заряд электрона,  $V$  – приложенное напряжение,  $k$  – постоянная Больцмана,  $T$  – температура,  $I_{нас}$  – ток насыщения при больших обратных напряжениях, обусловленный неосновными носителями заряда:

$$I_{нас} = I_0 \exp\left(-\frac{E_g}{kT}\right). \quad (5)$$

Здесь  $E_g$  – ширина запрещенной зоны, множитель  $I_0$  определяется параметрами полупроводника. Из соотношений (4) и (5) получим:

$$I - I_{нас} = I_0 \exp\left(-\frac{E_g}{kT} + \frac{eV}{kT}\right). \quad (6)$$

Поскольку обычно прямой ток  $I \gg I_{нас}$ ,  $I_{нас}$  можно пренебречь. Тогда  $\ln I$  будет линейно зависеть от напряжения  $V$ :

$$\ln I = \ln I_0 - \frac{E_g}{kT} + \frac{e}{kT} V. \quad (7)$$

Тогда угол наклона  $M$  графика ВАХ можно определить следующим образом:

$$M = \frac{\partial \ln I}{\partial V} = \frac{e}{kT}, \quad (8)$$

откуда температура  $T$  равна

$$T = \frac{e}{kM}. \quad (9)$$

Это один из немногих методов, позволяющий определить температуру без предварительной градуировки термометра. Однако из-за большой трудоемкости он применяется редко.

Второй метод основан на температурной зависимости прямого напряжения диода. Из формулы (7) следует, что при  $I = const$  напряжение на диоде  $V$  будет линейно зависеть от температуры:

$$V = \frac{kT}{e} \ln \frac{I}{I_0} + \frac{E_g}{e} = AT + B, \quad (10)$$

где  $A$  и  $B$  – константы, определяемые экспериментально (так как неизвестны значения  $E_g$  и  $I_0$ ). Константа  $A$  отрицательна, поскольку сопротивление полупроводника (а также падение напряжения на нем) уменьшается с ростом температуры. По константе  $B$  можно, при необходимости, найти также ширину запрещенной зоны  $E_g$  полупроводника [9].

К преимуществам данного метода относится простота, линейность характеристики преобразования, а к недостаткам – необходимость предварительной градуировки.

Таким образом, из всех предложенных измерителей температуры в процессе МДО целесообразно использовать диодный (по методу 2) и резистивный (по методу 1), поскольку они характеризуются простой конструкцией, линейной характеристикой преобразования, низкой стоимостью и удобством обработки измерительной информации.

#### Заключение

В данной статье была обоснована необходимость разработки средств измерения температуры в процессе микродугового оксидирования и проанализированы существующие методы измерения температуры. Также были выявлены преимущества и недостатки описанных методов. Было отмечено, что наиболее подходящими для процесса МДО являются резистивный и диодный измерители температуры ввиду их малых габаритов, простоте конструкции и линейности характеристик преобразования, что значительно облегчает последующую обработку сигнала и устранение погрешностей измерений.

#### Библиографический список

1. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборудование) / И. В. Суминов, А. В. Эпельфельд, В. Б. Людин, Б. Л. Крит, А. М. Борисов. – М. : Экомет, 2005. – 368 с.
2. Golubkov, P. E. Automation of the micro-arc oxidation process / P. E. Golubkov, E. A. Pecherskaya, O. V. Karpanin // IOP Journal of Physics: Conf. Series. – 2017. – Vol. 917. – DOI 10.1088/1742-6596/917/9/092021.
3. Автоматизированная исследовательская технологическая установка микродугового оксидирования / П. Е. Голубков, Е. А. Печерская, О. В. Карпанин, Ю. В. Шепелева, Т. О. Зинченко, Д. В. Артамонов // Наноструктурированные оксидные пленки и покрытия : сб. ст. по материалам IV Междунар. молодежной науч. школы-семинара. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2017. – С. 103–114.
4. Печерская, Е. А. Методы и средства исследования активных диэлектриков для nanoиндустрии: системный подход : монография / Е. А. Печерская. – Пенза, 2008.
5. Печерская, Е. А. Методы исследования температурных зависимостей диэлектрических параметров сегнетоэлектриков / Е. А. Печерская, В. А. Соловьев, А. М. Метальников, А. В. Бобошко // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2012. – № 2 (94). – С. 77–81.
6. Ryabov, D. V. Automated method of measuring the temperature dependences of the dielectric parameters of ferroelectrics with second kind phase transition / D. V. Ryabov, E. A. Pecherskaya, J. V. Shepeleva, R. M. Pecherskaya // Journal of Physics: Conference Series. – 2014. – Т. 541, № 1.
7. Печерская, Е. А. Математические модели предметной области при исследовании параметров материалов нано- и микроэлектроники / Е. А. Печерская // Университетское об-

разование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 50-летию полета первого космонавта Ю. А. Гагарина / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – Пенза, 2011. – С. 436–438.

8. Печерская, Е. А. Применение методологии функционального и метрологического анализа к качеству исследования материалов микро- и нанoeлектроники / Е. А. Печерская // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2007. – Т. 7, № 2. – С. 94–98.

9. Булкин, П. С. Измерение температуры полупроводниковыми термометрами : лаб. практикум по молекулярной физике / П. С. Булкин, О. Н. Васильева, С. А. Киров, Т. И. Малова. – М. : Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2013. – С. 1–17.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ УЗЕЛ ВИДЕОПРОЦЕССОРА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ КОНТРАСТНОСТИ НА ОСНОВЕ ПРОТЯЖЕННОСТИ ГИСТОГРАММЫ**

***И. А. Гордеев, Ю. А. Вареник, А. В. Шмельков***

Пензенский государственный университет,  
ii.l.y.a@yandex.ru, г. Пенза, Россия

Коррекция видеоизображения в настоящее время проводится для устранения различных аберраций, а также для улучшений качества видеоизображения. В современных системах получения видеоизображений практически отсутствуют существенные яркостные и пространственные помехи, но получаемые видеоизображения могут иметь плохую видимость отдельных областей видеоизображения.

Для повышения контрастности существуют различные методы, которые можно поделить на глобальные и локальные методы. К глобальным методам относятся методы, которые изменяют яркость всего изображения, а к локальным – изменение яркости зависит от области, окружающей пиксель. Таким образом, к глобальным методам изменения контрастности можно отнести гамма-коррекцию, соляризацию изображения, к локальным – адаптивное изменение яркости пиксели на основе различных характеристик, таких как протяженность гистограммы, энтропия или среднеквадратичное отклонение яркости пикселя.

Смоделированные глобальные методы показали, что метод гамма-коррекции понижает яркость изображения, вследствие чего области с высокой яркостью становятся видимыми по сравнению с остальной областью, согласно следующему выражению:

$$I' = I_{\max} \cdot k^n, \quad (1.1)$$

где  $I_{\max}$  – максимальное значение яркости в кадре;  $I'$  – измененная яркость пикселя;  $k$  – коэффициент контрастности,  $n$  – степень нелинейности.

Метод соляризации повышает яркость изображения, вследствие чего области с низкой яркостью становятся более различимыми:

$$I' = 4 \cdot \frac{I}{I_{\max}} (I_{\max} - I), \quad (1.2)$$

где  $I_{\max}$  – максимальное значение яркости в кадре;  $I'$  – измененная яркость пикселя;  $I$  – яркость пикселя.

Использование одновременно методов гамма-коррекции и соляризации привело к повышению четкости отдельных фрагментов изображения.

Моделирование адаптивных методов показало, что использование каждого из них в отдельности приводит к улучшению видимости изображения. Метод на основе протяженности гистограммы (1.3) и метод на основе СКО яркости (1.4) показали схожие результаты.

$$H_z = \frac{L_{max} - L_{min}}{H_{max}}, \quad (1.3)$$

где  $H_z$  – функция протяженности гистограммы;  $L_{max}$  – максимальные значения яркостей элементов в окрестности;  $L_{min}$  – минимальные значения яркостей элементов в окрестности;  $H_{max}$  – максимальное значение гистограммы уровней яркости элементов окрестности.

$$\sigma_z = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1, N} (z_i - z_c)^2}, \quad (1.4)$$

где  $z_i$  – яркость пикселя;  $z_c$  – среднее значение яркости пикселей в окрестности;  $N$  – количество пикселей;  $\sigma_z$  – СКО пикселей в окрестности.

Изображение после обработки методом энтропии (1.5), имеет области, в которых не произошло никаких изменений.

$$\varepsilon_z = - \frac{\sum_{i=1, N} \frac{H(L_i)}{N} \log_2 \frac{H(L_i)}{N}}{\log_2 N}, \quad (1.5)$$

где  $\varepsilon_z$  – энтропия пикселей в окрестности;  $H(L)$  – значение гистограммы для элемента с значением яркости  $L$ ,  $N$  – количество пикселей.

Исходя из полученных результатов, разработана функциональная схема (рис. 1) для реализации адаптивного метода изменения контрастности на основе протяженности гистограммы, так как данный метод повышает контрастность изображения с выделением объектов и по сравнению с методом на основе СКО яркости имеет более простой алгоритм реализации. Предложенная схема может входить в состав интеллектуальных систем, например, описанных в работах [3, 4].

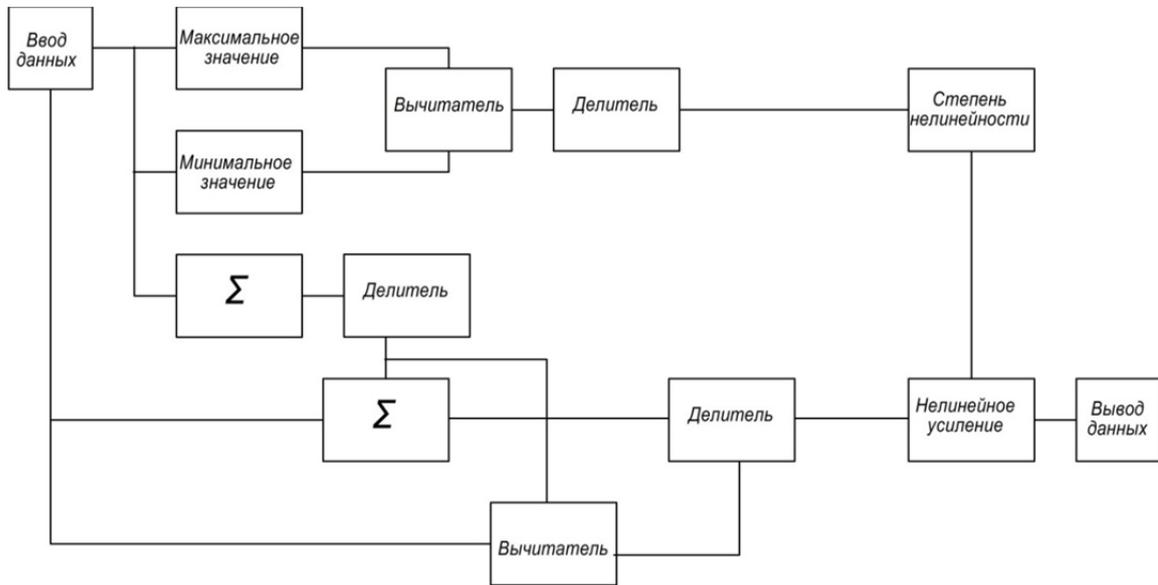


Рис. 1. Функциональная схема

Данная схема обрабатывает блок размерами  $N \times N$ , в блоке рассчитываются минимальное и максимальное значение яркости, необходимое для расчета протяженности гистограммы. Рассчитывается значение средней яркости, которое будет изменено, исходя из расчета яркостей блока, если значение яркости пикселя меньше

среднего значения яркости блока, значение яркости пикселя будет уменьшена и наоборот, если выше – увеличена. Размер блока может быть от 3x3, если необходимо иметь высокую скорость и недостаточно памяти для расчета, до 25x25, если необходимо повысить точность изменения контрастности, оптимальный размер блока 15x15.

Согласно функциональной схеме (рис. 1) реализован модуль видеопроцессора на основе ПЛИС.

### Библиографический список

1. Михайлов, Б. Б. Техническое зрение мобильных роботов / Б. Б. Михайлов // Механика и управление и информатика. – 2011. – № 6. – С. 191–201.
2. Журавель, И. М. Краткий курс обработки изображений / И. М. Журавель. – URL: <http://matlab.exponenta.ru/imageprocess/book2/index.php>
3. Вареник, Ю. А. Аппаратно-программный комплекс для исследований емкостным методом резонансных характеристик микроэлектромеханических структур / Ю. А. Вареник, И. А. Мочалова, Е. А. Печерская, Р. М. Печерская // Университетское образование : сб. XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова. – Пенза, 2014. – С. 546–548.
4. Печерская, Е. А. Математические модели предметной области при исследовании параметров материалов нано- и микроэлектроники / Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф. / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – Пенза, 2011. – С. 436–438.

## ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ СДВИГОВОГО ТЕНЗОЭФФЕКТА

*Д. Д. Гуськова, В. С. Волков*

Пензенский государственный университет,  
kdiana122@gmail.com, г. Пенза, Россия

Преобразователи на сдвиговом тензорезистивном эффекте имеют ряд преимуществ по сравнению с преобразователями на основе полупроводниковых тензорезисторов, включенных по схеме полного моста Уистона. Основными преимуществами являются простота топологии (вместо четырех тензорезисторов, используется один с квазихолловской геометрией); нечувствительность характеристик преобразователя к сопротивлению токовых контактов; малая величина начального разбаланса выходного сигнала; меньшая погрешность нелинейности [1].

Выходной сигнал тензопреобразователя на сдвиговом эффекте зависит от геометрии области растекания тока, разности потенциалов между токовыми электродами и величины недиагональной компоненты тензора, зависящей от кристаллографической ориентации и местоположения растекания тока.

Максимальный выходной сигнал тензопреобразователя на сдвиговом эффекте [1]:

$$U_s = U \cdot \pi_{44} \cdot \frac{1-\nu}{2} \cdot T_1 \cdot \Phi,$$

где  $\pi_{44}$  – сдвиговый тензорезистивный коэффициент;  $T_1$  – тангенциальная компонента механического напряжения;  $\Phi$  – коэффициент, учитывающий соотношение сто-

рон в сдвиговом тензоэлементе для квадратной мембраны;  $U$  – напряжение питания;  $\nu$  – коэффициент Пуассона для кремния.

Для квадратной мембраны значение коэффициента  $\Phi$  равняется 0,6 [1]. Напряжение питания примем равным 1 В, коэффициент Пуассона равен 0,359.

Для определения тангенциальной компоненты напряжения примем максимальное измеряемое давление  $p = 10^5$  Па, значение половины стороны мембраны  $a = 2$  мм, толщина мембраны  $h = 25$  мкм. Значение  $T_1$  будет определяться выражением [1]:

$$T_1 = 1,31942 \cdot \frac{pa^2}{h^2}.$$

На рис. 1 представлены полученные значения выходных напряжений.

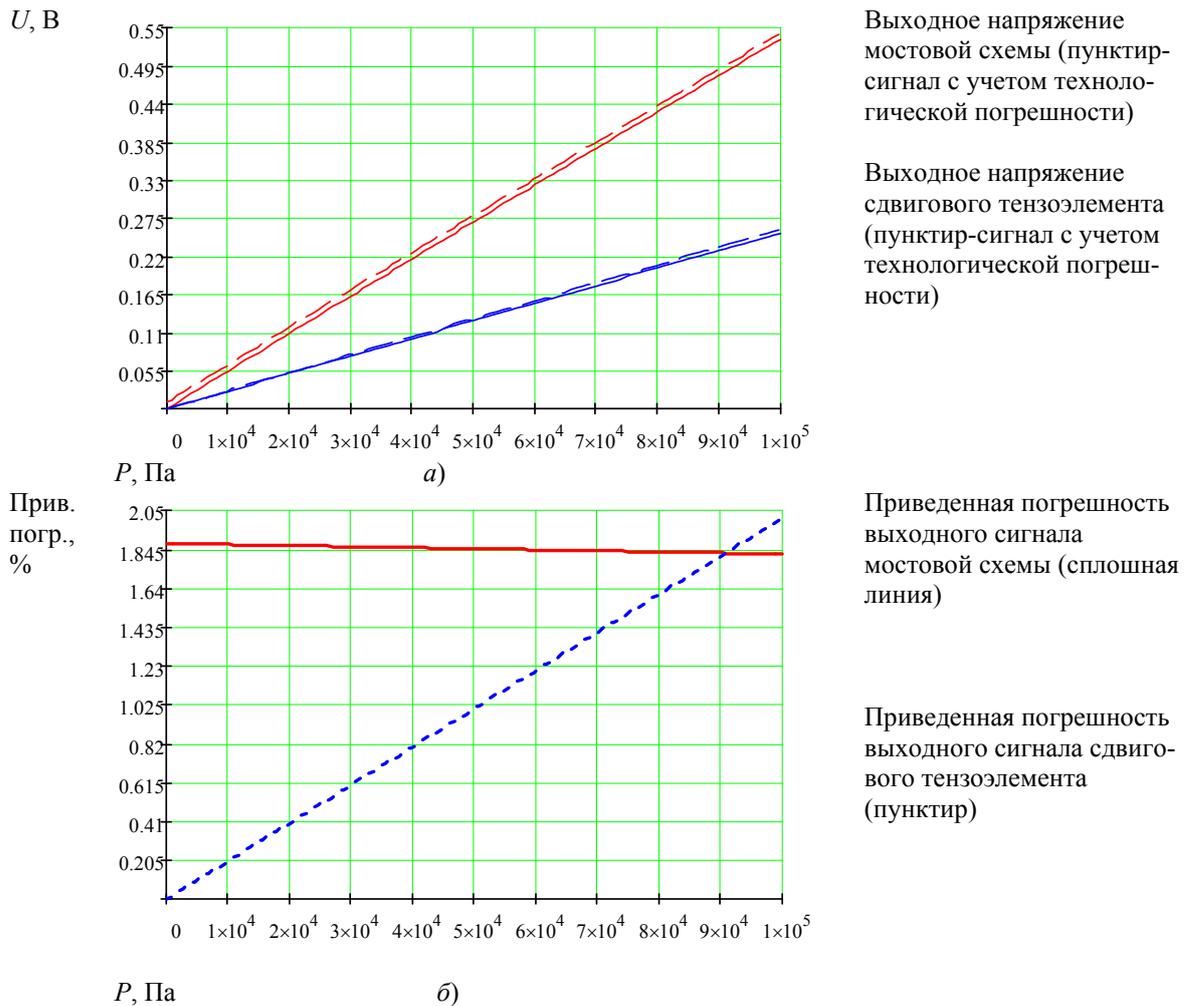


Рис. 1. Сравнение результатов моделирования мостовой схемы с полупроводниковыми тензорезисторами и сдвигового тензоэлемента

Выходной сигнал мостовой схемы был рассчитан в соответствии с [2, 3], номинал тензорезисторов  $R_0$  принят 1000 Ом.

Из анализа рисю 1,а) видно, что выходной сигнал сдвигового тензоэлемента вдвое ниже, чем выходной сигнал мостовой схемы, что соответствует известным данным [1].

На рис. 1,б) представлены результаты моделирования выходного сигнала с учетом первичной погрешности 1 %. Для мостовой схемы и сдвигового тензоэлемента знаки погрешности номиналов тензорезисторов, коэффициента тензочувстви-

тельности и ориентации элемента относительно кристаллографических осей выбраны так, чтобы смоделировать наихудший случай.

Результаты моделирования показывают, что приведенная погрешность тензопреобразователя на сдвиговом эффекте имеет чисто мультипликативный характер и линейно зависит от измеряемого давления, при этом ее значение сравнимо со значением погрешности мостовой схемы при максимальном давлении. Отсутствием погрешности нуля упрощает настройку схем обработки выходного сигнала. Выходное напряжение сдвигового тензоэлемента вдвое ниже, чем у мостовой схемы, при этом его значение является приемлимым для последующего усиления и обработки

#### **Библиографический список**

1. Гридчин, В. А. Физика микросистем : учеб. пособие : в 2 ч. / В. А. Гридчин, В. П. Драгунов. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2004. – 416 с.
2. Волков, В. С. Исследование влияния концентрации легирующей примеси на температурную зависимость тензочувствительности полупроводниковых тензорезисторов / В. С. Волков, Е. А. Рыблова // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2017. – № 2 (20). – С. 40–47.
3. Кукольникова, Д. Д. Моделирование чувствительного элемента полупроводникового датчика давления в виде прямоугольной мембраны / Д. Д. Кукольникова, В. С. Волков // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV Ежег. межвуз. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 294–297.

## **RASPBERRY PI И ARDUINO КАК ИНСТРУМЕНТЫ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

***А. С. Ермолаев, А. А. Богатырев, В. Я. Баннов,  
А. К. Гришко, И. И. Кочегаров***

Пензенский государственный университет,  
kipra@mail.ru, г. Пенза, Россия

Конец XX века ознаменовался компьютерной революцией. В XXI веке, веке информационных технологий, компьютеры и микропроцессорная техника прочно закрепились в нашей жизни. Без них на сегодняшний день не обходится ни один человек. Практически в каждом устройстве, которое мы используем каждый день, применен микропроцессор или микроконтроллер.

С каждым днем повышается востребованность в квалифицированных специалистах, знающих устройство, принцип работы микропроцессорной техники. Поэтому все большую часть образовательного процесса должно занимать освоение микропроцессорной техники и ее программирования [1, 2].

Специально для упрощения и удешевления процесса обучения программированию и схемотехническому проектированию, были придуманы платформы Raspberry Pi и Arduino.

Arduino родился как инструмент для быстрого прототипирования, ориентированный на студентов, не имеющих опыта в области электроники и программирования. Это электронная платформа с открытым исходным кодом, основанная на простом в использовании аппаратном и программном обеспечении [2].

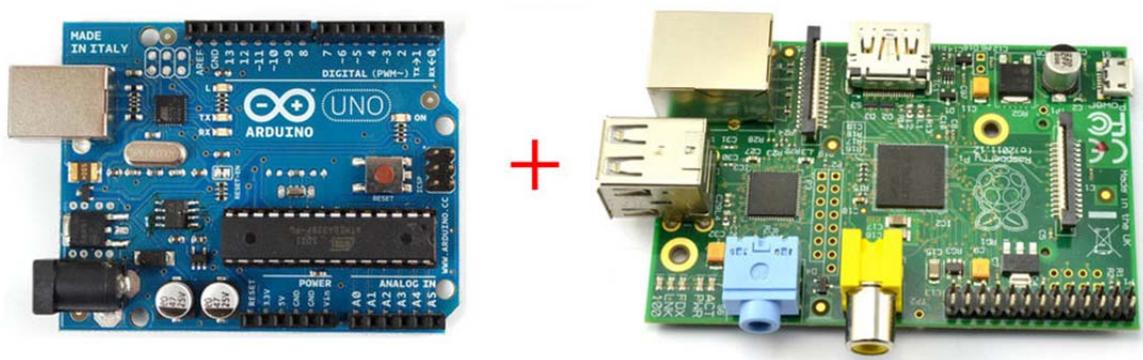


Рис. 1. Arduino и Raspberry Pi

Arduino и Arduino-совместимые платы спроектированы таким образом, чтобы их можно было при необходимости расширять, добавляя в устройство новые компоненты. Эти платы расширения подключаются к Arduino посредством установленных на них штыревых разъемов. Существует ряд плат с унифицированным конструктивом, допускающим конструктивно жесткое соединение процессорной платы и плат расширения в стопку через штыревые линейки [4].

