

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Новосибирск
2019

Всероссийская научная
конференция молодых ученых

НАУКА ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИИ

Сборник
научных трудов

Часть 1

г. Новосибирск, 02-06 декабря 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

НАУКА ТЕХНОЛОГИИ ИННОВАЦИИ

**Сборник
научных трудов**

**г. Новосибирск, 02-06 декабря 2019 г.
в 9-и частях**

Часть 1

НОВОСИБИРСК
2019

УДК 62(063)

ББК 72.5я431

НЗ4

НЗ4 НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ //Сборник научных трудов в 9 ч. / под ред. Гадюкиной А.В. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019.

ISBN 978-5-7782-4006-3

Часть 1: – 200 с.

ISBN 978-5-7782-4007-0

В сборнике публикуются материалы по научным направлениям:
«Информатика, автоматика, вычислительная и измерительная техника»

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель Оргкомитета:

Батаев А.А., д.т.н., профессор, ректор НГТУ

Зам. председателя Оргкомитета:

Вострецов А.Г., д.т.н., профессор, проректор по научной работе НГТУ

Филатова С.Г., к.т.н., доцент, директор ИТЦ

Программный комитет:

Драгунов В.П., д.т.н., профессор, начальник ОПК ВК

Корель И.И., к.ф.-м.н., доцент, декан ФТФ

Осьмук Л.А., д.соц.н., профессор, директор ИСТР

Рева И.Л., к.т.н., доцент, декан АВТФ

Мелехина Е.А., к.п.н., доцент, декан ФГО

Саленко С.Д., д.т.н., профессор, декан ФЛА

Тимофеев В.С., д.т.н., доцент, декан ФПМИ

Хайруллина М.В., д.э.н., профессор, декан ФБ

Хрусталева В.А., д.т.н., профессор, декан РЭФ

Вильбергер М.Е., к.т.н., доцент, декан ФМА

Янпольский В.В., к.т.н. доцент, декан МТФ

Чернов С.С., к.э.н. доцент, декан ФЭН

УДК 62(063)

ББК 72.5я431

ISBN 978-5-7782-4007-0 (Ч.1)

ISBN 978-5-7782-4006-3

© Коллектив авторов, 2019

© Новосибирский государственный
технический университет, 2019

**НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ – ИНФОРМАТИКА,
АВТОМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ
ТЕХНИКА**

**Секция АВТОМАТИКА, ИЗМЕРЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ**

**ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ МЕЖДУНАРОДНОГО
СЛИЧЕНИЯ ЭТАЛОНОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДОБРОТНОСТИ**

**Э.А. Абросимов, Е.С. Коптев, Д.А. Модестова
"Сибирский государственный Ордена Трудового Красного
Знамени научно – исследовательский институт
метрологии" ФГУП "СНИИМ",
Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, e.koptev@gmail.com, dasha2496@gmail.com**

В статье приведен отчет о результатах международных сличений эталонов добротности между тремя институтами вместе с описанием методик выполнения измерений.

The article presents a report on the results of international comparisons of Q-standards between the three institutes, together with a description of the measurement procedures.

Настоящие международные сличения (далее - сличения) эталонов добротности проведены с целью установления эквивалентности результатов измерений эталонов на аппаратуре НМИ, участвующих в сличениях, и с целью подтверждения неопределенностей результатов измерений, заявленных НМИ. Участниками сличений являются: Федеральное государственное унитарное предприятие "Сибирский государственный Ордена Трудового Красного Знамени научно – исследовательский институт метрологии" (НМИ – Пилот, далее - ФГУП "СНИИМ"), Чешский метрологический институт (далее – ЧМИ), Республиканское Унитарное предприятие "Белорусский государственный институт метрологии" (далее - РУП "БелГИМ").

Сличения проведены по радиальной схеме. Принцип сличений заключается в измерении добротности транспортируемых эталонов на аппаратуре высшей точности всех НМИ, участвующих в сличениях. Эталоны откалиброваны на эталонной аппаратуре ФГУП "СНИИМ" согласно ГОСТ 8.498-98[1] по первичному эталону единицы

электрической добротности ГЭТ 139-83. Основная информация об эталонах представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики эталонов

Тип	Обозначение	Серийный номер	Габариты, мм		Масса, кг, не более
			диаметр	высота	
Q-0272-2	A-1	0098	80	140	0,57
	A-8	0128	80	140	0,42
	B-2	0238	80	140	0,34
	B-3	0271	80	140	0,31

Нормальными климатическими условиями измерений являются: температура $(20 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ и относительная влажность окружающего воздуха не более $(60 \pm 15)\%$. Перед началом измерений эталоны выдерживаются в нормальных климатических условиях не менее 5 суток. Контактные и токоведущие поверхности эталонов протираются этиловым ректифицированным спиртом с последующей их выдержкой на открытом воздухе до полной просушки.