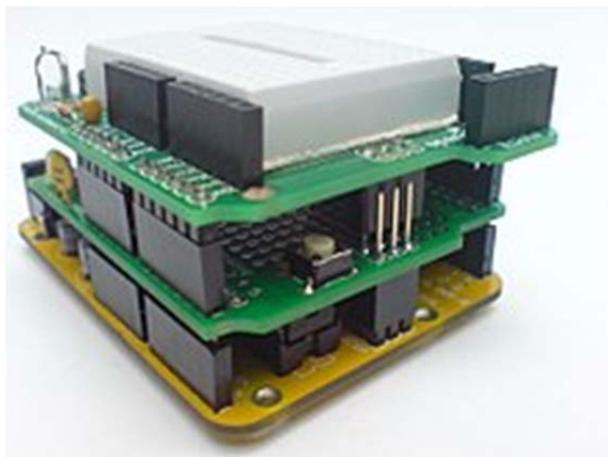


Рис. 2. Соединение плат расширения Arduino

В устройствах Arduino в основном применяются AVR-микроконтроллеры фирмы Atmel, такие как ATmega328, ATmega2560 с частотой тактирования 16 или 8 МГц. Микроконтроллеры для Arduino отличаются наличием предварительно прошитого в них загрузчика. С его помощью пользователь загружает в контроллер свою программу, не используя аппаратные программаторы. Загрузчик соединяется с компьютером через USB или с помощью переходника USB-UART [2].

Огромное множество плат расширения для Arduino позволяет применять ее практически для любых задач [4].

Для программирования плат Arduino была разработана собственная программная оболочка ArduinoIDE. В ней имеется все необходимое – текстовый редактор, препроцессор, компилятор и инструменты для загрузки программы в микроконтроллер [6].

В качестве языка программирования используется стандартный C++ с некоторыми особенностями, облегчающими начинающим написание программ [2].



частотой 1,2 ГГц, 1 Гб ОЗУ, 4 порта USB, порт Ethernet. На плате так же имеются модули WiFi и Bluetooth [3].

Вывод видеосигнала осуществляется через цифровой HDMI-интерфейс. На первых моделях платы присутствовал композитный разъем RCA. Вывод аудиосигнала осуществляется через разъем 3,5 mm [3].

На плате расположен разъем под MicroSD карты (на ранних версиях SD-MMC), на которой хранятся корневая файловая система, образ ядра и пользовательские файлы. Это позволяет менять операционные системы просто сменив MicroSD-карту [3].

Основной особенностью «малины» («Raspberry» – в переводе с английского) является наличие портов GPIO – General Purpose Input/Output, порты ввода/вывода общего назначения. Эти порты являются физическим интерфейсом между микрокомпьютером и внешним миром. Они используются для управления какими-либо внешними устройствами, приема информации от них [5].

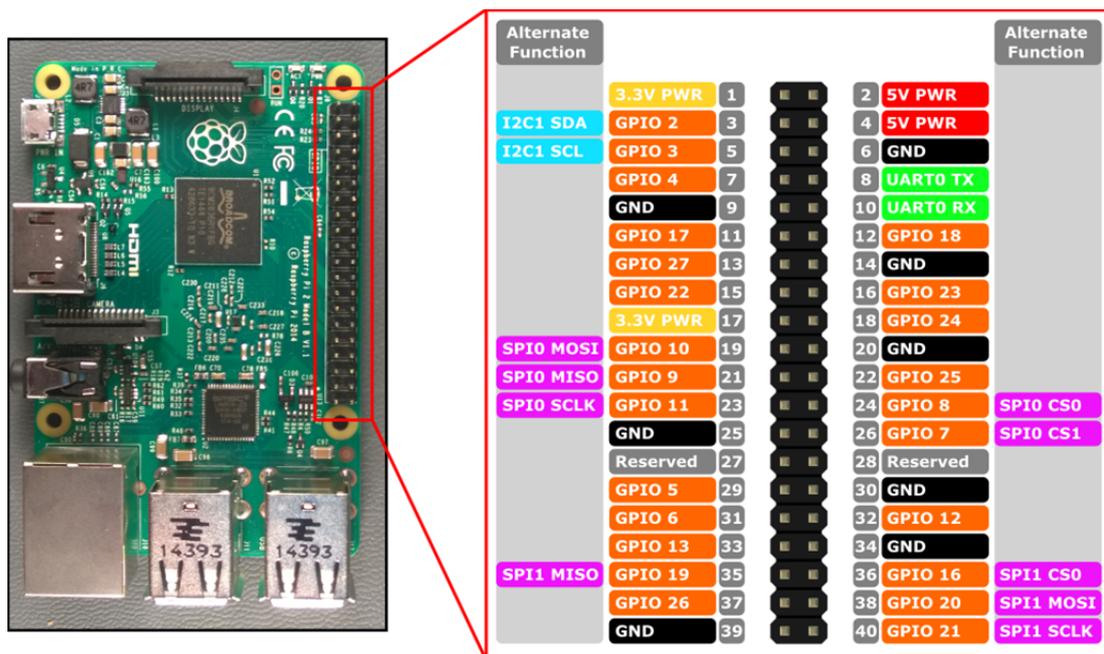


Рис. 5. Raspberry Pi pin mapping

Raspberry Pi в основном работает на операционных системах, основанных на ядре Linux. Так же в последних версиях возможна установка Windows 10 IoT. Одной из официально поддерживаемых операционных систем, рекомендуемых для тех, кто только начинает свое знакомство с Raspberry и Linux, является система Raspbian [5].

Raspbian – это бесплатная операционная система на основе Debian, оптимизированная для оборудования Raspberry. Отсюда и название операционной системы [3].



Рис. 6. Логотипы Raspberry и Debian

Благодаря доступности и дешевизне (средняя цена для Raspberry около 50 \$, для Arduino – 2 \$) практически каждый может начать углубленно изучать микро-

процессоры и программирование. Внедрение таких платформ в образовательный процесс поможет более наглядно показать структуру микропроцессоров, алгоритмы работы, порядок программирования и т.д.

### Библиографический список

1. Работа студентов в команде – важный аспект успешного освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования и взаимодействия «вуз-производство» / Р. М. Печерская, Ю. А. Вареник, О. В. Карпанин, С. П. Медведев, А. М. Метальников, В. А. Соловьев, Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова. – Пенза, 2014. – С. 444.
2. Печерская, Е. А. Современные обучающие технологии при реализации образовательных программ технического профиля / Е. А. Печерская // Университетское образование (МКУО-2015) : сб. ст. XIX Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 70-летию Победы в Великой Отечественной войне : в 2 т. – Пенза, 2015. – С. 180–182.
3. Arduino. Wikipedia: Wikimedia Foundation, Inc., 2018. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino> (дата обращения: 08.02.2018).
4. Raspberry, Pi. Wikipedia: Wikimedia Foundation, Inc., 2018 / Pi. Raspberry. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://ru.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi). (дата обращения: 08.02.2018).
5. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino / У. Соммер. – СПб. : БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.
6. Ричардсон, М. Заводим Raspberry Pi / М. Ричардсон, Ш. Уоллес. – М. : Амперка, 2013. – 230 с.
7. Блум, Дж. Изучаем Arduino / Д. Блум. – СПб. : БХВ-Петербург, 2015. – 336 с.

## АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОЗРАЧНЫХ ПРОВОДЯЩИХ ПОКРЫТИЙ

*Т. О. Зинченко, Е. А. Печерская*

Пензенский государственный университет,  
scar0243@gmail.com, г. Пенза, Россия

Прозрачные проводящие покрытия (ППП) представляют собой различные тонкопленочные материалы (полупроводниковые оксиды металлов, полимеры, углеродные структуры), которые обладают высокой электропроводностью и хорошей оптической прозрачностью. Наибольшее применение сегодня получили ППП на основе металлооксидов (MeO). Большинство из них – это бинарные соединения ( $In_2O_3$ ,  $ZnO$ ,  $SnO_2$ ), содержащие один металлический элемент. В стехиометрическом составе данные соединения являются диэлектриками, однако, из-за большого количества внутренних дефектов, которые выражаются в наличии кислородных вакансий или в присутствии межузельных атомов металла, они могут становиться полупроводниками с широкой запрещенной зоной ( $E_g > 3$  эВ). Энергия образования вакансий и атомов в междоузлии при этом очень низка, поэтому данные дефекты легко формируются, что объясняет относительно низкое сопротивление нестехиометрических металлооксидов [1]. Высокая проводимость ППП на их основе ( $n = 10^{19} \dots 10^{21} \text{ см}^{-3}$ ) по-прежнему обеспечивается введением примесных атомов.

Легирование позволяет увеличить концентрацию носителей заряда за счет неглубоких примесных уровней, которые образуются в зонной структуре MeO. В табл. 1 представлен перечень элементов, которые использовались в качестве примесей различных MeO для получения ППП на их основе табл. 1.

Таблица 1

**Перечень основных материалов и их примесей использующихся в прозрачных проводящих покрытиях**

Металлооксид	Примесь
$In_2O_3$	Sn, Ge, Mo, F, Ti, Zr, Mo, Hf, Nb, Ta
$SnO_2$	Sb, F, As, Nb, Ta
ZnO	Al, Ga, B, In, Y, Sc, F, V, S, Ge, Ti, Zr

Наиболее предпочтительным материалом является оксид индия, но в покрытиях он используется не в чистом виде.

Оксид индия-олова (или индиево-оловянная окись, indium-tin oxide – ITO) является смесью оксида индия (III) ( $In_2O_3$ ) и оксида олова (IV) ( $SnO_2$ ), как правило, в соотношении 90 %  $In_2O_3$ , + 10%  $SnO_2$  по массе. Индиево-оловянная окись (ITO), как отмечалось выше, является смесью оксида индия (III) ( $In_2O_3$ ) и оксида олова (IV) ( $SnO_2$ ), как правило, в соотношении 90 %  $In_2O_3$ , + 10 %  $SnO_2$  по массе. Является полупроводником *n*-типа с проводимостью, сравнимой с металлической, где ионы олова служат донорами электронов. В тонких слоях порядка 200 нм, нанесенный на стекло при около 400 °С демонстрирует высокую прозрачность и имеет поверхностное сопротивление около 6 ом/квадрат. В порошковой форме индиевая оловянная окись (ITO) желто-зеленого цвета, но прозрачна и бесцветна, будучи осажденной (например, на стекло) в виде тонкой пленки в диапазоне толщин 1000-3000 ангстрем. В таком случае, ITO функционирует как прозрачный и электрический проводящий слой [2]. Прозрачные проводящие покрытия (ППП) с использованием окиси индия давно и широко используются в технике.

Оксид олова(IV) (диоксид олова, двуокись олова) – бинарное неорганическое соединение, оксид металла олова с формулой  $SnO_2$ . Белые кристаллы, нерастворимые в воде.

Является широкозонным полупроводником *n*-типа (при 300 К ширина запрещенной зоны 3,6 эВ, подвижность электронов 7 см<sup>2</sup>/(В·с), концентрация носителей  $3,5 \cdot 10^{14}$  см<sup>-3</sup>, удельное электрическое сопротивление  $3,4 \cdot 10^3$  Ом·см). Легирование элементами V группы увеличивает проводимость. Диоксид олова прозрачен в видимом свете, отражает инфракрасное излучение с длиной волны более 2000 нм на 3–5 порядков.

Диоксид олова ( $SnO_2$ ) обладает многими уникальными физическими свойствами, такими как высокая электропроводность, высокий коэффициент пропускания в области видимого ультрафиолетового излучения и необычный ферромагнетизм из-за его поведения полупроводника *n*-типа и широкой запрещенной зоны [3]. В качестве одного из наиболее импортируемых прозрачных проводящих оксидов (ППО)  $SnO_2$  и его сплавы широко использовались в фотоэлектрических устройствах, солнечных элементах, прозрачных электродах и газовых сенсорах. Чтобы получать сплавы  $SnO_2$  с различными применениями, необходимо вводить другие элементы в  $SnO_2$ . Таким образом, электронные и оптические свойства сплавов могут быть модифицированы в определенной степени. Технически многие экспериментальные методы могут быть использованы для получения сплавов SnO2, такие как импульсная лазерная абляция, пиролитическое распыления и распыление . Допирующие элементы варьируются от металла к газовым элементам, включая Al, Co, Mg, Ti, Sb ,

Mo, N и F. Диоксид олова достаточно устойчив к атмосферным условиям, химически инертен и может противостоять высокой температуре, однако проводимость этих материалов еще не достигла того уровня, который имеет ИТО.

Оксид цинка представляет собой полупроводниковый оксид II–VI. Большая часть двоичной группы II–VI составные полупроводники кристаллизуются либо в кубической цинковой смеси, либо в гексагональном вюрците (Wz). Ширина запрещенной зоны в ZnO составляет 3,44 эВ при низкой температуре и 3,37 эВ при комнатной температуре [4].

Это усиливает применение ZnO в устройствах оптоэлектроники в ультрафиолетовой области. Низкая симметрия кристаллической структуры вюрцита в сочетании с крупными электромеханическими в ZnO приводит к сильным пьезоэлектрическим и пироэлектрическим свойствам. Пьезоэлектрические ZnO-пленки с равномерной толщиной и ориентацией выращиваются на разнообразных субстратах с использованием различных методов осаждения, включая золь-гель-процесс, пиролитическое распыление, химическое осаждение из паровой фазы, молекулярно-лучевая эпитаксия и распыление. Эти свойства делают ZnO полезным в качестве примеси. Это также увеличивает привлекательность ZnO как субстрат для гомоэпитаксии или гетероэпитаксии (например, для роста GaN, который имеет аналогичную постоянную решетки). Высокая теплопроводность приводит к высокой эффективности удаление тепла во время работы устройства. При этом ZnO уступает по проводимости и прозрачности SnO<sub>2</sub> и In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, что ограничивает использование ZnO в ППП.

#### Библиографический список

1. Прозрачные проводящие покрытия на основе оксидов металлов. Технологии получения, свойства и области применения / В. И. Кондрашин, Н. О. Рыбакова, С. В. Ракша, А. А. Шамин, К. О. Николаев // Молодой ученый. – 2015. – № 13. – С. 128–132. – URL: <https://moluch.ru/archive/93/20562/> (дата обращения: 02.02.2018).
2. Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов, металлургии и химической промышленности. Обзор рынка оксидов индия-олова (indium-tin oxide, ИТО) и материалов для их производства в мире. – URL: <https://infomine.ru/research/32/458>
3. Лидин, Р. А. Химические свойства неорганических веществ : учеб. пособие для вузов / Р. А. Лидин, В. А. Молочко, Л. Л. Андреева. – 3-е изд., испр. – М. : Химия, 2000. – 480 с.
4. Baruah, S. Review: Hydrothermal growth of ZnO nanostructures / S. Baruah, J. Dutta. – Scions and Technology of Adv. – 2009. – Vol. 10, № 1.

## АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОЗРАЧНЫХ ПРОВОДЯЩИХ ПОКРЫТИЙ

**Т. О. Зинченко, Е. А. Печерская**

Пензенский государственный университет,  
scar0243@gmail.com, г. Пенза, Россия

Солнце – неисчерпаемый, экологически безопасный и дешевый источник энергии. Количество солнечной энергии, которая поступает на поверхность Земли в течение недели, превышает энергию всех мировых запасов нефти, газа, угля и урана. Причем, солнечная энергетика является «чистой» и не оказывает отрицательного влияния на экологию планеты. Солнечное электричество призвано компенсировать истощающиеся запасы нефти и газа. К концу века оно будет доминирующим и, по разным оценкам, составит до двух третей всей выработки электроэнергии.

Немаловажным моментом является тот факт, что сырьем для изготовления солнечных батарей является один из самых часто встречающихся элементов – кремний. В земной коре кремний – второй элемент после кислорода (29,5 % по массе). По мнению многих ученых, кремний – это «нефть двадцать первого века»: в течение 30 лет один килограмм кремния в фотоэлектрической станции вырабатывает столько электричества, сколько 75 тонн нефти на тепловой электростанции [1]. Солнечные элементы как источник энергии могут применяться:

- в промышленности (авиапромышленность, автомобилестроение и т.п.);
- в сельском хозяйстве;
- в бытовой сфере;
- в строительной сфере (например, эко-дома);
- на солнечных электростанциях;
- в автономных системах видеонаблюдения;
- в автономных системах освещения;
- в космической отрасли.

По данным Института Энергетической стратегии, теоретический потенциал солнечной энергетики в России составляет более 2300 млрд. тонн условного топлива, экономический потенциал – 12,5 млн тонн условного топлива. Потенциал солнечной энергии, поступающей на территорию России в течение трех дней, превышает энергию всего годового производства электроэнергии в нашей стране.

В настоящее время Россия обладает передовыми технологиями по преобразованию солнечной энергии в электрическую. Есть ряд предприятий и организаций, которые разработали и совершенствуют технологии фотоэлектрических преобразователей: как на кремниевых, так и на многопереходных структурах. Есть ряд разработок использования концентрирующих систем для солнечных электростанций.

При этом в любом солнечном элементе присутствует слой прозрачного проводящего покрытия (ППП). Данные покрытия возможно получать множеством способов: термическое вакуумное осаждение, магнетронное распыление, импульсно-лазерное осаждение, химическое парофазное осаждение, золь-гель и пиролиз аэрозолей.

Сегодня на предприятиях, где получают ППП, чаще используется метод магнетронного распыления. Внутри рабочей вакуумной камеры находятся два параллельных металлических электрода. Мишень закрепляется на катоде, а подложки на аноде. Анод обычно заземляется, а на катод подается постоянное отрицательное напряжение в несколько киловольт. После откачки камеры в нее до давления порядка 0,1 Па напускается газ, обычно аргон или смесь аргона с кислородом, который при ионизации образует плазму. При подаче напряжения зажигается видимый объемный газовый разряд, указывающий на происходящую ионизацию. Для увеличения эффективности ионизации используется магнитное поле (магнетрон). Магнетронный способ обеспечивает более высокие скорости роста пленки по сравнению с простым катодным напылением [2].

Также последнее время набирает популярность так называемый CVD-chemical vapor deposition метод или химическое парофазное осаждение. Это химический процесс, который разработан для получения твердых покрытий, как правило, повышенной чистоты. Суть данного метода состоит в том, что конечный продукт образуется на подложке-мишени, в результате взаимодействия газообразных веществ-прекурсоров или термоллиза пара вещества-прекурсора. При этом вещества-прекурсоры при нормальных условиях могут представлять собой не только газы, но и твердые вещества или жидкости, в этом случае их возгоняют или испаряют в специальной зоне реактора, а за тем транспортируют к подложке-мишени с помощью газа-носителя, который может быть как «инертным», так и участвовать в синтезе.

Если в результате реакции образуются газообразные побочные продукты, они удаляются из реактора потоком газа носителя или вакуумной откачкой [3].

Эти методы относятся к традиционным методом получения тонкопленочных покрытий. При этом на сегодняшний день в лабораторных условиях исследуется метод спрей-пиролиза или пиролиза аэрозолей. Суть метода заключается в термическом разложении прекурсора на подложке. Распылителем подается раствор прекурсора, при этом температура в камере от 300 до 550 °С. Затем происходит распыление на подложку и в результате термического разложения образуется покрытие необходимой толщины. Продукты реакции улавливаются различными фильтрами.

Спрей-пиролиз является наиболее подходящим методом для получения ППП, поскольку обладает следующими преимуществами: простота; низкая стоимость; возможность варьирования свойств ППП путем изменения режимов их нанесения; большая поверхность зоны покрытия; потенциал для массового производства [4].

### **Библиографический список**

1. Пилина, Т. Солнечная энергетика. Ближе к реальности / Т. Пилина // Деловой. – 2016. – № 12 (133).
2. Амосова, Л. П. Магнетронное напыление прозрачных электродов ИТО из металлической мишени на холодную подложку / Л. П. Амосова, М. В. Исаев // Журнал технической физики. – 2014. – Т. 84. – Вып. 10.
3. Сыркин, В. Г. CVD-метод. Химическое парофазное осаждение / В. Г. Сыркин. – М. : Наука, 2000.
4. Прозрачные проводящие покрытия на основе оксидов металлов. Технологии получения, свойства и области применения / В. И. Кондрашин, Н. О. Рыбакова, С. В. Ракша, А. А. Шамин, К. О. Николаев // Молодой ученый. – 2015. – № 13. – С. 128–132. – URL: <https://moluch.ru/archive/93/20562/> (дата обращения: 02.02.2018).

## **ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ С КОНДУКТИВНЫМ ОТВОДОМ ТЕПЛА**

***И. И. Каримов, Н. К. Юрков, Н. В. Горячев,  
Д. Х. Нуржанов, А. Ю. Подсякина***

Пензенский государственный университет,  
kipra@mail.ru, г. Пенза, Россия

Импульсные источники электропитания имеют следующие основные достоинства: высокий коэффициент полезного действия, малые габариты и масса, высокая удельная мощность. Всеми перечисленными свойствами эти источники питания обладают благодаря применению ключевого режима при работе силовых элементов. Малые потери в силовых ключах приводят к уменьшению количества охлаждающих радиаторов или к их полному исключению.

Улучшение массогабаритных характеристик источника питания обусловлено тем, что из схемы источника питания исключается силовой трансформатор, работающий на частоте 50 Гц. Вместо него в схему вводится высокочастотный трансформатор или дроссель, габариты и масса которых намного меньше, чем у низкочастотного силового трансформатора.

Как пример, рассмотрим источник электропитания с кондуктивным отводом тепла, содержащий печатную плату с установленными на ней электронными компо-

нентами, модули вторичного питания, каждый из которых имеет теплоотводящую пластину. Отличается тем, что модули вторичного питания присоединены через теплоотводящие пластины к стенке корпуса электронного блока, обеспечивая прямой тепловой контакт источника с корпусом блока. Присоединение модулей вторичного питания через теплоотводящие пластины к стенке корпуса блока повышает допустимое тепловыделение источника и позволяет установить в нем более мощные модули вторичного питания. Кроме того, присоединение модулей вторичного питания к стенке блока значительно упрощает конструкцию источника электропитания, повышает его надежность и уменьшает стоимость. Такой источник электропитания с кондуктивным отводом тепла относится к области радиоэлектроники, в частности, к источникам электропитания аппаратуры, установленной в электронных блоках с кондуктивным отводом тепла.

Источник электропитания содержит печатную плату с установленными на ней электронными компонентами, модули вторичного питания с теплоотводящими пластинами, два теплоотводящих узла с клиновыми прижимами и плату-радиатор, к которой присоединены через теплоотводящие пластины модули вторичного питания и два теплоотводящих узла для отвода тепла на корпус блока. При этом корпус блока за счет теплового контакта с теплоотводящими узлами служит радиатором для тепловыделяющих электронных компонентов источника. Этот источник электропитания имеет недостатки:

1) теплоотводящие узлы источника имеют недостаточную теплоотводящую поверхность и не позволяют применять в нем более мощные модули вторичного питания;

2) сложная конструкция источника уменьшает его надежность и увеличивает его стоимость.

Сущность рассматриваемого источника электропитания с кондуктивным отводом тепла заключается в том, что он содержит печатную плату с электронными компонентами и модули вторичного питания с теплоотводящими пластинами. Отличается тем, что модули вторичного питания через теплоотводящие пластины присоединены к стенке корпуса блока, обеспечивая тепловой контакт источника с корпусом блока. Теплоотводящие пластины могут быть присоединены к стенке корпуса блока, например, через имеющиеся в них крепежные отверстия.

Присоединение модулей вторичного питания через теплоотводящие пластины к стенке корпуса блока повышает допустимое тепловыделение источника и позволяет установить в нем более мощные модули вторичного питания. Кроме того, присоединение модулей вторичного питания к стенке блока значительно упрощает конструкцию источника электропитания, повышает его надежность и уменьшает стоимость.

Сущность такого источника электропитания с кондуктивным отводом тепла поясняется чертежом на рисунке 1.

Источник содержит печатную плату 1 с электронными компонентами, модули вторичного питания 2, каждый из которых имеет теплоотводящую пластину 3 с крепежными отверстиями 4. Модули вторичного питания 2 через теплоотводящую пластину 3 присоединены к стенке 5 корпуса блока. Это увеличивает отвод тепла от модулей вторичного питания 2 на стенку 5 корпуса блока, так как площадь теплоотводящей пластины модулей превышает площадь передачи тепла теплоотводящих узлов с клиновыми прижимами.

Кроме того, присоединение модулей вторичного питания 2 через теплоотводящую пластину 3 к стенке 5 корпуса блока исключает использование в источнике электропитания дорогостоящих платы-радиатора и теплоотводящих узлов с клиновыми прижимами, что упрощает конструкцию источника, повышает его надежность и уменьшает его стоимость не менее, чем на 20 процентов.

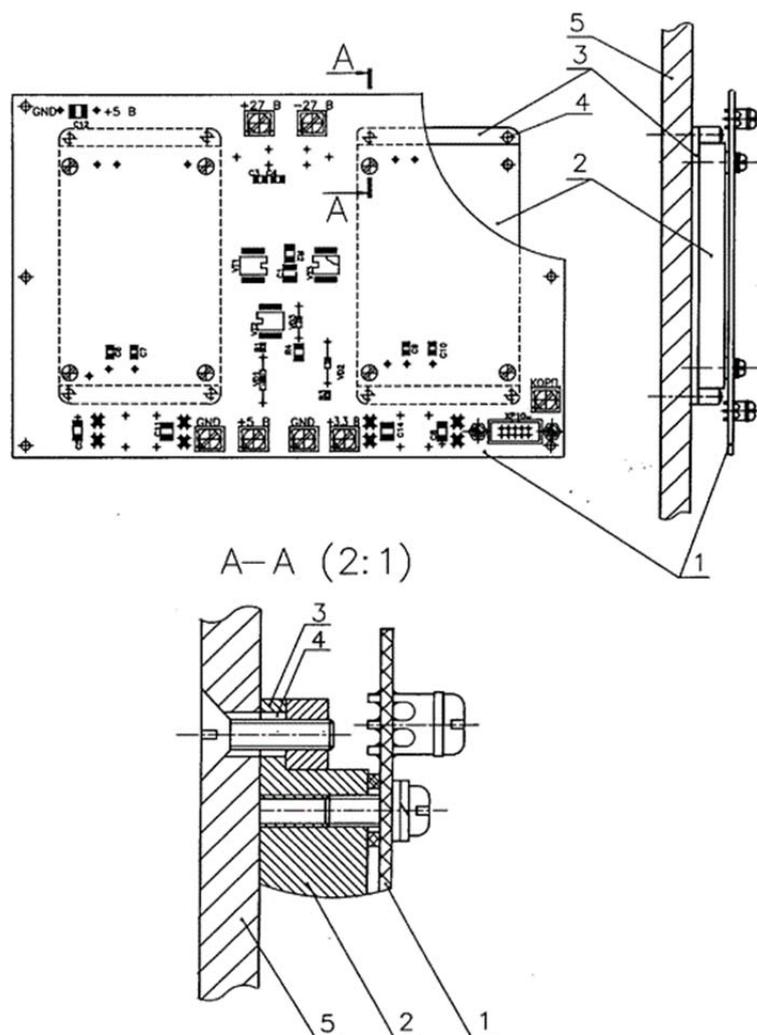


Рис. 1. Источник электропитания с кондуктивным отводом тепла

В большинстве известных схем импульсных преобразователей катушка работает с постоянным подмагничиванием – то есть через нее течет не переменный ток, а пульсирующий с постоянной составляющей, поэтому, чтобы не происходило намагничивания сердечника, его собирают с диэлектрическим зазором (между половинками сердечника прокладывают полоску бумаги или любого другого немагнитного материала толщиной 0,1...0,5 мм). От этого индуктивность катушки слегка уменьшится, и резко уменьшится опасность критического намагничивания.

Импульсные источники питания широко используются благодаря своим преимуществам в габаритных размерах, весе, стоимости, коэффициенте полезного действия и общей эффективности. В результате высокой производительности, импульсные источники питания используются почти во всех задачах и обеспечивают эффективный источник питания для большинства видов электронных систем.

### Библиографический список

1. Семьян, А. П. 500 схем для радиолюбителей. Источники питания / А. П. Семьян. – СПб. : Наука и техника, 2005.
2. Гвоздицкий, И. А. Источник питания повышенной мощности / И. А. Гвоздицкий // Радио. – 2012. – № 4. – С. 43–44.
3. Кашкаров, А. П. Оригинальные конструкции источников питания / А. П. Кашкаров, А. С. Колдунов. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 162 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК КРЕМНИЯ, ХИМИЧЕСКИ ОСАЖДЕННЫХ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ

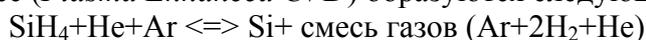
*К. Ю. Крайнова, Е. А. Печерская*

Пензенский государственный университет,  
g0thik@mail.ru, г. Пенза, Россия

Использование *CVD* (*Chemical Vapor Deposition*) процесса в широком диапазоне технологических применений позволяет получать слои для формирования структур, представляющих собой основу различных информационно-измерительных приборов микро- и нанoeлектроники [1, 2].

Фазовый состав получаемых в ходе *CVD* пленок и их структурно-морфологические особенности зависят от параметров процесса осаждения, таких как состав и соотношение компонент в газе, его давления в реакционной камере, температуры, качества подложки и т.п. Кроме этого на выбор параметров процесса осаждения существенное влияние оказывают некоторые параметры мощность разряда, давление и скорость протока газовой смеси, состав газовой смеси, температура подложки [3]. Указанные параметры определяли доступные границы процесса осаждения, в пределах которых могло осуществляться их варьирование с целью получения пленок с заданными параметрами [4].

Скорость осаждения определяется скоростью реакции реагирующих частиц на поверхности подложки. При получении слоя поликремния используется *PECVD* процесс (*Plasma Enhanced CVD*) образуются следующие компоненты [5]:



Отношение между скоростью осаждения и температурой подложки имеет экспоненциальный вид, поэтому требуется точный контроль температуры реакционной камеры. Анализ методов и средств измерения температуры проведен в работах [6, 7]. Доступное коммерческое (промышленное) оборудование позволяет использовать типичный режим осаждения, используя температуру от 580 °С до 900 °С и диапазон давлений 100...2000 мТорр. Наиболее часто используемым источником газа является силан ( $\text{SiH}_4$ ), который легко распадается на кремний на подложках, нагретых до определенной температуры. Скорость потока газа зависит от диаметра трубы и других условий. В процессах, выполняемых при 630 °С, скорость осаждения поликремния в идеале должна составлять >40 нм/мин. Газовые входы, как правило, располагаются в конце трубы у заслонки, с выходом к вакуумному насосу, расположенному на противоположном конце [8].

Поликремний состоит из малых монокристаллических областей, называемых зернами, их ориентация и/или выравнивание изменяется по отношению друг к другу. Шероховатости часто наблюдаются на поверхности поликристаллического кремния из-за зернистой природы поликремния. Микроструктура поликремния является функцией условий осаждения [9]. Для типичных *PECVD* – процессов (например, 5% источник газа  $\text{SiH}_4$  в He, 350 мТорр давления осаждения с плазменной активацией), температура перехода от аморфного к поликристаллическому около 570 °С (рисунок 1), аморфные пленки осаждались ниже этой температуры и поликристаллические пленки выше этой температуры. Как только температура осаждения увеличивалась значительно выше 570 °С, зернистая структура осажденной поликремниевой пленки менялась существенным образом [10]. Например, около 600 °С, зерна являются равномерно расположенными и одинакового размера, в то

время как при 625 °С, зерна являются большими и столбчатой структуры, что совпадает с перпендикуляром к плоскости подложки [11]. В общем, размер зерна увеличивается с ростом толщины пленки во всем диапазоне температур осаждения. Как и размер зерна, кристаллическая ориентация зерна поликремния зависит от температуры осаждения.

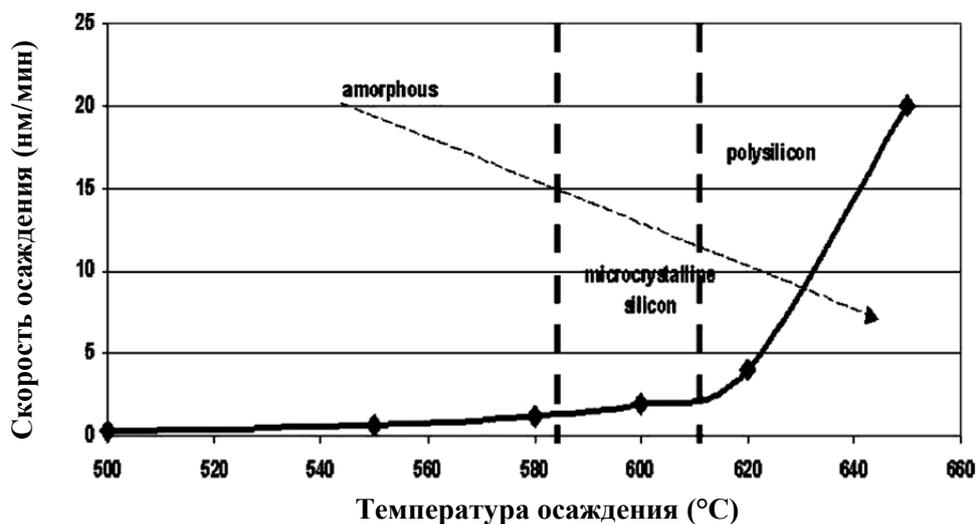


Рис. 1. Зернистость пленки поли-Si в отношении к скорости и температуре осаждения

Таким образом, изменяя различные управляемые параметры *PECVD* процесса, возможно получать толстые пленки поликремния вплоть до 2 мкм, с идеальной зернистостью структуры и коэффициентом адгезии. Нанесенные поликремные пленки на слой SiO<sub>2</sub>, осажденный термически на кремниевых пластинах, и легированные примесью можно использовать как самостоятельный функциональный слой для приборов микро- и нанoeлектроники.

### Библиографический список

1. Баринов, И. Н. Разработка и изготовление микроэлектронных датчиков давления для особо жестких условий эксплуатации / И. Н. Баринов, В. С. Волков, С. П. Евдокимов // Датчики и системы. – 2014. – № 2. – С. 49–61.
2. Печерская, Е. А. Применение методологии функционального и метрологического анализа к качеству исследования материалов микро- и нанoeлектроники / Е. А. Печерская // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. – 2007. – Т. 7, № 2. – С. 94–98.
3. Печерская, Е. А. Математические модели предметной области при исследовании параметров материалов нано- и микроэлектроники / Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф. / под ред. В. И. Волчихина, Р. М. Печерской. – Пенза, 2011. – С. 436–438.
4. Печерская, Е. А. К вопросу об эффективности измерений в технологических процессах / Е. А. Печерская, Р. М. Печерская, Д. В. Рябов, О. Кузнецова // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2013. – Т. 2. – С. 98–99.
5. Venkatesan, M. Single-Wafer Deposition of Polycrystalline Silicon / M. Venkatesan, I. Beinglass. – Solid State Technology, 1993. – March. – P. 49–53.
6. Печерская, Е. А. Методы и средства исследования активных диэлектриков для nanoиндустрии: системный подход : монография / Е. А. Печерская. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2008.
7. Печерская Е. А. Метрологический анализ установки для измерений электрофизических свойств сегнетоэлектрических образцов с линейными размерами микрометрового диапазона / Е. А. Печерская // Нано- и микросистемная техника. – 2007. – № 12. – С. 43–47.

8. URL: <http://bookre.org/reader?file=566663>
9. Концевой, Ю. А. Дефекты кремниевых структур и приборов. Ч. 2. Основные технологические операции / Ю. А. Концевой, Д. К. Филатов. – М. : ЦНИИ «Электроника», 1987.
10. Голикова, О. А. Наноструктурированные пленки  $\alpha$ -Si:H, полученные методом разложения силана в магнетронной камере / О. А. Голикова, М. М. Казанин, А. Н. Кузнецов, Е. В. Богданов // Физика и техника полупроводников. – 2000 –Т. 34, № 9 – С. 1125–1129.
11. URL: [https://www.logobook.ru/prod\\_show.php?object\\_uid=13615848](https://www.logobook.ru/prod_show.php?object_uid=13615848)

## **СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ РАСХОДА ГАЗА. СРАВНЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «СУПЕРФЛОУ-2Е» И КОМПЛЕКСА «ГИПЕРФЛОУ-3ПМ»**

***Э. В. Крестин, О. В. Москвитина,  
М. О. Синуцын, И. И. Кочегаров***

Пензенский государственный университет,  
kipra@mail.ru, г. Пенза, Россия

На крупных производствах по транспортировке газа используют, как правило, два вида комплексов, такие как комплекс «СУПЕРФЛОУ-2Е» и комплекс «ГИПЕРФЛОУ-3ПМ», все они имеют узкое назначение – вычисление расхода газа. В данной статье сравниваются два этих комплекса. И приводится их сравнение с последующим выводом актуальности использования одного на производстве через сравнительные характеристики.

Описание комплекса «СУПЕРФЛОУ-2Е»

Комплекс многоточный измерительный микропроцессорный «Суперфлоу-2Е» предназначен для: автоматического непрерывного измерения давления, перепада давления, температуры и вычисление расхода и объема газа при стандартных условиях в соответствии с ГОСТ 8.586.1-2005 – ГОСТ 8.586.5–2005 (ИСО 5167-1:2003) «Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью сужающих устройств». В качестве сужающего устройства используется диафрагма; Комплекс позволяет одновременно вычислять расход и количество природного газа на одном, двух или трех измерительных трубопроводах газоизмерительного пункта. Расчет коэффициента сжимаемости производится методами NX19мод. (версия комплекса SF20RU7C) или GERG-91 мод. (версия комплекса SF21RU5D) в соответствии с ГОСТ30319.1-96 [3].

Включает в себя:

1. Вычислитель Суперфлоу-2Е СНАГ407229.002;
2. Терминал СНІТ СТА01.20.00;
3. Преобразователи измерительные модели 3051С...,Т... фирмы "Rosemount Inc" (датчики давления);
4. Преобразователи давления измерительные 3051С...,Т... ТУ4212-021-12580824-2006 ЗАО ПГ "Метран" (датчики давления);
5. Преобразователи измерительные модели 3051CD фирмы "Rosemount Inc" (датчики перепада давления);
6. Преобразователи давления измерительные 3051CD ТУ4212- 021-12580824-2006 ЗАО ПГ "Метран" (датчики перепада давления);

7. Преобразователь температуры (датчик температуры) в составе: преобразователя сопротивления СНАГ687281.017 и термометра сопротивления ЗАО СКБ «Термоприбор»;

8. Блок искрозащиты ISCOM СНАГ436231.001;

9. Блок питания БП4-12 СНАГ.436234.001;

10. Концентратор сигналов КС-8С/1 СНАГ436231.002;

11. Концентратор сигналов КС-4С/1 СНАГ436231.002-01;

12. Программное обеспечение: Руководство пользователя Программное обеспечение DUMPTOPC ЗИ2.838.009 Д4; Руководство пользователя Программное обеспечение РСCHIT ЗИ2.838.009 Д5; Руководство пользователя Программное обеспечение HOST- 1P / HOST-2WL ЗИ2.838.009 Д6;

13. Документация: Руководство по эксплуатации ЗИ2.838.009 РЭ1 (2 части); Паспорт ЗИ2.838.009 ПС1; Методика поверки ЗИ2.838.009Д1; Схема электрическая подключения и взрывозащиты ЗИ2.838.009 Э5; Комплект разрешительной документации; Комплекты документации на составные части комплекса: Руководство по применению 00809-0107-4001 (модель 3051); Лист технических данных 00813-0107-4001 (модель 3051); Паспорт РГАЗ2.821.012ПС (термометр сопротивления) [3].

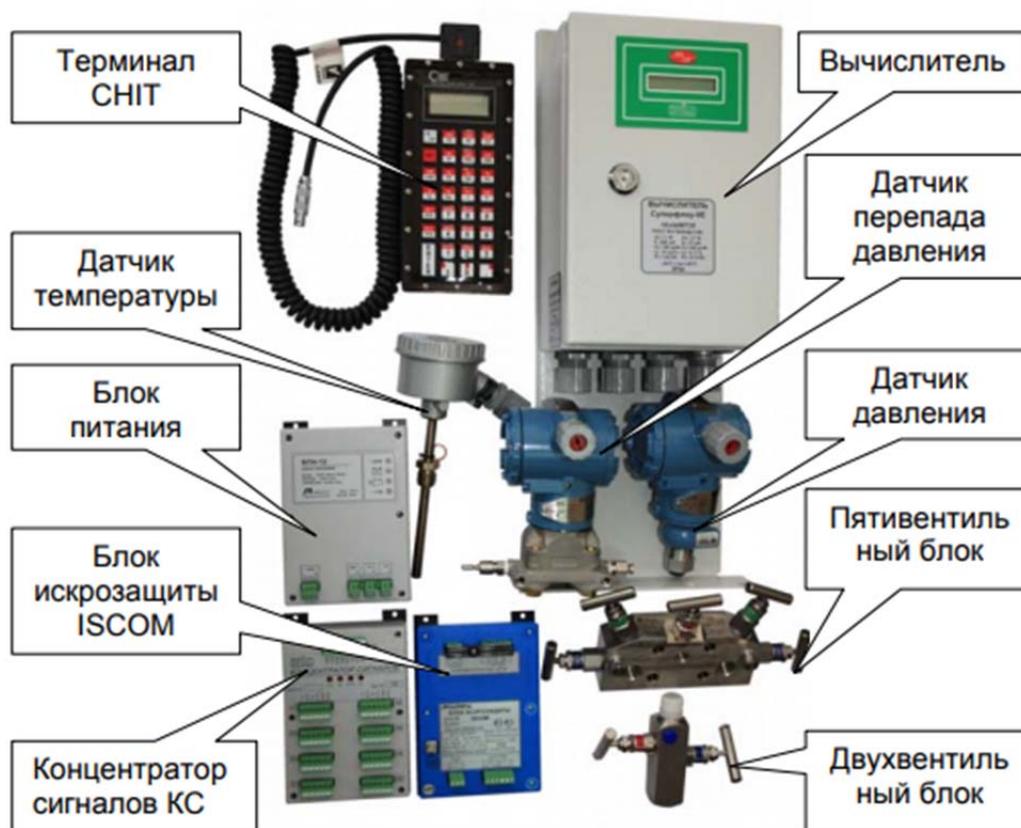


Рис. 1. Внешний вид комплекса «СУПЕРФЛОУ-2Е»

#### Описание комплекса «ГИПЕРФЛОУ-3ПМ»

Комплекс измеряет расход природного газа методом переменного перепада давления. Работа изделия заключается в создании оптимального перепада давления на нестандартном сужающем устройстве с помощью изменения положения штока; измерения и регистрации при помощи прибора «ГИПЕРФЛОУ-3ПМ» избыточного давления, перепада давления и температуры рабочей среды, вычисления и регистрации расхода и количества газа, прошедшего через нестандартное сужающее устройство. Конструктивной основой изделия является нестандартное сужающее устрой-

ство, представляющее собой устройство с переменным сечением сужающего отверстия. Измерительной частью изделия является датчик комплексный с вычислителем расхода «Ги- перФлоу-3Пм» КРАУ1.456.001-06, служащий для измерения и регистрации избыточного давления, перепада давления и температуры рабочей среды, вычисления и регистрации расхода и количества природного газа, передачи данных измерения и регистрации в системы автоматизации. Прибор «ГиперФлоу-3Пм» является взрывозащищенным электрооборудованием по ГОСТ 30852.0-2002 с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь уровня ib» по ГОСТ 30852.10-2002 [4].

Включает в себя:

1. Датчик комплексный с вычислителем расхода "гиперфлоу-3пм";
2. Барьер искрозащитный БИЗ-002;
3. Нестандартное сужающее устройство;
4. Кожух;
5. Утеплитель;
6. Блок температурной стабилизации БТС-003;
7. Патрубок (для модели 250/DN150);
8. Комплект принадлежностей;
9. Комплект принадлежностей измерительный (штан-генциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89);
10. Документация расходомера газа «ГиперФлоу» [4].



Рис. 2. Внешний вид комплекса «ГИПЕРФЛОУ-3ПМ»

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА КОМПЛЕКСОВ (по бальной системе от 1 до 5).

Название характеристики	«СУПЕРФЛОУ-2Е»	«ГИПЕРФЛОУ-3ПМ»
Защищенность от проникновения внутрь корпуса твердых тел (пыли) и воды	4	5
Диапазон измерения датчиков абсолютного давления	5	5
Диапазон измерения датчиков давления избыточного	4	5
Диапазон работы комплекса при высоких и низких температурах	4	5
Приведенная погрешность датчика перепада давления	4	5
Срок поверки датчиков	4	4
Простота обслуживания (снятие показаний (как по месту, так и дистанционно), калибровки, чистка встроенной памяти)	4	5
Учет нескольких характеристик (давление на входе и выходе, расход газа, температура газа)	3	5

При сравнении двух комплексов получили явное преимущество комплекса «ГИПЕРФЛОУ-3ПМ». У двух комплексов одно назначение – вычисление расхода газа, но при сравнение характеристик работы и обслуживания видно, что комплекс «СУПЕРФЛОУ-2Е» уступает. Обзорная статья приводит к выводу, что использование комплекса «ГИПЕРФЛОУ-3ПМ» облегчает контроль за измерением расходом газа.

#### Библиографический список

1. Методика определения нормативов расхода газа горючего природного на собственные нужды добывающих организаций ОАО Газпром: СТО Газпром 3.1-2-006-2008: [введ. распоряжением ОАО «Газпром» от 05.12.2010]. – М., 2008. – С. 2–23.
2. Методика расчета удельных норм расхода газа на выработку тепловой энергии и расчета потерь в системах теплоснабжения: СТО Газпром РД 1.19-126-2004: [введ. распоряжением ОАО «Газпром» от 17.11.2004]. – М., 2004. – С. 1–12.
3. Руководство по эксплуатации по комплексу «СУПЕРФЛОУ-2Е». – URL: <http://www.sovtigaz.ru/f/files/SF-ПЕ.pdf>
4. Руководство по эксплуатации по комплексу «ГИПЕРФЛОУ-3ПМ». – URL: <http://www.vympel.nt-rt.ru/images/manuals/gipfl.pdf>

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ СПЕКЛОВОЙ КАРТИНЫ

*И. В. Куприянов, А. В. Костюнин, А. Д. Семенов*

Пензенский государственный университет,  
kup-92@yandex.ru, г. Пенза, Россия

Предметом исследования данной статьи является статистический анализ матриц картин спекла, формируемых в оптической системе, предназначенной для генерации данных картин с использованием технологии спекловой интерферометрии. Технология демонстрирует перспективы применения в офтальмологии (исследование аметропии зрения), задачах исследования шероховатости поверхностей, а также в сфере измерения микроперемещений объектов.

В статье [1] продемонстрированы методы анализа спекловой картины в динамике на предмет скорости и направления ее движения; в статье [2] приведены подходы по исследованию динамики спекловой картины при различных ее видах (однонаправленном, деформированном и в случае картины «кипящего спекла»).

Анализ спекла в статике предполагает нахождение статистических параметров картин спекла. Статическая спекловая картина представляет собой темно-серый поток с вкраплениями светлых пятен, которые именуется как спекловые точки. Важным условием для соблюдения корректности проводимого статистического анализа является использование в качестве исходных изображений картин спекла с равномерной интенсивностью по всему полю кадра. Поэтому необходимо выбирать те области фиксируемого изображения спекловой картины, в которых наблюдается равномерная засветка лазерным излучением.

Таким образом, в качестве исходных матриц для анализа используются представленные в градациях серого изображения последовательных кадров спекловой картины разрешением 358 x 98 пикселей. Анализ проводился для горизонтальных выборок из пикселей (размер выборки равен 358), количество выборок – 98. После расчета статистических показателей для каждой из выборок производилось нахождение среднего значения между всеми показателями, что и является характеристикой всего изображения.

На рис. 1 приведены десять изображений спекловой картины, используемые для расчета в рамках данного исследования, с соответствующими им полученными графиками плотности распределения. Расчет осуществлялся при помощи математического пакета Matlab.

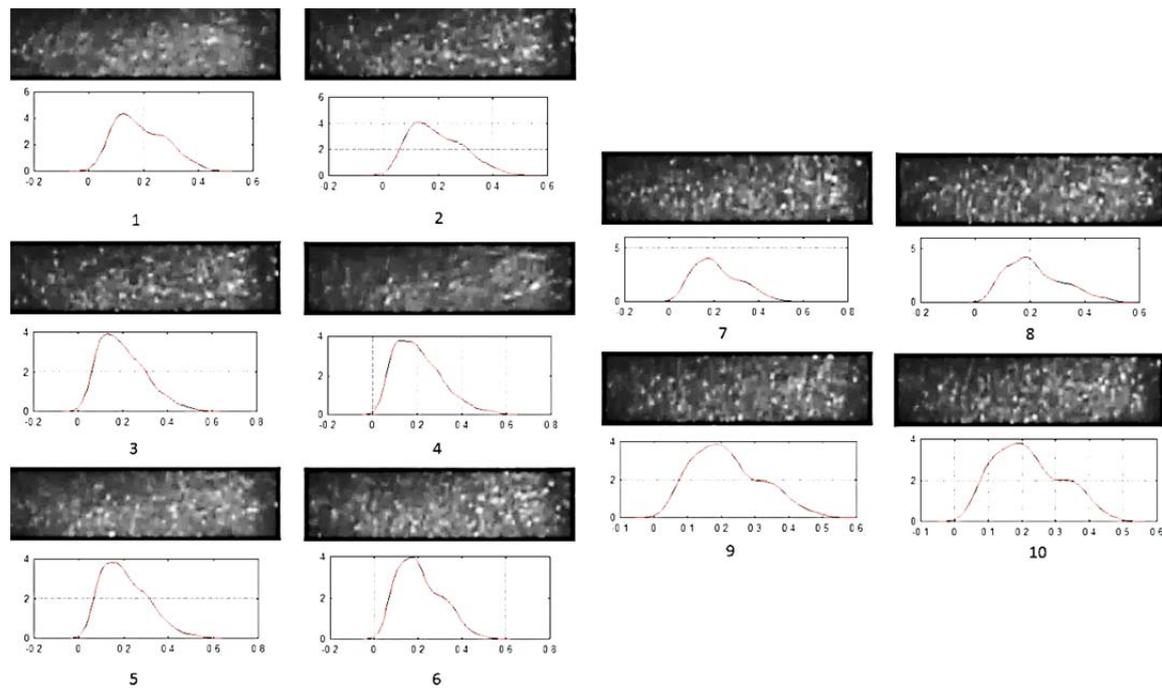


Рис. 1. Изображения исследуемых областей последовательных кадров спекловой картины с соответствующими графиками плотности распределения

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что изображения спекловой картины имеют близкое к нормальному распределение.

Полученный вывод представляет возможность оценить статистическую природу явления спекловой интерферометрии и способствовать дальнейшему развитию данного направления.

### Библиографический список

1. Куприянов, И. В. Кросскорреляционный алгоритм в применении к анализу движения спекловой картины / И. В. Куприянов, А. Д. Семенов, А. В. Костюнин // Перспективные информационные технологии (ПИТ-2016) : тр. Междунар. науч.-техн. конф. / под ред. С. А. Прохорова. – Самара : Изд-во Самар. науч. центра РАН, 2016. – С. 569–572.
2. Куприянов, И. В. Анализ спекловой картины для разработки алгоритма автоматической настройки оптических систем / И. В. Куприянов, Д. В. Артамонов, А. Д. Семенов, А. В. Костюнин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2017. – № 3 (43). – С. 44–56.

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

*Д. А. Лукичев, Ю. Ю. Горюнов*

Пензенский государственный университет,  
Lookichevda@mail.ru, г. Пенза, Россия

Нечеткая логика является своего рода переводчиком с «человеческого» языка на машинный, поскольку оперирует с такими признаками, как «тепло-холодно», «больно-приятно», «высоко-низко», «много-мало» и т. д. В свою очередь в основе нечеткой логики лежат нечеткие множества, это аналогичные четким множествам массивы, условно объединенные общим признаком или свойством. Отличительной особенностью элементов нечеткого множества является функция принадлежности (или, если проще, коэффициент принадлежности), которая указывает на то, насколько явно проявляется общий признак или свойство множества у конкретного элемента. Например, к множеству «высокие люди» со 100% вероятностью можно отнести человека с ростом 2.15 м, а ребенка с ростом 0.95 метра практически с нулевой вероятностью можно отнести к данному множеству. Таким образом, указанное множество можно обозначить так: «Высокий человек» = { <0.95, 0>, <1.15, 0.1>, <1.25, 0.2>, <1.35, 0.3>, <1.45, 0.3>, <1.55, 0.4>, ..., <1.80, 0.8>, <1.90, 0.9>, <2.0, 1>, ... }, где первое число в скобке рост, а второе- функция принадлежности.

Сама идея применения нейронных сетей и нечеткой логики в управлении электроэнергетики не нова, однако действительно глобальных прорывов в данной области в России и странах СНГ нет, поскольку 90% электрооборудования давно отработало свой ресурс. Многие участки системы энергообеспечения находятся в предаварийном состоянии, а сама система имеет высокий коэффициент потерь, достигающий до 20-30%.

В виду этого, внедрение новых методов контроля и управления позволит значительно улучшить коэффициент мощности систем, а также повысить надежность защиты.

В своей выпускной квалификационной работе я планирую изучить возможность применения методов регулирования в системах управления электроэнергетических систем на основе нечеткой логики. А также возможность внедрения нейронных сетей для прогнозирования колебаний статической и динамической устойчивостей систем или корректирования коэффициента мощности (коэффициент полезного действия).

На начальном этапе ставится задача изучения возможностей нейронных сетей и разработка модели, способной на основе статистики предугадывать колебания

мощности потребителей для компенсации или настройки параметров линии. Разработка таких методов позволит повысить пропускную способность линий, а также повысит их КПД.

Также возможно применение разработанных моделей для внедрения на предприятиях, обеспечивающих себя собственной электроэнергией посредством выработки или отбора мощности из распределительных сетей.

Таким образом, разрабатываемая модель должна обладать универсальностью, позволяющая ей управлять системами компенсации и настройки вне зависимости от мощности энергосистемы.

#### **Библиографический список**

1. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
2. Кузнецова, О. Ю. Основы нечетких множеств и нечетких нейронных сетей : учеб. пособие / О. Ю. Кузнецова, В. И. Горбаченко. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – 100 с.
3. Атабеков, Г. И. Теоретические основы электротехники линейные электрические цепи : учеб. пособие / Г. И. Атабеков. – СПб. : Лань, 2009. – 593 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КУРСЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ТВОРЧЕСКОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «БОЕПРИПАСЫ И ВЗРЫВАТЕЛИ»**

***М. М. Лютов, А. А. Турмышов, Н. Ю. Митрохина***

Пензенский государственный университет,  
cool.lyutov@bk.ru, г. Пенза, Россия

Теоретическая механика является одной из фундаментальных дисциплин и занимает в подготовке студентов многих специальностей особое место. Дисциплина способствует формированию профессиональных компетенций в области проектно-конструкторской деятельности в части разработки, обоснования и использования теоретических моделей, позволяющих исследовать динамические процессы в проектируемых системах.

Целями освоения учебной дисциплины «Теоретическая механика» является формирование у студентов представления об основных моделях, аксиомах, теоремах и принципах действия механических систем и о методиках их использования для расчетов при проектировании деталей и механизмов различного назначения.

В настоящее время, одной из профессиональных задач, которую должен решать будущий выпускник, является проведение проектных и конструкторских расчетов с использованием информационных и компьютерных технологий. Для придания процессу освоения студентами перспективных технологий моделирования и расчета более эффективного, стимулирующего творческое мышление, а главное, самостоятельного характера необходимо дополнить информационно-компьютерными технологиями сложившиеся традиционные методики преподавания. Это может быть достигнуто в рамках самостоятельного решения студентами исследова-

тельских задач увеличивающейся сложности, напрямую связанных с областью профессиональных компетенций обучаемого.

Рассмотрим предлагаемый подход на примере решения задачи внешней баллистики [1] в рамках подготовки студентов специальности 17.05.01 «Боеприпасы и взрыватели». Данные, получаемые при решении задачи о движении артиллерийского снаряда после выхода из канала ствола являются основой для последующих расчетов и выбора конструктивных решений при построении взрывателей, поэтому студентам необходимо четко представлять все процессы, происходящие со снарядом в процессе его полета.

Одним из наиболее простых в освоении и, в тоже время, достаточно гибким инструментом моделирования является пакет прикладных программ *Mathcad*. Он позволяет студентам задавать решаемые уравнения практически в неизменном «математическом» виде и получать различные варианты решения задачи в зависимости от исходных данных.

Первый уровень сложности решаемой задачи, позволяющий студентам освоить пакет *Mathcad*, а также составить представление о наиболее общих закономерностях поведения снаряда в процессе полета включает проведение баллистического расчета при допущениях об отсутствии сопротивления воздуха и вращательного движения снаряда относительно центра масс, положенных в основу математической модели. Перед студентами ставится задача составления и решения дифференциальных уравнений движения на основании второго закона динамики [2] и определения траектории снаряда при заданных исходных параметрах стрельбы.

Дальнейшее исследование движения снаряда проводится с учетом сопротивления воздуха при различных исходных параметрах внешней среды. При заданных допущениях на снаряд при полете в воздухе будут действовать две силы: сила тяжести и сила сопротивления. В результате действия этих сил скорость снаряда будет уменьшаться, а его траектория изменяться в отличие от движения без учета сил сопротивления. Такая траектория называется баллистической кривой, по форме представляющая собой неравномерно изогнутую плавную кривую линию (рис. 1). Использование компьютерной системы автоматизации вычислений *Mathcad* значительно упрощает данную задачу и физическую интерпретацию полученного решения.

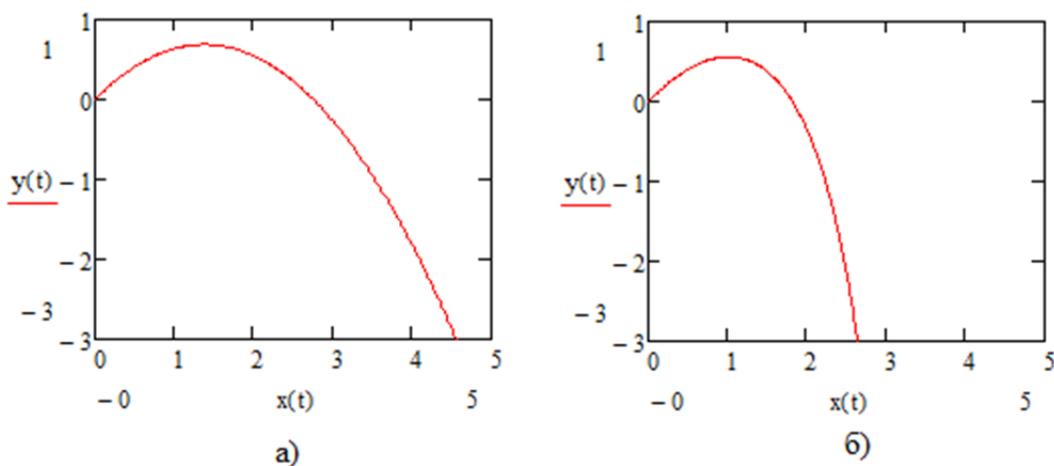


Рис. 1. Траектория снаряда без учета (а) и с учетом сил сопротивления (б)

Последующие исследовательские задачи могут ставить цель определения параметров выстрела, при которых снаряд попадает в точку с заданными координатами; определения разброса координат точек попадания снаряда в зависимости от разброса параметров внешней среды и т.д.

Подобное вовлечение студентов в самостоятельную работу по решению научно- или учебно-исследовательских задач с использованием информационно-компьютерных технологий, связанных с будущей специализацией, носит творческий характер и позволяет более эффективно закреплять у студентов полученные теоретические сведения и практические навыки.

#### **Библиографический список**

1. Дмитриевский, А. А. Внешняя баллистика : учебник / А. А. Дмитриевский, Л. Н. Лысенко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2005. – 608 с.
2. Яблонский, А. А. Курс теоретической механики. Ч. 2. Динамика / А. А. Яблонский. – М. : Высш. шк., 1977. – 430 с.

## **СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАЗВЕРТЫВАЮЩИХ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

***А. А. Мазнев, И. Ю. Наумова***

Пензенский государственный университет,  
andreymaznevfdb@mail.ru, г. Пенза, Россия

С развитием электронной и вычислительной техники все большую популярность в контрольно-измерительной аппаратуре приобретают микропроцессорные системы.

Для построения цифровой измерительной системы, как известно необходимы:

- аналого-цифровой преобразователь (АЦП) осуществляющий преобразование аналогового сигнала в его цифровой эквивалент;
- микропроцессор, выполняющий необходимые преобразования над измеряемой величиной в цифровом виде;
- отчетное устройство, визуально отображающее измеряемую величину.

АЦП, выпускаемые в виде отдельных интегральных микросхем являются функционально законченными устройствами. Многие из них имеют различную структуру и принцип функционирования. Наиболее популярным на данный момент является построение АЦП на основе сигма-дельта преобразования [1].

Независимо от фирмы изготовителя и принципа функционирования почти во всех микросхемах АЦП реализованы алгоритмы само калибровки, включающие в себя:

- коррекцию напряжения смещения;
- коррекцию коэффициента усиления;
- коррекцию температурного дрейфа;
- компенсацию влияния сетевой помехи с частотой 50 и 60 Гц.

В документации на подобные микросхемы даются все необходимые характеристики, включая типовые включения с подробным описанием каждого из вариантов включения.

Следует отметить, что подобные микросхемы обладают достаточно высокими характеристиками по точности и стабильности. Однако стоимость подобных устройств достаточно велика.

Для большинства современных и сравнительно дешевых микроконтроллеров характерно наличие встроенного АЦП, недостатком которого является относительно низкая точность из-за временной нестабильности, температурного дрейфа и влияния сетевой помехи, а также из-за систематических погрешностей вызванных отклонениями параметров основных устройств, входящих в состав АЦП от номинальных значений [2]. Из-за этого встроенные АЦП зачастую сильно уступают микросхемам АЦП, выпускаемым в виде отдельных интегральных схем по точности и стабильности.

Отсюда возникает необходимость в повышении точности встроенных АЦП. Например, в работах [4–5] приведены функциональные и метрологические модели АЦП, учитывающие аддитивные, мультипликативные и нелинейные составляющие погрешностей.

В данной статье, описаны алгоритмы повышения точности встроенного АЦП на примере микросхемы PIC14000. В рассматриваемом АЦП за основу функционирования взят принцип классического развертывающего преобразователя, т.е. на входы компаратора, входящего в состав АЦП одновременно подаются преобразуемый сигнал и линейно нарастающее напряжение, получаемое посредством заряда внешней емкости от встроенного источника тока. В момент равенства напряжений на обоих входах компаратор срабатывает и тем самым формирует интервал времени, который заполняется импульсами от генератора частоты. Фактически изначально происходит преобразование входного напряжения в интервал времени (ПНВ) а затем его оцифровка. Номинальная функция преобразования такого устройства имеет вид:

$$N_X = Ent \left[ \frac{U_X C}{IT_0} \right],$$

где  $U_X$  – входное напряжение;  $I$  – ток заряжающий внешнюю емкость;  $C$  – внешняя емкость заряжаемая от внутреннего источника тока;  $T_0$  – период импульсов заполняющих временной интервал;  $N_X$  – полученное цифровое значение.

Подобное выражение справедливо только для линейного участка экспоненты заряда емкости, когда звено можно рассматривать как астатическое. Обозначим зависимость выходного кода от напряжения через  $f$ , тогда выражение примет вид  $N_X = f(U_X)$ . Реальная функция преобразования, будет отличаться от номинальной из-за погрешностей, входящих в нее мультипликативным и аддитивным весами. С учетом погрешностей, вызванных влиянием различных факторов функция преобразования будет иметь следующий вид:

$$N_X = f(U_X)(1 + \delta) + \Delta + \dot{\xi}(t),$$

где  $\delta$  – суммарная мультипликативная составляющая систематической погрешности, включающая в себя отклонения от номинальных значений различных элементов устройства, таких как значение тока, емкости, на которой формируется пилообразный сигнал и частоты заполнения временного интервала;  $\Delta$  – суммарная аддитивная составляющая систематической погрешности, вызванная наличием смещений и задержек, в которую входят абсорбция конденсатора, погрешность компарирования, задержка срабатывания компаратора и погрешность квантования равная единице младшего разряда [3];  $\dot{\xi}(t)$  – случайная составляющая, которая является функцией времени, и в которую входят различные шумы, вызванные рядом факторов, таких как шумы контактирования, температурная нестабильность и помехи.

Уменьшение влияния составляющих погрешности на результат преобразования возможно за счет реализации определенных алгоритмов, позволяющих частич-

но или полностью компенсировать влияние различных составляющих суммарной погрешности. Эти алгоритмы основаны на выполнении дополнительных операций или преобразований направленные на исключение из функции преобразования той или иной составляющей погрешности.

Коррекцию систематических составляющих погрешности можно обеспечить путем использования дополнительных преобразований в виде тестовых воздействий. В качестве тестовых воздействий в рассматриваемом микроконтроллере будем использовать сигналы REFLO и REFHI, формируемые двумя источниками опорных напряжений низкого и высокого уровней.

Реализация данного алгоритма требует получения результатов ( $N_{LO}$  и  $N_{HI}$ ) аналого-цифрового преобразования двух опорных напряжений. В обоих результатах будет присутствовать мультипликативная и аддитивная составляющая систематической погрешности.

Разность  $N_{SUB} = N_{HI} - N_{LO}$ , двух полученных кодов не будет иметь суммарной аддитивной составляющей.

Зная номинальные значения тока, емкости, частоты и двух опорных напряжений, можно расчетным путем определить номинальное значение разности  $N'_{SUB}$ , рассчитывая его по формуле:

$$N'_{SUB} = Ent \left[ \frac{C}{IT_0} \cdot (U_H - U_L) \right],$$

где  $U_H$  – опорное напряжение высокого уровня;  $U_L$  – опорное напряжение низкого уровня.

Делением реального значения разности на номинальное получим код суммарной мультипликативной составляющей систематической погрешности:

$$N_{MUL} = \frac{N_{SUB}}{N'_{SUB}}$$

Поскольку полученное значение кода  $N_{MUL}$ , меньше единицы, то в кодовой интерпретации оно должно быть представлено в формате с плавающей запятой (не менее трех знаков).

Разделив полученное значение кода  $N_{LO}$ , на код  $N_{MUL}$  будем иметь значение кода  $N_{LOA}$  без учета мультипликативной составляющей погрешности:

$$N_{LOA} = Ent \left[ \frac{N_{LO}}{N_{MUL}} \right]$$

Аддитивная составляющая в этом случае присутствует. Для выделения аддитивной составляющей погрешности достаточно вычесть из  $N_{LOA}$  номинальное значение кода  $N'_{LO}$  полученное расчетным путем:

$$N'_{LO} = Ent \left[ \frac{U_L C}{IT_0} \right]$$

Цифровое значение аддитивной составляющей приведенной к выходу будет определяться разностью:

$$N_{ADD} = Ent \left[ N_{LOA} - N'_{LO} \right]$$

Таким образом, были получены поправки на суммарную систематическую погрешность. Добавляя эти поправки к каждому результату аналого-цифрового преобразования входной величины согласно формуле:

$$N_{SC} = Ent \left[ \frac{N_X}{N_{MUL}} - N_{ADD} \right],$$

получим скорректированное значение  $N_{SC}$ , в котором систематическая погрешность окажется скомпенсирована.

Но, тем не менее, некоторая ошибка коррекции неизбежно будет присутствовать. Поскольку даже без учета влияния случайной составляющей коррекция будет происходить с некоторой ошибкой, из-за того, что опорные напряжения  $U_L$  и  $U_H$ , имеют отклонения от номинальных значений.

Исследования показали, что точность данного метода коррекции целиком определяется точностью воспроизведения значений опорных напряжений и временной стабильностью. То есть при выполнении условия  $[\Delta U_H \text{ и } \Delta U_L] \rightarrow 0$  точность коррекции наивысшая.

Для улучшения характеристик АЦП, и повышения его точности и быстродействия, необходимо ввести операцию интегрирования входной величины. АЦП, построенные на этом принципе, называются интегрирующими. Классическое интегрирование происходит в аналоговом виде, но его также можно реализовать и в цифровом.

В аналоговом виде интегрировать входной сигнал можно, подав его через ключ  $K$  и последовательно включенный резистор  $R$  на вход CDAC микроконтроллера с параллельно включенным конденсатором  $C$  (рисунок 1). Внутренние источники тока при этом требуется отключить.

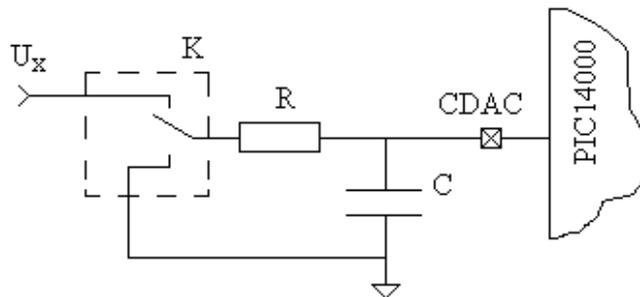


Рис. 1

Исходя из такого включения, получим новый принцип работы и возможный алгоритм коррекции систематической составляющей погрешности.

Опишем функционирование полученного АЦП и корректирующий алгоритм.

Преобразование должно происходить в три такта. В первом такте происходит заряд конденсатора входным напряжением до уровня опорного напряжения REFLO, при этом за этот промежуток времени осуществляется счет импульсов с периодом следования  $T_0$  встроенным счетчиком ADTMR. В момент равенства (второй такт) итоговое значение запоминается в специально выделенную переменную. Обозначим полученное значение как  $N_L$ . При этом конденсатор продолжает заряжаться до напряжения REFHI, и продолжается счет импульсов. Когда напряжение на конденсаторе достигнет уровня REFHI (второй такт), числовое значение на счетчике должно быть сохранено в соответствующую переменную, которую обозначим  $N_H$ .

За третий такт определяется коэффициент необходимый для дальнейшей коррекции. За этот такт конденсатор свободно разряжается через резистор  $R$  и внешний ключ до уровня напряжения REFLO. Время этого разряда также оцифровывается счетчиком и запоминается. Номинальная функция преобразования данного такта (без учета погрешностей) равна:

$$N_R = Ent \left[ \frac{RC}{T_0} \left( 1 - \frac{U_L}{U_H} \right) \right],$$

где  $N_R$  – код времени разряда.

Для коррекции систематической составляющей погрешности необходимо в цифровом виде вычислить значение  $N_{HL} \cong U_H - U_L$ , и определить значение конечного результата по формуле  $N_X = \frac{(N_H - N_L)^2}{N_H N_R N_{HL}}$ .

В результате вышеописанных преобразований, систематическая погрешность будет определяться как  $\Delta N_X = \frac{\delta_{U_{HL}}}{N_X}$ .

То есть максимальна, когда  $N_X$  наименьшее.

Преимуществом данной реализации АЦП является то, что входной сигнал интегрируется, и тем самым осуществляется фильтрация сигнала от высокочастотных шумов.

Недостатком же является нелинейность функции преобразования, которая может быть устранена использованием логарифмических значений величин.

Существенным недостатком двух представленных алгоритмов по уменьшению систематической составляющей являются существенные временные затраты, обусловленные тем, что в данном микроконтроллере отсутствуют операций аппаратного умножения и деления, а программная реализация подобных операций требует достаточно громоздких преобразований над числами с плавающей запятой, что резко увеличивает время одного преобразования, что неизбежно сказывается на быстродействии.

Таким образом, использование предложенных структур построения АЦП и алгоритмов коррекции погрешностей позволяют повысить точность аналого-цифрового преобразования, до уровня АЦП выпускаемых в виде отдельных интегральных схем.

### Библиографический список

1. Доросинский, А. Ю. Программно-аппаратный комплекс измерения параметров АЦП сигналов вращающегося трансформатора / А. Ю. Доросинский, В. Г. Недорезов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2006. – № 6 (27). – С. 323–332.
2. Бромберг, Э. М. Тестовые методы повышения точности измерений / Э. М. Бромберг, К. Л. Куликовский. – М. : Энергия, 1978 – 176 с.
3. Доросинский, А. Ю. Цифровая коррекция систематической погрешности аналого-цифрового преобразователя, микроконтроллера PIC14000 методом тестовых сигналов / А. Ю. Доросинский // Информационно-измерительная техника : Межвуз. сб. науч. тр. – ПГУ. – Вып 28. – 2003. – С. 60–64.
4. Печерская, Е. А. Метрологический анализ установки для измерений электрофизических свойств сегнетоэлектрических образцов с линейными размерами микрометрового диапазона / Е. А. Печерская // Нано- и микросистемная техника. – 2007. – № 12. – С. 43–47.
5. Печерская Е. А. К вопросу об эффективности измерений в технологических процессах / Е. А. Печерская, Р. М. Печерская, Д. В. Рябов, О. Кузнецова // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2013. – Т. 2. – С. 98–99.

# МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ

*А. В. Майоров, А. П. Мосеев, С. А. Бростилов*

Пензенский государственный университет,  
kipra@mail.ru, г. Пенза, Россия

В настоящее время существует проблема построения высокоточных систем измерения давления, обладающих повышенной надежностью и имеющих низкое энергопотребление [1]. В подобных системах, как правило, в качестве первичных измерительных преобразователей используются измерительные преобразователи тензорезистивного типа, выполненные по мостовой схеме [2], [3].

Известные работы в указанной области касаются в основном улучшения метрологических характеристик систем за счет применения методов цифровой обработки информации и повышения быстродействия, зачастую, не затрагивая вопросов, касающихся улучшения энергоэффективности.

С целью рассмотрения вопроса построения вторичного преобразователя информационно-измерительной системы, обладающего минимальным энергопотреблением при сохранении точностных характеристик автором была проведена серия экспериментов.

С этой целью автором был разработан стенд, структурная схема которого приведена на рис. 1.

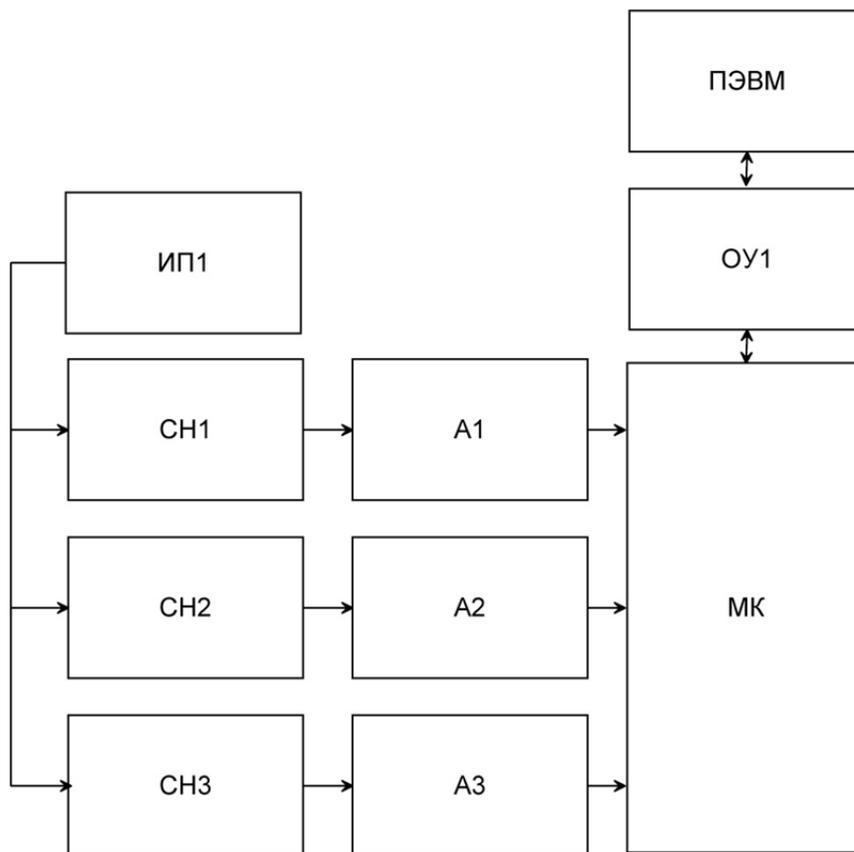


Рис. 1. Структурная схема для определения энергопотребления различных типов микроконтроллеров

Приведенная структурная схема стенда включает в себя Источник питания ИП1, стабилизаторы напряжения СН1–СН3, амперметры А1–А3, исследуемый микроконтроллер МК, отладочное устройство ОУ1, персональная электронная вычислительная машина (ПЭВМ).

Стабилизаторы напряжения СН1, СН2 предназначены для стабилизации напряжений питания аналоговой и цифровой частей исследуемого микроконтроллера.

Стабилизатор напряжения СН3 является источником опорного напряжения аналоговых блоков исследуемого микроконтроллера. Стабилизатор напряжения СН3 построен на основе прецизионного стабилизатора напряжения типа 1369ЕС01 [4].

В качестве амперметров А1–А3 применены универсальные измерительные шунты сопротивлением 0,1 Ом, параллельно которым подключался нановольтметр типа AGILENT TECHNOLOGIES 34420А, включенный в режиме измерения напряжения. При проведении всех измерений подключался один и тот же прибор.

Использованная при проведении экспериментов ПЭВМ работает под управлением операционной системы Windows 7x64 и имеет прикладное программное обеспечение, необходимое для работы с исследуемыми типами контроллеров.

В качестве отладочного устройства ОУ1 при исследовании микроконтроллеров, построенных на базе ARM ядра применялся J-tag отладчик Segger J-Link совместно со средой разработки Keil uVision v5, при исследовании микроконтроллеров на базе ядра AVR был использован внутрисхемный программатор, работающий по протоколу AVR910, в качестве среды разработки использована среда CodeVisionAVR v2.04. Авторами были исследованы микроконтроллеры типа 1986BE4 [5], 1986BE92Q [6] производства АО «ПКК «Миландр»», 1887BE1 [7], 1887BE7 [8] производства АО «НИИЭТ». Основные характеристики исследованных автором типов микроконтроллеров сведены в табл. 1.

*Таблица 1*

**Основные характеристики исследуемых типов микроконтроллеров**

Тип микроконтроллера	Тип ядра	Объем ОЗУ, КБ	Объем ПЗУ, КБ	Максимальная частота тактирования ядра по ТУ, МГц
1986BE4	ARM Cortex M0	16	128	36
1986BE92Q	ARM Cortex M3	32	128	80
1887BE1	AVR	512Б	8+512Б	8
1887BE7	AVR	4	128+4	8

При проведении экспериментов для тактирования исследуемых микроконтроллеров использовался встроенный генератор, стабилизированный по частоте внешним кварцевым резонатором. Изменение частоты тактирования осуществлялось путем замены внешнего кварцевого резонатора.

Ввиду наличия в микроконтроллерах на основе ядра ARM встроенных аппаратных блоков умножения частоты (блоков PLL) [14], [15], смена частоты тактирования осуществлялось также путем изменения коэффициента умножения встроенного блока PLL. Частота тактирования ядра микроконтроллеров на основе ядра AVR задавалась в диапазоне от 1 до 16 МГц с использованием внешних кварцевых резонаторов на частоты 1, 4, 8, 12 и 16 МГц. Частота тактирования ядра микроконтроллеров типа 1986BE4 задавалась в диапазоне от 1 до 36 МГц с использованием внешних кварцевых резонаторов на частоты 4 и 8 МГц. Частота тактирования ядра микроконтроллеров типа 1986BE92Q задавалась в диапазоне от 1 до 160 МГц

с использованием внешних кварцевых резонаторов на частоты 4, 8 и 16 МГц. Эксперимент по оценке работоспособности микроконтроллера типа 1986ВЕ4 на повышенной частоте тактирования ядра не проводился. Кроме того, автором оценивалась работоспособность периферийных блоков микроконтроллеров при работе на повышенной частоте, таких как универсальный асинхронный передатчик (УАПП), АЦП, таймеры/счетчики.

Необходимость оценки работоспособности различных типов микроконтроллеров на повышенной частоте (превышающей максимально допустимую согласно ТУ) обусловлено отсутствием широкой номенклатуры быстродействующих современных отечественных микроконтроллеров и полным отсутствием высокопроизводительных малопотребляющих микроконтроллеров, построенных на таких ядрах, как, например, Cortex A53.

При проведении экспериментов использовалось по три экземпляра микроконтроллеров каждого типа. Результаты проведенной автором серии экспериментов по определению энергопотребления различных типов микроконтроллеров сведены в табл. 2.

Таблица 2

**Результаты серии экспериментов по определению энергопотребления различных типов микроконтроллеров**

Тип микроконтроллера	Напряжение питания, В	Суммарное начальное потребление, мА	Зависимость потребления от частоты, мА/МГц	Потребление аналоговых блоков, мА
1986ВЕ4	3	2,1	0,52	6
1986ВЕ92Q	3	18	0,81	5
1887ВЕ1	3	1,1	0,3	0,18
	5	1,3	0,71	0,25
1887ВЕ7	3	1,3	0,97	0,19
	5	1,5	1,88	0,24

Для оценки работы УАПП на повышенной частоте было реализовано подключение микроконтроллера к ПЭВМ через интерфейс типа RS-485. Для реализации физического уровня интерфейса со стороны микроконтроллера использовалась микросхема приемопередатчика типа 5559ИН10. Ввиду отсутствия использованной ПЭВМ интерфейса типа RS-485 со стороны ПЭВМ был использован преобразователь типа Муха UPort1130.

Для микроконтроллеров было написано программное обеспечение, осуществляющее вывод по УАПП со скоростью 9600 бит/с символов латинского алфавита таблицы кодировки ASCII. Вывод очередного символа осуществлялся через 100мс относительно начала вывода предыдущего. Пропуск и/или вывод некорректных символов указывал на некорректную работу УАПП микроконтроллера и/или ошибки выполнения программного кода.

Для оценки работы АЦП микроконтроллеров вход одного из каналов АЦП подключался к движку переменного резистора, верхнее плечо которого подключалось к цепи выхода источника опорного напряжения АЦП, нижнее – к линии общего провода микроконтроллера. Результат аналого-цифрового преобразования выводился на один из портов микроконтроллера в двоично-десятичном коде. С целью быстрой оценки результата аналого-цифрового преобразования к выводам этого порта были подключены светодиодные индикаторы.

Для оценки работы таймеров/счетчиков микроконтроллеров была написана подпрограмма обработки прерывания по переполнению таймера/счетчика, в которой осуществлялось изменение состояния линии порта ввода-вывода. Период срабатывания таймера/счетчика был установлен 10 мс. Частота срабатывания прерываний таймера/счетчика контролировалась цифровым осциллографом типа Agilent Technologies DSO1024A.

В результате проведенной автором серии экспериментов было установлено, что микроконтроллеры на основе ядра AVR сохраняют полную работоспособность при увеличении частоты тактирования до 12 МГц при напряжении питания 5 В. При увеличении частоты внешнего кварцевого резонатора до 16 МГц наблюдался нестабильный запуск встроенного генератора микроконтроллера, однако в случае успешного запуска ошибок в работе блоков микроконтроллера выявлено не было.

Микроконтроллер типа 1986BE92Q сохранял полную работоспособность при увеличении частоты ядра до 128 МГц. При дальнейшем увеличении основной системной частоты микроконтроллера наблюдалось искажение информации, передаваемой через УАПЧ микроконтроллера. При этом ошибки в работе таймеров/счетчиков отсутствовали. Так же автором было установлено, что при работе ядра на частоте 112 МГц и выше работа внешнего отладочного интерфейса становилась нестабильной. При работе ядра на частоте 144 МГц и выше внешний отладочный интерфейс становился неработоспособным, независимо от типа выбранного отладочного интерфейса. При запуске микроконтроллера без запуска отладчика при работе ядра на частоте 112 МГц и выше (кроме частоты 160 МГц) ошибок при выполнении программного кода обнаружено не было.

Основываясь на вышесказанном можно утверждать, что при необходимости программной реализации внешних интерфейсов связи микроконтроллера (например, SPI, УАПЧ) при отсутствии необходимости ресурсоемких вычислений микроконтроллеры на основе ядра AVR являются более предпочтительными ввиду меньшего энергопотребления.

### Библиографический список

1. Шишов, О. В. Проектирование аналого-цифровых контрольно-управляющих микропроцессорных систем / О. В. Шишов. – Саранск : Красный октябрь, 2001. – 116 с.
2. Кириллов, В. Ю. Исследование сопротивления связи и эффективности экранирования бортовых кабелей летательных аппаратов / В. Ю. Кириллов, А. В. Клыков, В. Х. Нгуен, М. М. Томилин // Технологии ЭМС. – 2014. – № 2(49). – С. 3–8.
3. Майоров, А. В. Помехозащищенный канал обработки аналоговых сигналов информационно-измерительной системы / А. В. Майоров // Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации : сб. науч. ст. Междунар. науч.-техн. конф. «Шляндинские чтения – 2014» (г. Пенза, 10–12 ноября 2014 г.). – Пенза : Изд-во ПГУ, 2014. – С. 110, 111.
4. Технические спецификации. Серия 1369. Микросхемы двухдиапазонного источника опорного напряжения 1369EC014, 1369EC01A4, 1369EC01B4. – URL: <http://integral.by/sites/default/files/pdf/1369.pdf>
5. Спецификация микроконтроллеров серии 1986BE4. – URL: <https://ic.milandr.ru/upload/iblock/8aa/8aa1f04a865fb53f2284e6f886fea89c.pdf>
6. Спецификация микроконтроллеров серии 1986BE9x и MDR32F9Qx. – URL: <http://milandr.ru/index.php?mact=Products,cntnt01,details,0&cntnt01productid=58&cntnt01returnid=68>
7. Спецификация микроконтроллера 1887BE1. – URL: <http://caxapa.ru/parts/files/JTQ9wDl.pdf>
8. Микросхема интегральная 1887BE7. Руководство пользователя. – URL: [https://niiet.ru/wp-content/uploads/TO\\_1887BE7T.pdf](https://niiet.ru/wp-content/uploads/TO_1887BE7T.pdf)

# ОДНОШАГОВЫЙ И ДВУШАГОВЫЙ МЕТОД НАНЕСЕНИЯ ТОНКИХ ПЕРОВСКИТОВЫХ ПЛЕНОК ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

*А. В. Мартынов, П. Е. Голубков, Ю. В. Шепелева,  
Е. А. Печерская*

Пензенский государственный университет,  
m92a25@yandex.ru, г. Пенза, Россия

Перовскитовые солнечные элементы – одно из перспективных направлений альтернативной энергетики, поскольку технологии их создания они позволяют сочетать требования низкой стоимости производства и высокой эффективности преобразование солнечной энергии. Трехмерные (3D) свинцовые и олово-метиламмониевые галогениды впервые были получены в 1978 году. Их цвет было можно изменить с бесцветного на черный, меняя галоген с хлорида на йодид, в следствие чего, варьировалась запрещенная зона [1]. Некоторые двумерные оловоорганические галогениды проявляли сверхпроводящие свойства при высоких температурах, что увеличило интерес научного сообщества к данным материалам. В отличие от двумерных материалов, трехмерным материалам уделялось гораздо меньше внимания из-за их неудовлетворительных фотооптических свойств. Однако, в 2009 году группа Маисака впервые использовала  $\text{MAPbI}_3$  ( $\text{MA} = \text{CH}_3\text{NH}_3$ ) в качестве неорганического сенсibilизатора в солнечных сенсibilизированных элементах, что позволяло достичь эффективность преобразования энергии ( $PCE$ ) до 4%. Тем не менее, эта разработка не привлекала внимание ученых в течение почти двух лет, поскольку в ней был достигнут гораздо более низкой  $PCE$  по сравнению с красителями на основе рутения.

В 2011 года группа Парка сообщила о перовскитовой солнечной батарее, с улучшенной эффективностью равной 6,5%. В их докладе описывается более совершенная технология для повышения эффективности за счет использования метода спин-покрытия с использованием оптимизированного решения для прекурсоров [2]. Новый всплеск интереса научного сообщества был вызван открытием твердотельного перовскитового элемента с повышенной стабильностью. Количество исследований, связанных с перовскитовыми солнечными батареями, изменилось с 1 в 2009 году, 1 в 2011 году, 4 в 2012 году и 56 в 2013 году, до 460 в 2014 году.

Эффективность солнечных элементов на основе перовскита с каждым годом возрастает. Такой прогресс имеет место главным образом за счет увеличения качества нанесения тонких перовскитовых пленок, которые являются активным элементом фотоустройства [3]. Качество пленок представляет собой составной параметр, в который входят размер зерна, морфология, кристаллизация, пористость. В свою очередь, эти характеристики тонкой пленки изменяются с помощью свойств технологического процесса нанесения перовскита и вида техпроцесса [4, 5].

Например, при изменении параметров термического отжига наблюдается разная пористость тонкой перовскитовой пленки. При отжиге на протяжении 20 ч при температуре 60 °C пленка показала плохую адсорбцию излучения, неудовлетворительную плотность покрытия, несовершенную кристалличность и нечистые фазы [6].

Морфология поверхности пленок, полученных с помощью одношагового метода и отожженные при разных температурах, показана на рис. 1.

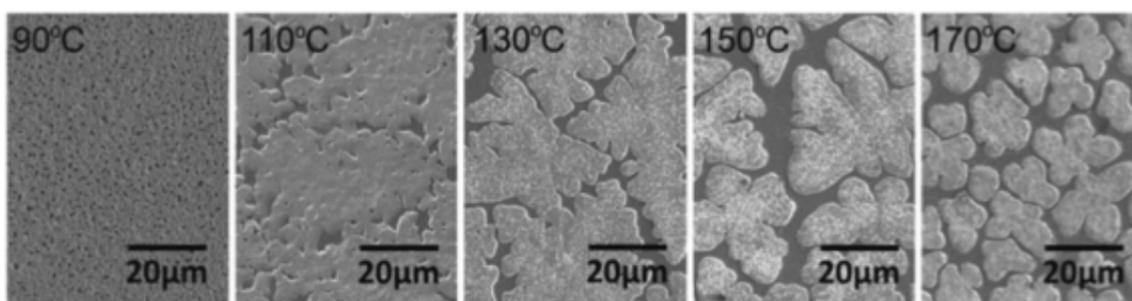


Рис. 1. Морфология поверхности пленок после отжига при разных температурах

Тем не менее, эффективность перовскитовых солнечных батарей с каждым годом возрастает, главным образом в результате улучшения технологии нанесения [6, 7]. Для дальнейшей работы в области перовскитовой технологии важно изучить наиболее перспективные методы нанесения тонких перовскитовых пленок: одношаговый и двухшаговый. Одношаговый метод осаждения пленок – один из самых первых методов, с помощью которого получили перовскитовые солнечные батареи. Большой прогресс в исследовании этого метода получила группа Гретцеля. Они использовали раствор с молярным соотношением  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$  (MAI) и  $\text{PbI}_2$  (1: 1) в диметилформамиде (DMFA). С тех пор оптимальная морфология и характеристики устройства были достигнуты с помощью различных подходов к обработке, таких как отжиг подложки, удаление растворителя или добавка растворителя для контроля роста кристаллов во время спинного покрытия [8].

С помощью этого метода чаще всего получают планарную структуру (рис. 2,а), которая имеет энергетическую диаграмму, представленную на рис. 2,б.

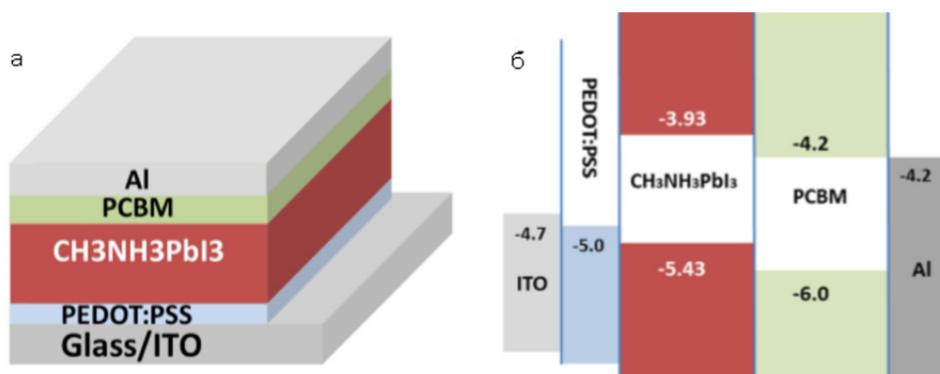


Рис. 2, а – типичная структура фотоэлемента; б – энергетическая диаграмма перовскитового фотоэлемента

Получение солнечного элемента происходит следующим образом. Предварительно очищенные *ITO*-подложки обрабатывали УФ-озоном и затем центрифугируются раствором *PEDOT: PSS* путем выпекания при 140 °С в течение 10 минут. Образцы затем переносятся в заполненную азотом сферу для осаждения перовскита. Молярное отношение раствора прекурсора и перовскита равно 1:1. Затем добавляется одна капля *CF*-растворителя, что бы на вращающемся образце при 5000 об /мин, вымыть остатки прекурсора. Образцы отжигаются при 100 °С в течение 5 минут. Раствор *PCBM* наносится спин-покрытием до образования слоя 40–60 нм. Наконец, 100 нм *Al* получают с помощью термического испарению.

Двухшаговый метод осаждения отличается от одношагового метода прежде всего более сложной технологией получения пленки, но устройства полученные

с помощью этого метода имеют более высокую эффективность. На рис. 3,*а* показан схематично одношаговый метод, на рис. 4,*б* – двухшаговый.

В двухшаговом методе сначала на подложку наносится раствор  $PbI_2$  в  $DMF$ , и на подложке формируется слой галогенида свинца. Далее на этот слой капельно наносится  $CH_3NH_3I$  в растворе 2-пропанола. После этих операций на подложке формируется тонкая перовскитовая пленка. Наиболее важное преимущество двухшагового метода – более лучшее качество тонкой перовскитовой пленки. И, следовательно, более высокий коэффициент эффективности фотовольтаического элемента. В области применения перовскитовых фотогальванических элементов до настоящего времени остаются актуальные нерешенные проблемы. Например, стабильность работы фотоячейки на основе перовскита крайне низкая. Кроме того, данный материал содержит примеси свинца, который является опасным для экологии.

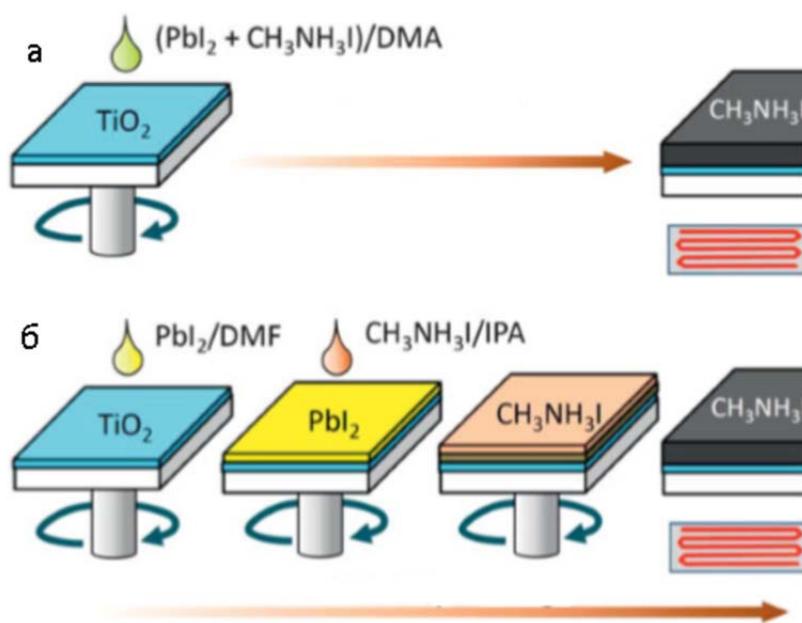


Рис. 3. *а* – одношаговый метод получения перовскитовой тонкой пленки; *б* – двухшаговый метод получения перовскитовой тонкой пленки.

Свинец является одним из наиболее токсичных металлов и включен в списки загрязнителей рядом международных организаций, в том числе ВОЗ, ЮНЕП, Американским агентством по контролю за токсичными веществами и заболеваниями (*CDC*), и другими аналогичных государственными организациями в различных странах [9]. Однако, изучение технологии методов нанесения тонких перовскитовых пленок, выявление закономерностей между параметрами нанесения и выходными характеристиками пленок, использование новых материалов и прекурсоров, позволит в будущем решить данные проблемы и повысить эффективность фотоэлементов.

### Библиографический список

1. Jin-Wook Lee, Nam-Gyu Park. Two-step deposition method for high-efficiency perovskite solar cells / Jin-Wook Lee, Nam-Gyu Park // Электрон. Журнал. – США, 2015. – URL: <http://researchgate.com/twst20346.html>
2. Zhaoning, Song. Pathways toward high-performance perovskite solar cells: review of recent advances in organo-metal halide perovskites for photovoltaic applications / Zhaoning Song, Suneth Waththage, Adam Phillips, Michael Heben // Journal of Photonics for Energy. – 2016. – № 6. – С. 35–44.
3. Шамин, А. А. Получение и исследование функциональных слоев солнечных элементов нового поколения на основе органо-неорганических перовскитов / А. А. Шамин,

К. О. Николаев, Е. А. Печерская // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV ежег. межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза, 2017. – С. 313–316.

4. Ракша, С. В. Функциональные материалы для сенсibilизированных красителем солнечных элементов / С. В. Ракша, В. И. Кондрашин, Е. А. Печерская, К. О. Николаев // Физика и технология наноматериалов и структур : сб. науч. ст. II Междунар. науч.-практ. конф. – Курск, 2015. – С. 143–146.

5. Печерская, Е. А. Методики принятия решений как составная часть интеллектуальной системы поддержки исследований материалов функциональной электроники / Е. А. Печерская, А. В. Бобошко, В. А. Соловьев // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. – 2011. – № 1. – С. 229–231.

6. Tze-Bin Song. Perovskite solar cells: film formation and properties / Tze-Bin Song, Qi Chen, Huanping Zhou, Chengyang Jiang // Journal of Materials Chemistry A. – 2015. – № 1. – С. 12–25.

7. Печерская, Е. А. К вопросу об эффективности измерений в технологических процессах / Е. А. Печерская, Р. М. Печерская, Д. В. Рябов, О. Кузнецова // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2013. – Т. 2. – С. 98–99.

8. Chun-Chao Chen. One-step, low-temperature deposited perovskite solar cell utilizing small molecule additive / Chun-Chao Chen, Zirou Hong, Gang Li, Qi Chen, Huanping Zhou, Yang Yang // Journal of Photonics for Energy. – 2015. – № 5. – С. 33–40.

9. Мартынов, А. В. Перспективы использования перовскитов в оптической электронике и фотоэнергетике / А. В. Мартынов, Ф. А. Абдуллин, А. В. Печерский // Информационные технологии в науке и образовании. Проблемы и перспективы : сб. науч. ст. IV ежегод. межвуз. науч.-практ. конф. – Пенза, 2017. – С. 297–300.

## РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА МИКРОГИРОСКОПА

*К. О. Николаев, Т. О. Зинченко,  
Ф. А. Абдуллин, Е. А. Печерская*

Пензенский государственный университет,  
nikolaev\_kirill10@mail.ru, г. Пенза, Россия

Микромеханические гироскопы (МГ), изготовленные с использованием достижений полупроводниковой кремниевой технологии, имеют большие перспективы для различных областей применения и существенные резервы в уменьшении размеров, улучшении параметров и снижении издержек на их производство [1, 2].

Произведем расчет некоторых параметров чувствительного элемента (ЧЭ) МГ с кольцевым резонатором изображенного на рис. 1 [3].

ЧЭ изготовлен из пластины кремния, ориентированной к плоскости (100) и имеющей соответственно модуль Юнга  $E$  и модуль сдвига  $G$ :

$$E = 1,68 \cdot 10^{11} \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}, \quad G = 6,17 \cdot 10^{11} \frac{\text{Н}}{\text{м}^2},$$

ЧЭ имеет следующие геометрические размеры:  $R_1 = 3 \cdot 10^{-3}$  м,  $r_1 = 4,18 \cdot 10^{-3}$ ,  $R_2 = 5 \cdot 10^{-3}$  м,  $l_1 = 0,12 \cdot 10^{-3}$  м,  $l_2 = 0,385 \cdot 10^{-3}$  м. Зазор  $h$  между поверхностью рамок и корпусом везде одинаков и равен:  $h = 1,18 \cdot 10^{-3}$  м. Плотность кремния  $\rho = 2,33 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Частота принудительных колебаний наружной рамки  $h = 2\pi \cdot 500 \frac{1}{\text{с}}$ . Измеряемая угловая скорость  $\Omega = (100, 200, 300, 400, 500) \cdot 2\pi \frac{1}{\text{с}}$

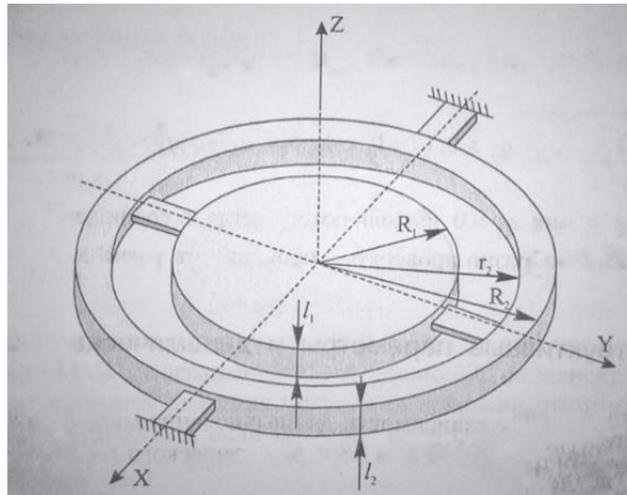


Рис. 1. ЧЭ МГ с кольцевым резонатором

Расчет выполняется в следующей последовательности:

1. Вычисление масс и моментов инерции рамок по формулам:

$$m_1 = \pi \cdot R_1^2 \cdot \rho = 7.906 \cdot 10^{-6}$$

$$m_2 = \pi \cdot R_1^2 + r_2 * \rho * l_2 = 2.121 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$$

$$A_1 = \frac{m_1}{4} \cdot \left( R_1^2 + \frac{l_1^2}{3} \right) = 1.78 \cdot 10^{-11} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$A_2 = \frac{m_2}{4} \cdot \left( R_2^2 + \frac{l_2^2}{3} + r_2^2 \right) = 2,255 \cdot 10^{-10}$$

$$C_1 = \frac{1}{2} \cdot R_1^2 \cdot m_1 = 3,55 \cdot 10^{-11}$$

$$C_2 = \frac{1}{2} \cdot (R_2^2 + r_2^2) \cdot m_2$$

2. Вычисление жесткости на кручение упругих элементов подвеса осуществлено согласно следующим выражениям:

$$G_\alpha = (A_1 + A_2) \cdot p^2 = 2.401 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$G_\beta = A_1 \cdot p^2 = 1.756 \cdot 10^{-4} \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3. Определение геометрических размеров торсионов:

$$\text{Длина внутреннего торсиона } l_{T2} = \frac{a_1 - L_1}{2} = 1.18 * 10^{-3} \text{ м}$$

Жесткость на кручение:

$$J_k = \frac{G_\beta * l_{T2}}{G}$$

Так как сечение торсионов примем квадратное, то  $b_{n1} = c_{n1}$ :

$$b_{n1} = \sqrt[4]{\frac{J_k}{k}} = 8.222 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

Для торсионов наружной рамки примем размеры сечения

$$b_{n2} = c_{n2} = 0,35 \cdot 10^{-3} \text{ м, тогда } J_k = 2.116 \cdot 10^{-15} \text{ м}^4.$$

Длина одного торсиона определена следующим образом:

$$l_{T2} = 0.5 \cdot \frac{G \cdot J_k}{G_\alpha} = 0.027 \text{ м}$$

4. Рассчитаем жесткость торсионов на изгиб:

Для внутренних торсионов имеем

$$J_{yy} = J_{zz} = b_{n1} \cdot \frac{1}{12},$$

Тогда

$$G_{Z2} = 2 \cdot \frac{12E \cdot J_{yy}}{l_{T2}^3} = 9.346 \cdot 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Жесткость при перемещении МГ по оси Y

$$G_Y = 2 * \frac{12E \cdot J_{yy}}{l_{T2}^3} = 2.51 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

5. Рассчитаем частоты колебаний МГ

Вычислим частоты недемпфированных собственных колебаний системы в направлении оси Z:

$$\omega_{j0}^2 = 0,5 \left[ \frac{(m_1 + m_2) \cdot G_{Z2} + G_Z \cdot m_1}{m_2 \cdot m_1} - (-1)^j \sqrt{\left( \frac{(m_1 + m_2) \cdot G_{Z2} + G_Z \cdot m_1}{m_2 \cdot m_1} \right)^2 - 4 \frac{G_Z \cdot G_{Z2}}{m_2 \cdot m_1}} \right]$$

где  $j = 1, 2$ .

Откуда получим

$$\omega_{10} = 3,453 \cdot 10^5 \frac{1}{\text{с}}, \omega_{20} = 3,432 \cdot 10^4 \frac{1}{\text{с}}$$

Вычислим частоты недемпфированных колебаний внутренней рамки в направлении оси  $X_2$  :

$$\omega_{0X2} = \sqrt{\frac{G_{X2} + m_1 \cdot \Omega}{m_1}} = 3,445 \cdot 10^4 \frac{1}{\text{с}}$$

Вычислим большую из собственных частот угловых колебаний гироскопа:

$$\omega_{a2} = \frac{G_\alpha + (C_2 - B_2 + C_1 - B_1) \cdot \Omega^2}{A_2 + A_1}$$

$$\omega_{b2} = \frac{G_\beta + (C_1 - A_1) \cdot \Omega^2}{B_1}$$

$$n_\alpha = \frac{(A_1 + B_1 - C_1) \cdot \Omega}{A_2 + A_1}$$

$$n_\beta = \frac{(A_1 + B_1 - C_1) \cdot \Omega}{B_1}$$

Вычислим большую из частот угловых колебаний:

$$\omega_{10}^2 = 0,5 \cdot (\omega_{a2} + \omega_{b2}) - \frac{(-1)^1}{2} \sqrt{(\omega_{a2} + \omega_{b2} + n_\alpha \cdot n_\beta)^2 - 4 \omega_{a2} \cdot \omega_{b2}}$$

Приведенные расчеты подтверждают монотонное возрастание частоты колебаний при увеличении угловой скорости, что советует правильной работе проектируемого микромеханического гироскопа. Для автоматизации расчетов изложенный алгоритм реализован в интеллектуальной системе поддержки исследований материалов нано- и микроэлектроники [4].

#### **Библиографический список**

1. Печерская, Е. А. Математические модели предметной области при исследовании параметров материалов нано- и микроэлектроники / Е. А. Печерская // Университетское образование : сб. ст. XV Междунар. науч.-метод. конф. – Пенза, 2011. – С. 436–438.
2. Печерская, Е. А. К вопросу об эффективности измерений в технологических процессах / Е. А. Печерская, Р. М. Печерская, Д. В. Рябов, О. Кузнецова // Труды Международного симпозиума Надежность и качество. – 2013. – Т. 2. – С. 98–99.
3. Никоноров, С. Е. МЭМС-технологии. Простое и доступное решение сложных системных задач / С. Е. Никоноров // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2009. – № 7. – С. 80–89.
4. Печерская, Е. А. Структура интеллектуальной системы поддержки исследований параметров сегнетоэлектрических материалов / Е. А. Печерская, А. М. Метальников, А. В. Бобошко // Нано- и микросистемная техника. – 2011. – № 6. – С. 21–24.

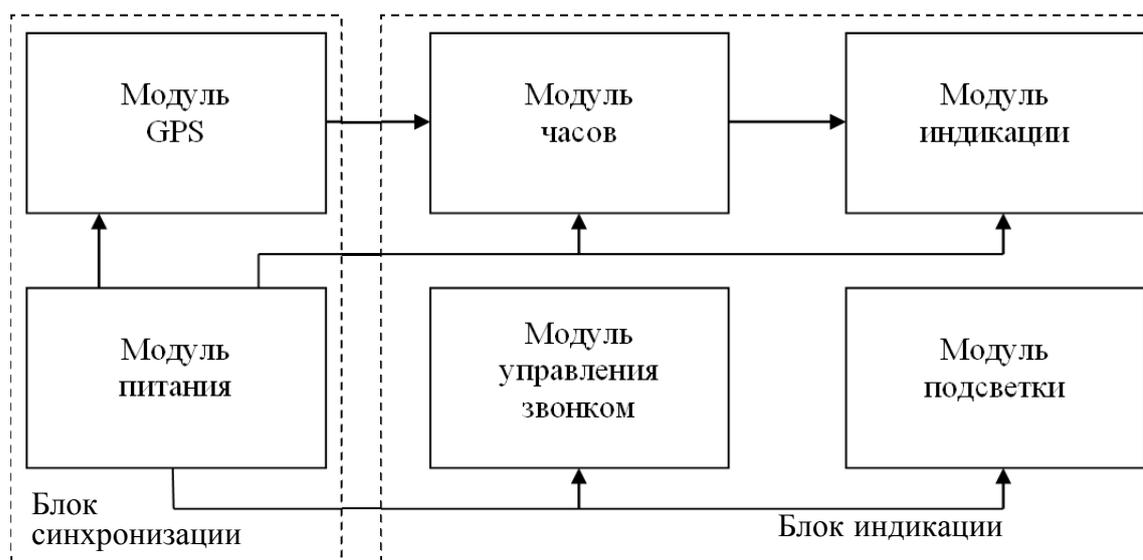
## **ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ С ГАЗОРАЗРЯДНЫМИ ИНДИКАТОРАМИ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ С «МАЛИНОВЫМ» БОЕМ**

*А. Р. Петрунин, А. Г. Буянов*

МБОУ ДО Центр детского творчества  
dolgushka\_k@bk.ru, г. Кузнецка, Россия

21 век – век информации и скоростей. Мы получаем информацию отовсюду: TV, радио, телефоны, разнообразная реклама. Современные информационные технологии постепенно вытесняют живое общение. Дети, сидя рядом на скамейке во дворе дома, переписываются в соцсетях. Мы перегружены информацией. Придя домой, мы включаем телевизор, постоянно откликаемся на призывное пиликанье сообщений из социальных сетей. Мы стали от этого добрее? Нам стало легче жить? Нет! Мы стали нервными, постоянно куда-то не успеваем. Каждый из нас – как белка в колесе. Можно переставлять ноги все быстрее и быстрее, но ни на метр не приблизиться к цели. А остановиться и оглянуться все труднее и труднее.

Целью данного проекта является создание на современной элементной базе электронного устройства сочетающего в себе функциональность с эстетическим внешним видом. Мы не создали ничего принципиально нового, не сделали новых открытий и не открыли прорывных технологий. Но как же приятно, придя домой после суматошного дня, сесть в мягкое кресло и смотреть не на телеэкран с потоком негативной информации, а на теплое ламповое свечение почти парящих в цветном воздухе часов! Наблюдать, как меняются цифры секунд и минут и вдруг осознать, что кроме бытовой суеты есть еще ВРЕМЯ и ПРОСТРАНСТВО, которым, в общем-то, все равно, что ты сегодня не успел сделать, сколько у тебя еще забот. Они – вечны. Ты для них просто песчинка в огромном океане жизни, и стоит немного притормозить и просто почувствовать саму ЖИЗНЬ.



а)



б)

Рис. 1. Блок-схема часов (а); внешний вид часов (б)

Данный проект представляет собой часы с возможностью синхронизации времени по данным GPS. Индикация осуществляется при помощи 6-ти ГРИ. Конструкция состоит из двух блоков: индикации и синхронизации. На рис. 1,а представлены блок-схема устройства, его внешний вид – на рис. 1,б. Для управления индикаторами применяется динамическая индикация. Катоды газоразрядных ламп соединены с высоковольтным дешифратором 155ИД1. На его вход подается сигнал «1248» с микроконтроллера. Управление сигналом на анодах происходит при помощи транзисторных ключей, управляемых также сигналами с микроконтроллера. Высоковольтный преобразователь 12–200 В выполнен на микросхеме NE555, дросселе и транзисторном ключе. Неоновые лампы, разделяющие разряды часов, минут и секунд мигают с периодом в одну секунду. Управляет ими также микроконтроллер с помощью транзисторных ключей. Отсчет времени выполняется часовой микросхемой DS1307, имеющей источник резервного питания. Передача информации с нее ведется по интерфейсу I2C. Для питания микроконтроллера и часовой микросхемы применяется стабилизатор L7805. МК тактируется кварцевым резонатором. На 2 ноге МК ведется прием сигналов синхронизации времени. К отдельным выводам МК подключены кнопки для выставления времени срабатывания будильника. Коррекция времени не предусмотрена, так как в схеме применен модуль синхронизации с временем по сигналам GPS. Данная схема оснащена электромагнитным звонком при работе издающим звук, который напоминает звук легкого колокола, называемый в народе «малиновым». Каждый час подаются звуковые сигналы, число которых соответствует времени. Для его питания используется отдельный преобра-

зователь напряжения 5–27 В. Управление звонком осуществляется с помощью полевого транзистора. Конструкция имеет в основании корпуса светодиодную подсветку, цвет которой медленно меняется. Источником света является адресная светодиодная лента WS2812B. Питание, сигналы управления для светодиодной подсветки и синхронизации приходит на пятиштырьковый разъем с блока синхронизации.

Во втором блоке напряжение с трансформатора подается на диодный мост, далее выпрямленное напряжение поступает на стабилизатор L7805 и через разъем подается на основной блок часов. Стабилизированное напряжение идет на выводы питания второго микроконтроллера и GPS-модуля. Светодиод GPS-модуля вспышками сообщает об установлении связи со спутниками. Сигнал с GPS-модуля поступает по UART интерфейсу на 16 вывод МК. Сигнал для адресной ленты и синхронизации времени выводится с микроконтроллера на разъем.

При разработке и изготовлении данного проекта были применены следующие технологические операции: обработка древесины на пильном, строгальном и шлифовальном станках, ручном фрезерном станке и фрезерном станке с ЧПУ; изготовление заготовки из латуни методом отливки в песчаную форму; обработка металла резанием на токарном станке; изготовление пластикового корпуса на 3D-принтере; изготовление печатных плат с помощью фоторезиста; радиомонтажные операции. Использовалось следующее программное обеспечение: «Компас-3D» – разработка чертежей (в том числе для станка ЧПУ) и 3D-модели; «SprintLayout» – разработка топологии печатных плат, «SPlan» – вычерчивание принципиальных схем.

Программный код для микроконтроллеров написан на языке C++.

Другая, глобальная, цель данной работы заключается в следующем: на конкретном примере показать возможность реализации достаточно сложных технических проектов обычными учениками школ при их взаимодействии с учреждениями дополнительного образования (Центром детского творчества) и Центрами молодежного инновационного творчества (ЦМИТ). При реализации данного проекта было использовано современное технологическое оборудование, которым оснащен ЦМИТ «ИнТехно» города Кузнецка.

#### **Библиографический список**

1. Белов, А. В. Создаем устройства на микроконтроллерах / А. В. Белов. – СПб. : Наука и Техника, 2007. – 304 с.
2. Голубцов, М. С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному / М. С. Голубцов. – М. : СОЛОН-Пресс, 2003. – 288 с.

## **СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА БАЗЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

***Л. М. Шехтман, А. С. Токарева, А. Ю. Афонин, К. А. Дудкин***

Пензенский государственный университет,  
nastyia201097@yandex.ru, г. Пенза, Россия

С начала 90-х годов 20 века принимались попытки применения аппарата нейронных сетей для автоматизации технологических процессов. Но в то время наиболее распространенные нейронные сети имели ряд серьезных ограничений, что помешало широкому тиражированию разработок [1].

Нейронные сети с изменяемой топологией или TWEANN (Topology Weight Evolving Artificial Neural Networks) нашли свое применение в системах поддержки принятия решений. Этот новый, эффективный в задачах принятия решений, математический аппарат [2] уже успешно зарекомендовал себя в некоторых областях, например, в управлении беспилотными автомобилями. Не менее успешно может быть применен в системах искусственного интеллекта для управления технологическими процессами в промышленных компаниях.

Анализ существующих автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) осложнен закрытостью как программного кода, так и технической документации. Разработка специального программного продукта, нацеленного на указанную сферу применения – системы интеллектуальной поддержки принятия решений в управлении технологическими процессами - позволил бы существенно уменьшить риски производственных аварий и техногенных катастроф. Такая система может быть использована в составе АСУ ТП в качестве "помощника" для выработки советов оператору, что поможет предотвратить опасные и аварийные ситуации при управлении технологическими процессами.

Конструктивные требования к подобной системе можно свести к выполнению нескольких функций:

- 1) анализ состояний объектов автоматизации;
- 2) выработка советов о мерах, необходимых для предотвращения аварийных ситуаций или повышения результативности действий оператора;
- 3) непрерывный процесс накопления опыта и дообучения;
- 4) поддержка модульной структуры для узлов объекта автоматизации.

Математический аппарат нейронных сетей с изменяемой топологией позволяет удовлетворить требования к функционалу, так как имеет возможности накопления опыта, а также устойчивости к «шумам» входных сигналов. Накопление опыта является важным фактором для корректной оценки состояния объекта автоматизации, который влияет на корректность работы всей системы. Анализ информации, получаемой и передаваемой на каждый узел объекта автоматизации, должен основываться на изначальную точную симуляцию объекта и корректироваться на основании полученного опыта. Это необходимо ввиду уникальности каждого узла в зависимости от факторов (температура, давление, время и т.д.)

Первая группа задач системы: полный анализ информации об объекте автоматизации на основании показаний датчиков, анализ событий, проведение диагностики датчиков и оборудования, фильтрация по событиям с помощью экспертной системы [4]. Опыт успешных решений оператора будет использоваться вкупе с информацией о воздействии на объект автоматизации. Первопричина возникновения той или иной ситуации будет определяться на основании множества факторов. Но проследить прямую связь между событием и его причиной не всегда возможно, поэтому определение первопричины события не может быть полностью возложено исключительно на обработку.

Вторая группа: формирование советов-подсказок по управлению объектом автоматизации. Необходимо не только определить первопричину события, но и принять меры по предотвращению аварийной ситуации. Воздействия должны быть приняты на основании вариативных параметров, так как могут не иметь прямой связи с причиной. Окончательное принятие решений о выборе мер должно быть основано на предыдущих "опытах" обучения, основываться на различных параметрах, данных экспертной системы и систем диагностирования.

Данный помощник должен представлять из себя сложную, "многослойную" систему, состоящую из различных методик машинного обучения. В основе методик

могут быть логические связи, экспертные системы и различные виды нейронных сетей, в основном нейронные сети с изменяемой топологией.

В качестве реализации математического аппарата TWEANNs планируется использовать программный модуль собственной разработки `plab`, показавший свою эффективность в управлении симулятора беспилотного автомобиля, а также управления симулятора дорожного движения. Сам математический аппарат использует фитнес-функцию для оценки оптимальности обученных нейронных сетей. Для каждой среды используется своя фитнес-функция. Для использования `plab` необходимо разработать фитнес-функцию, основанную на оценке состояния объекта автоматизации.

Помимо реализации самого математического аппарата модуль обеспечивает удобную связь со средами обучения посредством протоколов TCP и `winpipes`. Модулем можно управлять как удаленно, так и локально. Управление обеспечивается протоколом `json-grpc`. Модуль имеет открытый исходный код, удобство взаимодействия и масштабирования.

Разработка такой системы принятия решений должен состоять из нескольких этапов:

- 1) разработка методологии использования искусственного интеллекта для применения в управлении технологическими процессами в составе АСУ ТП;
- 2) разработка цифровых моделей, сценариев работы и интерфейса взаимодействия с библиотекой моделирования нейронных сетей;
- 3) расширение библиотеки моделирования нейронных сетей, программирование модуля для многопоточного кластерного обучения и модуля для взаимодействия нескольких видов машинного обучения;
- 4) отладка полученной системы обучения;
- 5) тестирование полученной модели;
- 6) проектирование и разработка прототипа программного комплекса для модульной работы с моделями различных технологических объектов, выделение обученной модели в отдельный программный модуль;
- 7) интеграция прототипа программного комплекса со SCADA системой.

Результаты внедрения подобной системы на предприятие помогут значительно снизить количество аварийных ситуаций, связанных с человеческим фактором и уменьшить экономический ущерб от своевременного предотвращения аварийных ситуаций, что влечет за собой повышение безопасности персонала за счет предотвращения аварий и техногенных катастроф.

Таким образом, внедрение системы интеллектуальной поддержки на основе нейронных сетей с изменяемой топологией позволит быстрее и дешевле достичь оптимальные технические параметры, определяющие количественные, качественные и стоимостные характеристики продукции. Результат использования "помощника" успешно скажется на экономической деятельности и ценности конечного продукта для потребителя. А технология нейронных сетей с изменяемой топологией получит еще одно успешное применение.

### **Библиографический список**

1. Галушкин, А. И. Нейронные сети: основы теории / А. И. Галушкин. – М. : Горячая линия-Телеком, 2014. – 534 с.
2. Дудкин, К. А. Использование эволюционных алгоритмов для генерации нейронных сетей с изменяемой топологией / К. А. Дудкин, А. Ю. Афонин // Молодежь в науке: Новые аргументы : сб. докл. II Междунар. молодеж. науч. конф. – Пенза, 2015. – Ч. I. – С. 3–5.
3. Жданов, А. А. Автономный искусственный интеллект / А. А. Жданов. – М. : БИНОМ, 2009. – 800 с.

# ПЕРЕДАЧА ЦИФРОВОГО СИГНАЛА ЧЕРЕЗ РАЗВЯЗЫВАЮЩИЙ ТРАНСФОРМАТОР

*Д. В. Якушов, И. А. Аверин*

Пензенский государственный университет,  
hammer.fate@yandex.ru, г. Пенза, Россия

В настоящее время цифровая техника интенсивно применяется в электронике. Это обусловлено большим количеством преимуществ перед аналоговым способом передачи данных. Так, аналоговый сигнал подвержен влиянию помех, которые впоследствии достаточно сложно отфильтровать. Более того, фильтрация такого сигнала требует наличия сложных аппаратных ресурсов, в случае с цифровым кодом все необходимые операции можно реализовать посредством программных средств. Цифровой сигнал содержит всего лишь два устойчивых состояния, из-за чего его можно передать на большие расстояния [1].

Безусловно, цифровые технологии не обошли стороной и измерительную технику. Зачастую измеренную аналоговую величину требуется передать на определенное расстояние, однако это приводит к увеличению погрешности измерений и чем больше расстояние, тем выше погрешность. Все эти проблемы можно устранить, передавая информацию в цифровом виде

При всех приведенных выше достоинствах цифрового метода передачи данных, есть и недостатки. При измерениях в высоковольтных цепях, во избежание выхода из строя измерительной техники, требуется гальваническая развязка силовых и сигнальных цепей. Наиболее распространенный цифровой интерфейс *SPI* содержит в себе минимум два канала – канал данных и канал синхронизации. Канал синхронизации необходим для обеспечения выполнения всех операций обработки цифровых данных синхронно и последовательно [2].

Два канала передачи информации требуют соответственно и два развязывающих элемента. Если в измеряемой цепи амплитудное напряжение не превышает 5 кВ, то трудностей не возникает. В настоящее время выпускается большое количество электронных компонентов, развязывающих дискретные сигналы [3, 4]. Силовая электроника не ограничивается напряжением 5 кВ, зачастую мощные потребители электроэнергии требуют более высокого напряжения. Поскольку готовые решения развязывающих элементов ограничены напряжением 5 кВ действующего значения, то наиболее подходящим решением является использование трансформатора. Однако при передаче цифрового кода возникает необходимость в двух трансформаторах, это заметно увеличивает стоимость измерительной системы. Более того, высоковольтные разделяющие трансформаторы обладают большими размерами. Отсюда вытекает необходимость передавать один сигнал, содержащий в себе данные и синхроимпульсы. Безусловно, передачу данных можно осуществлять Манчестерским кодом, однако это потребует программного обеспечения для его расшифровки, из-за чего применение стандартных ЦАП без микроконтроллеров будет невозможным. Предлагается альтернативный вариант передачи цифровых данных через один трансформатор.

На рис. 1 представлена схема электрическая принципиальная узла, предназначенного для передачи цифровых данных через развязывающий трансформатор.

Структурно узел содержит в себе элементы: инверторы (*DA1.1, DA1.2, DA2.3, DA2.4*), одновибратор (*DA1.3, DA1.6*), *RS* – триггер (*DA2.1, DA2.2*). Логические элементы *DA1.4, DA1.5* предназначены для непосредственного формирования сигнала на трансформаторе.

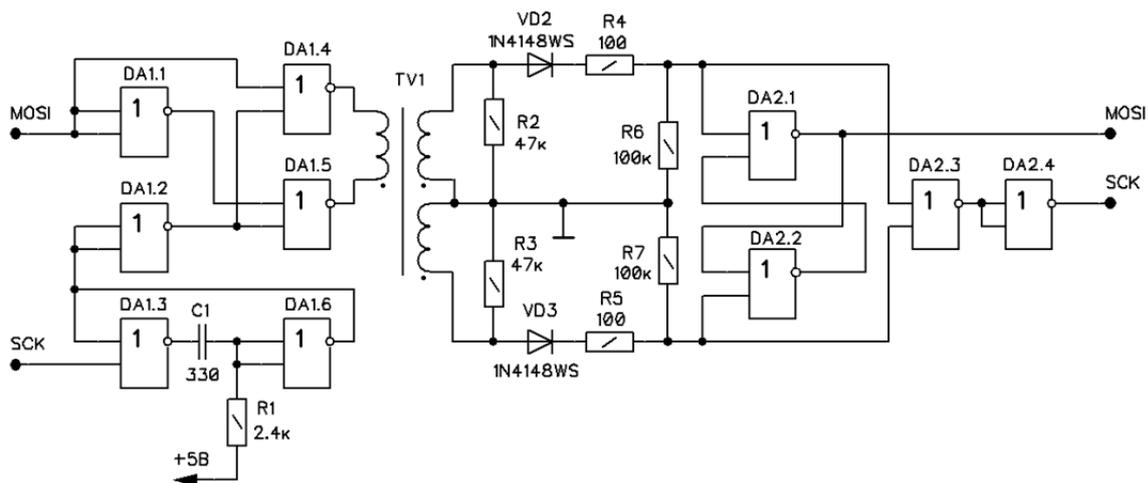


Рис. 1. Схема узла передачи цифровых данных через трансформатор

Импульсы синхронизации, формируемые ЦАП обладают скважностью 50 %, а это означает, что в таком сигнале содержится постоянная составляющая. Как известно, трансформатор постоянное напряжение не пропускает, поэтому требуется его устранить. Применение разделительных конденсаторов в данной схеме недопустимо, поскольку произойдет смещение импульсного сигнала вниз (прямоугольный сигнал), что повлечет за собой потерю входных логических уровней микросхем. Эту проблему можно решить, уменьшив скважность синхронизирующего импульсного сигнала в десятки раз, для чего введен укорачивающий одновибратор. Фактически, через трансформатор передаются лишь передние фронты импульсов сигнала синхронизации. Таким образом, обеспечивается корректность посылаемой информации без потери устойчивых логических уровней. Поскольку *DA1.5* представляет собой логический элемент ИЛИ-НЕ, то для того, чтобы нивелировать его инверсию, после одновибратора установлен инвертор *DA1.2*.

Логические элементы *DA1.4*, *DA1.5* формируют сигнал, передаваемый через развязывающий элемент, причем, когда на входе *MOSI* логическая единица, то через трансформатор передаются стробирующие фронты отрицательной полярности, а при логическом нуле – положительной. Сигнал такого вида получается следующим образом: при подаче на вход данных логического нуля, этот логический ноль поступает на один из входов элемента *DA1.4*, на другой его вход подаются синхроимпульсы с инверсией. У синхросигнала с инверсией ширина импульса составляет почти 100 %. Таким образом, на выходе элемента *DA1.4* будут присутствовать стробирующие фронты, поскольку происходит инверсия сигнала. Синхросигнал подается на верхний конец обмотки трансформатора. После инвертора *DA1.1* логический ноль обращается в единицу и подается на один из входов *DA1.5*. Из-за наличия инверсии в элементе *DA1.5*, на выходе будет нулевое напряжение. Точно такая же ситуация происходит и в случае подачи на вход данных логической единицы, однако в этом случае на выходе логического элемента *DA1.5* будут присутствовать фронты, а на элементе *DA1.4* будет логический ноль. Таким образом, на нижний конец обмотки подается синхросигнал, а к верхнему концу приложено нулевое напряжение. Фактически, это означает, что с изменением состояния на входе данных схемы, изменяется фаза включения развязывающего трансформатора и сигнал, поданный на него, содержит в себе канал данных и синхроимпульсы.

После прохождения сигнала через трансформатор, это напряжение поступает на выходную часть схемы, где происходит обратное восстановление канала данных и канала синхронизации, входящих в состав интерфейса *SPI*. Вторичные обмотки

развязывающего трансформатора нагружены резисторами  $R2$  и  $R3$ , что уменьшает выбросы на трансформаторе. Затем установлены выпрямительные диоды, обеспечивающие прохождение сигнала определенной полярности, резисторы  $R4$  и  $R5$  ограничивают входной ток установленной в схеме логики. На компонентах  $DA2.1$  и  $DA2.2$  собран асинхронный  $RS$ -триггер. Сопротивления  $R6$  и  $R7$  необходимы для задания нулевого потенциала (подтягивающие резисторы). На триггере происходит восстановление сигнала данных. Когда поступает стробирующий импульс на вход  $RESET$ , то на неинверсном выходе состояние равно логическому нулю. Логический ноль поддерживается до тех пор, пока не поступит строб на вход  $SET$   $RS$ -триггера. После перехода триггера в состояние логической единицы, оно поддерживается до тех пор, пока не придет синхроимпульс на вход  $RESET$  и так далее. Таким образом, сигнал на выходе триггера соответствует сигналу, приходящему по каналу данных  $MOSI$  по входной части устройства.

#### Библиографический список

1. Пономарев, А. Приемопередатчик интерфейса 4–20 мА / А. Пономарев // Программные системы: теория и приложения. – 2015. – № 76. – С. 441–453.
2. URL: <https://www.ti.com/lit/wp/slyy063/slyy063.pdf>
3. Кондрашова, К. Решения для гальванической развязки компании Silicon labs / К. Кондрашова // Компоненты и технологии. – 2016. – № 3.
4. Кондрашова, К. Цифровые изоляторы Silicon labs / К. Кондрашова // Компоненты и технологии. – 2015. – № 10.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ТРАНСПОРТЕ

---

## АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ И РАЗРЕШЕНИЯ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

*Е. С. Виноградова, М. А. Ильченко, Е. Н. Прошкина*

Пензенский государственный университет,  
ekaterinkavinni@yandex.ru, г. Пенза, Россия

Рост автомобильного парка и объема перевозок ведет к увеличению интенсивности движения, что в условиях городов с исторически сложившейся застройкой приводит к возникновению транспортной проблемы. Особенно остро она проявляется в узловых пунктах улично-дорожной сети. Здесь увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива, повышается уровень загрязнения воздуха продуктами неполного сгорания топлива, количество дорожно-транспортных происшествий.

Обеспечение быстрого и безопасного движения в современных городах требует применения комплекса мероприятий архитектурно-планировочного и организационного характера [1]. Механическое развитие улично-дорожной сети города увеличением ширины проезжей части магистральных улиц, пропускной способности пересечений не может полностью решить проблему городского движения. Дорожная сеть, в том числе, нуждается в отказоустойчивых системных комплексах, реализующих эффективные алгоритмы управления транспортными потоками.

Организация транспортного движения с учетом реальной дорожной обстановки возможна при использовании адаптивного управления, имеющего обратную связь с транспортным потоком. Оно реализуется с помощью детекторов транспорта, расположенных в зоне перекрестка и обеспечивающих непрерывную информацию о параметрах потока. Подобные системы управления дорожным движением называются адаптивными[2].

Опираясь на специфику общеизвестных методов локального адаптивного управления, предлагается совместить метод поиска разрыва и метод разъезда очереди с небольшими дополнениями, который позволит анализировать текущую дорожную обстановку, выявлять закономерности в транспортном потоке и на основе полученных и системно-проанализированных данных применять настройки управления светофорными объектами в интеллектуальной системе управления дорожным движением. Диаграмма деятельности алгоритма представлена на рис. 1.



Рис. 1.– Диаграмма деятельности алгоритма обнаружения закономерности и разрешения конфликтных ситуаций

Этап 1. Перед началом основного такта осуществляется детектирование количества транспортных средств  $N$ , ожидающих разрешающего сигнала и образующих очередь, начиная с первого контролируемого сечения – стоп-линии.

Этап 2. Производится расчет минимального значения длительности разрешающего сигнала  $t_k^{min}$ . Расчет данного параметра реализуется на основе учета количества транспортных средств, которым необходимо проехать расстояние от контролируемого сечения до стоп-линии с последующим ее пересечением [3]. Необходимо выяснить, сколько времени требуется транспортному средству, подъехавшему последним к фронту очереди, чтобы проехать дорожную развязку. Место расположения последнего в очереди автомобиля от стоп-линии  $S_{in}$  определяется по следующей формуле:

$$S_{in} = N \times (L + d), \quad (1)$$

где  $N$  – количество автомобилей на одной полосе движения, подъехавших к перекрестку за время одного цикла работы светофорного объекта, ед.;  $L$  – средняя длина автомобиля;  $d$  – средняя дистанция между автомобилями.

Расчет  $t_k^{min}$  производится с учетом задержки транспортного средства перед началом движения на разрешающий сигнал и последующий разгон.

$$t_k^{min} = \sqrt{\frac{2 \times (S_{in} - S_{out})}{a}} + t_d, \quad (2)$$

где  $(S_{in} - S_{out})$  – расстояние, преодолеваемое автомобилем, находящимся последним в очереди, с момента начала движения на разрешающий сигнал светофора до момента достижения границы, в которой у транспортного средства не будет технической возможности совершить остановку до стоп-линии, м;  $a$  – ускорение автомобиля,  $м/с^2$ ;  $t_d$  – время задержки начала движения последнего в очереди автомобиля, с.

Этап 3. Найденное значение параметра  $t_k^{min}$  передается светофорному объекту. Производится запуск основного такта – разрешающей фазы светофорного сигнала.

Этап 4. С началом нового такта в системе фиксируется прохождение транспортными средствами контрольного сечения. Каждый автомобиль, проходящий через контрольное сечение в период отработки основного такта, продлевает его минимальную длительность на величину экипажного времени  $t_{эк}$ , в случае, если до окончания основного такта резерв меньше значения  $t_{эк}$ . Тем самым транспортное средство обеспечивает себе проход через стоп-линию во время текущей разрешающей фазы.

Этап 5. Условием завершения алгоритма является достижение максимальной длительности разрешающего сигнала  $t_k^{max}$ , либо отсутствие проезжающих транспортных средств после истечения параметра  $t_k^{min}$  (появление разрыва).

Этап 6. Конец разрешающей фазы. Переключение сигналов.

Разработанный комбинированный алгоритм на основе метода поиска разрыва и метода разъезда очереди предполагает обеспечение нормированного движения в условиях малой и средней нагрузки. Также данный алгоритм в заторовых ситуациях позволит уменьшить время ожидания проезда транспортными средствами.

### **Библиографический список**

1. Клишковштейн, Г. И. Организация дорожного движения : учеб. для вузов / Г. И. Клишковштейн, М. Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 2009.
2. Михайлов, А. Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов / А. Ю. Михайлов, И. М. Головных. – Новосибирск : Наука, 2004. – 267 с.
3. Павловская, О. Н. Анализ методов локального адаптивного управления длительностью цикла и длительностями фаз / О. Н. Павловская, О. О. Божко. – URL: [http://www.rusnauka.com/30\\_NNM\\_2012/Tecnic/4\\_119370.doc.htm](http://www.rusnauka.com/30_NNM_2012/Tecnic/4_119370.doc.htm)

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ И ТОЧНОСТИ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ**

***В. В. Мирошниченко, Ю. В. Истомина***

Пензенский государственный университет,  
vitalya-miroshni@mail.ru, г. Пенза, Россия

Испытания трубопроводной арматуры являются составной частью системы контроля качества. При испытаниях любой промышленной продукции экспериментально определяют количественные и (или) качественные характеристики свойств объекта испытаний. В настоящее время требования по испытаниям арматуры, является одной из главных задач комплексного обеспечения качества, которое достигается за счет применения системы испытания трубопроводной арматуры.

Техническая основа системы испытаний трубопроводной арматуры – это средства испытаний, включающие испытательное оборудование, средства измерений и другие технические средства, позволяющие производить испытания в полном объеме.

Наибольший интерес для изготовителей и потребителей арматуры представляют испытания, которые отражают специфику этого процесса на финишной стадии изготовления и ремонта трубопроводной арматуры, когда оценивается качество изделия.

Качество изделия определяется при проведении следующих испытаний:

- испытания на прочность деталей, узлов, сборок, изделий;
- испытания на гидравлическую плотность материала корпусных деталей и сварных швов;
- испытания на вакуумную плотность материала корпусных деталей, сварных швов и соединений;
- испытания на герметичность затвора, сальникового уплотнения, верхнего уплотнения и разъёмных соединений;
- испытания на надёжность;
- ресурсные испытания [1, 2].

Цель испытаний – обеспечение внешней и внутренней герметичности регламентированного уровня в подвижных и неподвижных соединениях трубопроводной арматуры при действии докритических и критических нагрузок, возникающих внутри трубопровода при эксплуатации технологических систем, агрегатов и установок.

Задача испытаний – экспериментальная проверка объекта при действии или моделировании докритических и критических эксплуатационных нагрузок, возникающих внутри трубопровода. Вид воздействий гидравлический и пневматический. В качестве рабочих сред используются техническая вода, керосин, воздух. При испытаниях, осуществляемых в реальных технологических установках, в качестве испытательной среды выступает реальный рабочий продукт.

Испытания на герметичность затвора, сальника, верхнего уплотнения, разъёмных соединений ведутся принципиально одним методом. В его основу положено создание во внутренних полостях объекта испытания избыточного давления среды, действующей на элементы уплотнения (рис. 1) [1].

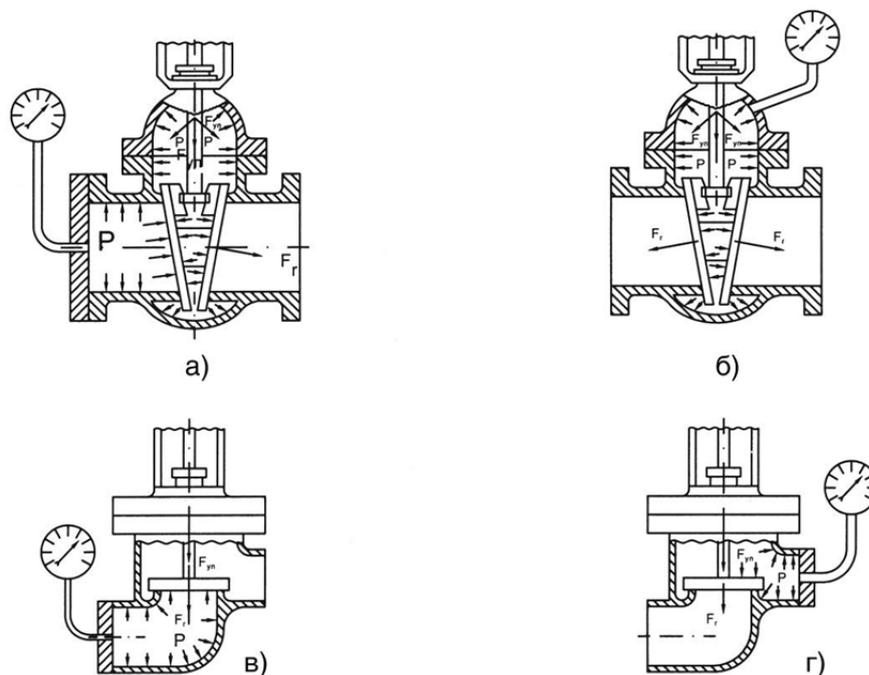


Рис. 1. Схема воздействия рабочей среды на элементы уплотнения при испытаниях их на герметичность: а – задвижки с односторонним уплотнением затвора; б – задвижки с двухсторонним уплотнением затвора; в – запорного клапана без самоуплотнения золотника; г – запорного клапана с самоуплотнением золотника

Испытания ведутся при нормальной температуре с соблюдением условий безопасности. Установив давление  $p$ , равное  $p_p$ , объект испытания подвергают воздействию избыточного давления за регламентированное время  $[\tau]$ . После этого проверяют наличие протечки. При испытаниях разъемных соединений изделия, сальникового узла, верхнего уплотнения шпинделя о протечке судят по визуальному осмотру с одновременным контролем  $\Delta p$ . Если  $\Delta p \leq [\Delta p]$  и при визуальном осмотре не выявлены течи или «потение», объект считается прошедшим испытания.

При испытаниях уплотнений затвора чаще всего контролируют не  $\Delta p$ , а регламентированную ГОСТ 9544 величину  $[Q_\tau]$ . Ею является накопленное за регламентированный промежуток времени  $[\tau]$  количество испытательной среды, прошедшей через уплотнение затвора. Измеряется величина  $[Q_\tau]$  для жидких и газообразных сред объемным расходом ( $L^3 \times T^{-1}$ ) в системе СИ –  $m^3/c$  и СГС –  $cm^3/c$ . При такой оценке объект считается прошедшим испытания, если  $Q_\tau \leq [Q_\tau]$ .

Процесс испытания строится из условия качественного и количественного подобия силового воздействия на затвор при испытаниях по отношению к условиям эксплуатации. При этом полагается, что  $p$  остается постоянным в период работы технологической системы и соответствует  $p_p$ , т.е.  $p = p_p \approx const$  [1]. На реализации этого условия базируется в основном техническая документация, определяющая режим испытания затвора арматуры. Однако эти условия не во всех случаях тождественны реальным условиям эксплуатации. Выбор трубопроводной арматуры для технологических установок и агрегатов осуществляется чаще всего по критическим параметрам, подразумевая нормальное функционирование арматуры в докритическом диапазоне параметров. В этой связи такой подход к подобию условий испытаний и эксплуатации зачастую является одной из важнейших причин снижения точности оценки качества изготовления арматуры [3].

Таким образом, из всех видов испытаний в полном объеме герметичность и точность трубопроводной арматуры обеспечивается при проведении испытания на герметичность затвора, сальникового уплотнения, верхнего уплотнения и разъемных соединений.

### Библиографический список

1. Бабкин, В. Т. Герметичность неподвижных соединений гидравлических систем / В. Т. Бабкин, А. А. Зайченко. – М. : Машиностроение, 1977. – 120 с.
2. ГОСТ 16504–81. Системы государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. – М., 1981.
3. Продан, В. Д. Методы расчета и техника герметизации разъемных неподвижных соединений : дис. ... д-ра техн. наук / Продан В. Д. – М. : МИХМ, 1985.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ, СЕТИ И КОМПЛЕКСЫ

<i>Бальзанникова Е. А., Пащенко Д. В.</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА .....	3
<i>Войнов А. С., Сенокосов И. В., Дубинин В. Н.</i> ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ НА ЯЗЫКЕ ПРОЛОГ .....	5
<i>Ильченко М. А., Виноградова Е. С., Прошкина Е. Н.</i> ПОИСК КРАТЧАЙШЕГО ПУТИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОНИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ .....	7
<i>Овчинников М. А.</i> ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ПАРТИОННОГО УЧЕТА НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	10
<i>Петкилев А. А., Балаев К. А., Бикташев Р. А.</i> УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ В МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЕ .....	12
<i>Сенокосов И. В., Войнов А. С., Дубинин В. Н.</i> ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ И ГРАФОВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ 3D-КОНСТРУКЦИЙ ИЗ LEGO-БЛОКОВ .....	14
<i>Токарев А. Н.</i> GRID-СИСТЕМЫ КАК СПОСОБ ОБЪЕДИНЕНИЯ НЕОДНОРОДНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ.....	17
<i>Тумасов С. В., Гурин Е. И.</i> ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ НА КРИСТАЛЛЕ С ПРОЦЕССОРНЫМИ ЯДРАМИ НА ОСНОВЕ ПЛИС .....	19

### ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТООБОРОТ

<i>Агейкин М. А., Надеева Н. Н.</i> ПРАВОВАЯ РЕГЛАМЕНТАЦИЯ РАБОТЫ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ (на примере «ВКОНТАКТЕ» и «FACEBOOK») .....	23
<i>Ананьева М. Е., Надеева Н. Н.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ЛИЧНОГО ПРИЕМА ГРАЖДАН В АДМИНИСТРАЦИИ САЛОВСКОГО СЕЛЬСОВЕТА .....	25
<i>Гатина В. С., Фионова Ю. Ю.</i> АНАЛИЗ ПРОЦЕДУРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЕЖЕМЕСЯЧНОГО ПОСОБИЯ В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ ЦЕНТРЕ .....	28
<i>Горбатова А. В., Кирюхин Ю. Г.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСИ В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ .....	30
<i>Горелова А. К., Кузьмин А. В.</i> СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ .....	32
<i>Гришина И. А., Фионова Л. Р.</i> ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЩЕНИЯ ГРАЖДАН В ПРАВИТЕЛЬСТВЕ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ .....	34
<i>Дунюшкина В. Ю., Кошелева Г. В.</i> ПОСТАНОВКА ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА В АДМИНИСТРАЦИИ БЕДНОДЕМЬЯНОВСКОГО СЕЛЬСОВЕТА .....	37

<b>Игнатенко А. В., Фионов А. А., Фионова Ю. Ю.</b> СИСТЕМА ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В ООО «МЕБЕЛЬ ПОВОЛЖЬЯ» .....	40
<b>Канакина Е. И., Сорокопудова Д. В., Тростянский Г. М.</b> АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В УЧРЕЖДЕНИЯХ КУЛЬТУРЫ И АРХИВА .....	42
<b>Коровина Л. В., Усманова И. В.</b> К ВОПРОСУ О ПОДГОТОВКЕ ОРГАНИЗАЦИИ К ВНЕДРЕНИЮ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА .....	44
<b>Крысина А. А., Кирюхин Ю. Г.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ АРХИВНОГО ДЕЛА – ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «АРХИВНЫЙ ФОНД».....	46
<b>Ланханов Р. О.</b> ОРГАНИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ (на примере управления ЗАГС Пензенской области) .....	49
<b>Парвадова Т. Е., Кирюхин Ю. Г.</b> ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО КАК ИНСТРУМЕНТ МОДЕРНИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ .....	51
<b>Разаков А. Р., Попова Н. А.</b> АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА МЕЖДУ ОРГАНИЗАЦИЯМИ ТОРГОВЛИ .....	53
<b>Сарафанкина Ю. А., Ладанова О. Ю.</b> РАБОТА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА И ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА В ОРГАНАХ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ (на примере Отдела делопроизводства и режима Управления Министерства внутренних дел России по Пензенской области) .....	55
<b>Свечников А. А., Печерский А. В.</b> ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В УПРАВЛЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ ИССИНСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	56
<b>Свечников А. А., Шокорова Н. Н.</b> К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО АРХИВА В УПРАВЛЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ ИССИНСКОГО РАЙОНА ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	58
<b>Сушкина Ю. А., Печерский А. В.</b> АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА ЗА РУБЕЖОМ.....	60
<b>Сушкина Ю. А., Печерский А. В.</b> РОЛЬ ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ.....	64
<b>Трескова Я. В., Шокорова Н. Н.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АУТСОРТИНГОВЫХ КОМПАНИЙ ДЛЯ ПОДБОРА ПЕРСОНАЛА.....	67
<b>Фионова Л. Р.</b> АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ПРОГРАММЫ «ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО» В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ .....	69
<b>Харитошкина Е. А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОТДЕЛЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ И ЛИЦЕНЗИРОВАНИЯ .....	72
<b>Чистякова М. В., Авдеева К. Е., Кошелева Г. В.</b> РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА В ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ, РОССИИ И ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	74

<b>Шibaева С. О.</b> СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ СОЗДАНИЯ ДОЛЖНОСТНЫХ ИНСТРУКЦИЙ .....	77
--	----

## АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

<b>Абузов А. А., Маркелов И. С., Яремко О. Э.</b> МЕТОД РАДИАЛЬНО-БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОШИ ДЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ .....	80
<b>Акчурина В. Д., Курбатова М. Н., Дорофеева О. С.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО ВОСХОДЯЩЕГО РАСПОЗНАВАТЕЛЯ .....	82
<b>Афонин А. Ю., Глебов А. Д., Шехтман Л. М., Дудкин К. А.</b> ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ТОПОЛОГИЕЙ .....	84
<b>Болотский А. В.</b> МНОГОМЕРНАЯ ИНТЕРПОЛЯЦИЯ .....	87
<b>Ванина Е. Н., Серова Е. Ю., Яремко Н. Н.</b> ВЫЧИСЛЕНИЕ ИНТЕГРАЛОВ ДРОБНОГО ПОРЯДКА АППРОКСИМАЦИЕЙ СИГНАЛА ОБОБЩЕННЫМИ ПОЛИНОМАМИ .....	89
<b>Гарькина И. А.</b> МИНИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРНОСТИ КРИТЕРИАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ .....	91
<b>Кирьяк Б. А., Горюнов Ю. Ю.</b> ПРОГРАММНАЯ ПОДДЕРЖКА СЕТЕЙ ПЕТРИ .....	94
<b>Куимова Е. И.</b> ПРИМЕНЕНИЕ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ТЕОРИИ СТАРЕНИЯ ПРИ МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ДЛИТЕЛЬНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	97
<b>Мазилкин Д. С., Трокоз Д. А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ HDR ВЕКТОРОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕКСТА .....	99
<b>Макарычев П. П.</b> ПОСТРОЕНИЕ НАТУРАЛЬНЫХ ЭРМИТОВЫХ СПЛАЙНОВ .....	101
<b>Николаева В. А.</b> АЛГОРИТМ МЕТОДА НЕСТЕРОВА ДЛЯ РЕШЕНИЯ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ НА СЕТЯХ РАДИАЛЬНЫХ БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ .....	103
<b>Новоженова Е. С., Семисчастнов А. Е., Яремко О. Э.</b> МЕТОД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧЕ ДИРИХЛЕ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЛАПЛАСА .....	106
<b>Рыблова Е. А., Волков В. С.</b> ЧИСЛЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛЕГИРУЮЩЕЙ ПРИМЕСИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИНИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ТЕНЗОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА .....	108
<b>Савенков К. Е.</b> МЕТОДЫ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ .....	111
<b>Тельнова Л. В., Кудряшова Н. Ю.</b> ОБРАТНЫЕ ГРАНИЧНЫЕ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ .....	114

<b>Трусов Е. В., Трокоз Д. А.</b> HDR ВЕКТОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В САМООБУЧАЮЩИХСЯ СЕТЯХ .....	117
<b>Чупин П. Г., Шанов С. В.</b> СОЗДАНИЕ ШАБЛОНОВ ДОКУМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ТЕХТ MINING .....	119
<b>Шадрина Э. Ф., Баусова З. И.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВРЕМЕННОГО РЯДА ПАТЕНТНЫХ ДАННЫХ В СРЕДЕ R .....	121
<b>Шалдаева А. А., Кудряшова Н. Ю.</b> ОБ ОДНОМ ЧИСЛЕННОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО СИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ С ЯДРОМ ТИПА КОШИ.....	122
<b>Шанов С. В., Чупин П. Г.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМАТИКИ ТЕКСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАЙЕСОВСКОГО КЛАССИФИКАТОРА .....	125

## СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Алимурадов А. К., Тычков А. Ю., Чураков П. П.</b> ПОМЕХОЗАЩИЩЕННЫЙ АНАЛИЗ ПРОСОДИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ .....	128
<b>Алимурадов А. К., Тычков А. Ю., Чураков П. П.</b> СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА КЕПСТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ .....	130
<b>Афанасьев А. И., Князев В. Н.</b> ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА АСУ С ПРИМЕНЕНИЕМ IOT-ТЕХНОЛОГИЙ.....	133
<b>Балашова И. Ю., Метальникова Е. В.</b> РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ И АЛГОРИТМОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ НА ОСНОВЕ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ .....	135
<b>Блошкин А. С., Князев В. Н.</b> ПРОБЛЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ МИГРАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ МАШИН.....	137
<b>Валько А. А., Валько А. Ф.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ИЛЛЮЗИЙ В ИНТЕРФЕЙСАХ СИСТЕМ .....	140
<b>Власов М. В., Назаров М. А.</b> ГЛУБОКОЕ ОБУЧЕНИЕ.....	142
<b>Власов М. В., Назаров М. А.</b> МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ АЛГОРИТМЫ .....	143
<b>Горелова А. В., Кузьмин А. В.</b> СПОСОБЫ ДИСТРИБУЦИИ ОБУЧАЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНАТОМИИ ЧЕЛОВЕКА .....	144
<b>Гусева К. Р., Князев В. Н.</b> РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	147
<b>Данилина Е. А., Королева Д. А., Шибанов С. В.</b> СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ СЛОЖНЫХ СОБЫТИЙ ИЛИ SER СИСТЕМЫ .....	149

<b>Жиганов А. И., Князев В. Н., Кожевников П. В.</b> АЛГОРИТМ ФИЛЬТРАЦИИ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ ДЛЯ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ КОРРОЗИИ .....	152
<b>Жиганов А. И., Елисеев Н. П., Дорофеева О. С.</b> НАСТРОЙКА ОКРУЖЕНИЯ ОС LINUX ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРИЛОЖЕНИЙ ПОД МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ STM32 .....	155
<b>Иванова Т. С., Сергеева Н. А., Катышева М. А.</b> ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПОДГОТОВКУ ДОКУМЕНТОВЕДА .....	157
<b>Киреева А. А., Катышева М. А.</b> СОВРЕМЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТРИЧЕСКИХ КНИГ ПОСРЕДСТВОМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ .....	159
<b>Кондрашов А. В., Попова Н. А.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЕРБАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРИ ПРИНЯТИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ 1С .....	161
<b>Королева Д. А., Данилина Е. А., Шибанов С. В.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ СЛОЖНЫХ СОБЫТИЙ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ.....	163
<b>Ляпков А. А., Артюхин В. В.</b> АНАЛИЗ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В КАДРОВОМ АГЕНТСТВЕ .....	165
<b>Назаров М. А., Власов М. В., Попова Н. А.</b> СОДАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБМЕНА АУДИО И ВИДЕО ДАННЫМИ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.....	166
<b>Неворотова Е. А., Новикова Л. А., Маслов В. А.</b> АНАЛИЗ НЕОБХОДИМЫХ ФУНКЦИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ГЕРБАРИЯ .....	169
<b>Никулин Н. А.</b> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ХРАНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО МУЛЬТИМЕДИА-КОНТЕНТА .....	171
<b>Оплюшкина О. О., Балашова И. Ю.</b> ПРИМЕНЕНИЕ РЕЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БАЗАМИ ДАННЫХ В РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ГОСТИНИЧНОГО КОМПЛЕКСА .....	174
<b>Сергеева Н. А., Иванова Т. А., Тростянский Г. М.</b> АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ОФИСНОЙ ОРГТЕХНИКИ .....	176
<b>Серебрякова К. Г., Семянкова О. И.</b> ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ АЗЕРБАЙДЖАН: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ .....	178
<b>Симаков А. А., Шибанов С. В.</b> СЕТИ ПЕТРИ КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА АКТИВНЫХ ПРАВИЛ.....	180
<b>Тарасев А. В., Макурков А. С., Шибанов С. В.</b> ЯЗЫКИ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ АКТИВНЫХ ПРАВИЛ.....	182
<b>Титова Е. И.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕШЕНИИ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ.....	184
<b>Торгашин Д. А., Косников Ю. Н.</b> АЛГОРИТМ ДЕТЕКТОРА ЖЕСТОВ ДЛЯ СЕНСОРНОГО ЭКРАНА .....	186

<b>Торгашин Д. А.</b> ПРОСТОЙ СПОСОБ БЫСТРОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ANDROID ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ РАЗНЫХ ЭКРАНОВ .....	188
<b>Чернов А. П., Князев В. Н.</b> АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ТАБЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОРОВ.....	189
<b>Чиркин К. Д., Калашников В. А., Пащенко Д. В.</b> ОКРАШИВАНИЕ ЧЕРНО-БЕЛЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ .....	192
<b>Чувашова Т. А., Семянкова О. И., Семянкова О. И.</b> ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ГОССЛУЖБЫ В РОССИИ КАК ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА ПРОЗРАЧНОСТИ КОММУНИКАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ: ИСТОКИ (на примере «Соборного уложения») .....	195
<b>Юданов Д. А., Артюхин В. В.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖИЗНЕННОЙ СИТУАЦИИ, НА ПРИМЕРЕ УБИЙСТВ НАСЕКОМЫХ .....	197

## ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ

<b>Борисова С. Н.</b> БЕЗ ОПАСНОСТЬ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID.....	200
<b>Власов М. В., Малашкин М. Д., Иванов А. П.</b> РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АТАК НАРУШИТЕЛЯ НА КОМПОНЕНТЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	202
<b>Колядо К. А., Костюченков С. А., Канаева Е. А., Липилин О. В.</b> МАСТЕР-КЛАСС ПО КРИПТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДАМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ .....	204
<b>Костров И. А., Щербакова А. Ю.</b> ПРИМЕНЕНИЕ КЕЙС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАВЫКОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБЪЕКТА.....	206
<b>Краснов А. А., Чечель П. К., Дубравин А. В.</b> ПРОБЛЕМА БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ .....	208
<b>Никишин К. И.</b> СОКРЫТИЕ ИНФОРМАЦИИ В ГРАФИЧЕСКОМ ФАЙЛЕ С ПОМОЩЬЮ МЕХАНИЗМА СТЕГАНОГРАФИИ.....	210
<b>Никишин К. И.</b> ШИФРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДСТАНОВОЧНОГО ШИФРА .....	212
<b>Никольский А. М., Лупанов М. Ю.</b> АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ОПЕРАЦИЙ АВТОРИЗИРОВАННОГО ОБМЕНА ДАННЫМИ МЕЖДУ ВНЕШНИМИ НОСИТЕЛЯМИ ИНФОРМАЦИИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ.....	214
<b>Петрунин С. В., Теплов Н. К., Борисова С. Н.</b> ЗАЩИЩЕННАЯ СРЕДА ЗАПУСКА ПРИЛОЖЕНИЙ (SANDBOX).....	216
<b>Солдатенков Д. В., Липилин О. В.</b> ОЦЕНКА РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МЕТОДА ПРЯМОГО ОРТОГОНАЛЬНОГО ДИСКРЕТНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ .....	218

<b>Трилисский В. О., Кулюцин А. А., Дегтев М. С., Юрлов В. Э., Иванов А. П.</b> ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧКИ ПО ВИБРОАКУСТИЧЕСКОМУ КАНАЛУ .....	221
---	-----

<b>Хасанов Ш. А.</b> ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	222
---	-----

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИБОРОСТРОЕНИИ, ЭЛЕКТРОНИКЕ И ЭНЕРГЕТИКЕ**

<b>Балашов А. А., Трусов В. А., Васильев А. С., Коришунов Д. В., Нуржанов Д. Х.</b> ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РАДИО И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ВОЕННОМ ДЕЛЕ .....	225
---	-----

<b>Богатырев А. А., Ермолаев А. С., Саменков Е. В., Баннов В. Я.</b> ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ ПОМЕХ.....	229
--	-----

<b>Боряк С. В., Мясникова Н. В.</b> УЛЬТРАЗВУКОВАЯ СИСТЕМА НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ .....	233
---	-----

<b>Вареник Ю. А., Еремкина Е. В.</b> ЦИФРОВОЙ АВТОМАТ РЕГУЛИРОВАНИЯ УСКОРЕНИЯ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА С АВТОНОМНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ.....	235
--	-----

<b>Глухов Г. С., Федотова А. С.</b> ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВИХРЕТОКОВОГО ДАТЧИКА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ.....	237
---	-----

<b>Глухов Г. С., Федотова А. С., Попченков Д. В.</b> ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕТОКОВОГО ДАТЧИКА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ.....	241
--	-----

<b>Голубков П. Е., Мартынов А. В., Печерская Е. А.</b> МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРОЦЕССЕ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ .....	245
--	-----

<b>Гордеев И. А., Вареник Ю. А., Шмельков А. В.</b> ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ УЗЕЛ ВИДЕОПРОЦЕССОРА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ КОНТРАСТНОСТИ НА ОСНОВЕ ПРОТЯЖЕННОСТИ ГИСТОГРАММЫ.....	248
---	-----

<b>Гуськова Д. Д., Волков В. С.</b> ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ СДВИГОВОГО ТЕНЗОЭФФЕКТА.....	250
---	-----

<b>Ермолаев А. С., Богатырев А. А., Баннов В. Я., Гришко А. К., Кочегаров И. И.</b> RASPBBERRY PI И ARDUINO КАК ИНСТРУМЕНТЫ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ.....	252
--	-----

<b>Зинченко Т. О., Печерская Е. А.</b> АНАЛИЗ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОЗРАЧНЫХ ПРОВОДЯЩИХ ПОКРЫТИЙ.....	256
---	-----

<b>Зинченко Т. О., Печерская Е. А.</b> АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОЗРАЧНЫХ ПРОВОДЯЩИХ ПОКРЫТИЙ.....	258
---	-----

<b>Каримов И. И., Юрков Н. К., Горячев Н. В., Нуржанов Д. Х., Подсякина А. Ю.</b> ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ С КОНДУКТИВНЫМ ОТВОДОМ ТЕПЛА .....	260
---	-----

<b>Крайнова К. Ю., Печерская Е. А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК КРЕМНИЯ, ХИМИЧЕСКИ ОСАЖДЕННЫХ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ .....	263
--	-----

<i>Крестин Э. В., Москвитина О. В., Сеницын М. О., Кочегаров И. И.</i> СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ РАСХОДА ГАЗА. СРАВНЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «СУПЕРФЛОУ-2Е» И КОМПЛЕКСА «ГИПЕРФЛОУ-3ПМ».....	265
<i>Куприянов И. В., Костюнин А. В., Семенов А. Д.</i> СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ СПЕКЛОВОЙ КАРТИНЫ .....	268
<i>Лукичев Д. А., Горюнов Ю. Ю.</i> ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ .....	270
<i>Люттов М. М., Турмышов А. А., Митрохина Н. Ю.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КУРСЕ Т ЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ТВОРЧЕСКОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «БОЕПРИПАСЫ И ВЗРЫВАТЕЛИ» .....	271
<i>Мазнев А. А., Наумова И. Ю.</i> СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РАЗВЕРТЫВАЮЩИХ АНАЛОГО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ .....	273
<i>Майоров А. В., Мосеев А. П., Бростилов С. А.</i> МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ .....	278
<i>Мартынов А. В., Голубков П. Е., Шепелева Ю. В., Печерская Е. А.</i> ОДНОШАГОВЫЙ И ДВУШАГОВЫЙ МЕТОД НАНЕСЕНИЯ ТОНКИХ ПЕРОВСКИТОВЫХ ПЛЕНОК ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	282
<i>Николаев К. О., Зинченко Т. О., Абдуллин Ф. А., Печерская Е. А.</i> РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА МИКРОГИРОСКОПА.....	285
<i>Петрунин А. Р., Буянов А. Г.</i> ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ С ГАЗОРАЗРЯДНЫМИ ИНДИКАТОРАМИ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРАХ С «МАЛИНОВЫМ» БОЕМ .....	288
<i>Шехтман Л. М., Токарева А. С., Афонин А. Ю., Дудкин К. А.</i> СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ НА БАЗЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ .....	290
<i>Якушов Д. В., Аверин И. А.</i> ПЕРЕДАЧА ЦИФРОВОГО СИГНАЛА ЧЕРЕЗ РАЗВЯЗЫВАЮЩИЙ ТРАНСФОРМАТОР.....	293

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ И ТРАНСПОРТЕ**

<i>Виноградова Е. С., Ильченко М. А., Прошкина Е. Н.</i> АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ И РАЗРЕШЕНИЯ КОНФЛИКТНЫХ СИТУАЦИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ.....	296
<i>Мирошниченко В. В., Истомина Ю. В.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ И ТОЧНОСТИ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ .....	298

*Научное издание*

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ.  
Проблемы и перспективы**

**Сборник научных статей  
Всероссийской межвузовской  
научно-практической конференции**

г. Пенза, 14 марта 2018 г.

*Все материалы представлены в авторской редакции*

Компьютерная верстка *Р. Б. Бердниковой*  
Дизайн обложки *А. А. Стаценко*

Подписано в печать 05.06.2018. Формат 60×84<sup>1/8</sup>.  
Усл. печ. л. 36,04.  
Заказ № 009582. Тираж 100.

---

Пенза, Красная, 40, Издательство ПГУ  
Тел./факс: (8412) 56-47-33; e-mail: iic@pnzgu.ru