1. Методика и средства измерений добротности эталонов во ФГУП "СНИИМ", Россия.

Калибровка эталонов во ФГУП "СНИИМ" выполняется путем передачи размера единицы электрической добротности от Государственного первичного эталона единицы электрической добротности ГЭТ 139-83 по утвержденной методике калибровки СНИИМ МК-008-05 (с использованием эталонной установки для измерения составляющих полной проводимости MCR-1372).

Установка MCR-1372 включает в себя три измерительных блока, каждый из которых выполнен по схеме двойного Т-образного моста. Результаты измерений на установке MCR-1372 рассчитываются по программе для ПК:

- через значения емкостей используемых эталонов единицы электрической емкости 1 разряда, откалиброванных по ГЭТ 107-77;

- через параметры используемого измерительного блока установки MCR-1372, которые обусловлены его конструкцией, в том числе - через линейные размеры блока, поправочные коэффициенты, емкости регулируемых отсчетных конденсаторов и пр.

2. Методика и средства измерений добротности эталонов в (ЧМИ), Чешская Республика.

Использовались 2 измерительных метода: метод мостов автобаланса и метод куметра.

Эталоны добротности A1 и A8 измерялись с помощью метода автобаланса, где использовались три моста: HP4275A, WK6440A и WK6530A. Измерения выполнены с подключением эталонов через четырехклеммную пару.

Эталоны добротности A1, A8, B2 и B3 измерялись модифицированным куметром Tesla BM-560. Генератор BM-560 заменен функциональным генератором DDS Tektronix AFG3101C, а детектор - на вольтметр переменного тока Fluke 5790A с широкополосным входом. Для измерения фактического управляющего напряжения эталона было добавлено устройство сопряжения на основе операционного усилителя AD8000.

3. Методика и средства измерений эталонов в РУП "БелГИМ", Республика Беларусь.

Действительные значения добротности эталонов определяют методом одновременного сличения с образцовыми мерами добротности Q-0272-2 первого разряда при помощи компаратора добротности. Компаратор добротности, представляющий собой комплекс средств измерений, в составе:

- измеритель добротности BM-560 (подключение к измерителю добротности BM-560 эталонов с биполярной штыревой системой подключения не требует специального адаптера);

- частотомер электронно-счетный ЧЗ-34;

- мост переменного тока P5083, кл.0,2/0,01;

- вольтметр переменного тока В7-34А, $\delta = 0,02\%$

Результаты измерений эталонов при номинальных значениях 75; 150; 250 и 250 и рабочих частотах (0,05; 1; 10 и 20) МГц соответственно приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты измерений эталонов Q-0272-2

ФГУП "СНИИМ"			ЧМИ			РУП "БелГИМ"		
$Q_{изм}$	U_p	u_c	$Q_{изм}$	U_p	u_c	$Q_{изм}$	U_p	u_c
76,16	0,46	0,229	76,13	0,457	0,228	77,63	1,165	0,58
146,8	0,88	0,444	146,50	1,612	0,806	146,9	2,204	1,01
254,5	2,55	1,273	256,50	7,182	3,591	252,0	3,780	1,89
253,3	2,55	1,267	247,60	9,904	4,952	253,4	3,801	1,90

В таблице приняты обозначения:

$Q_{изм}$ – измеренные значения добротностей эталонов;

u_c – стандартные суммарные неопределенности результатов измерений.

U_p – расширенные неопределенности для доверительной вероятности $P = 0,95$ (коэффициент охвата $k=2$).

Согласно Рекомендации COOMET R/GM/14:2006 [2] алгоритм обработки результатов измерений добротностей эталонов всеми участниками включает в себя:

1) Расчет опорного значения добротности $Q_{оп}$ как среднего взвешенного результатов измерений индуктивности всеми участниками;

2) Расчет стандартной неопределенности $u_{оп}$ опорного значения добротности $Q_{оп}$ как неопределенности среднего взвешенного уравнение;

3) Расчет относительных значений отклонений d_i от опорного значения $Q_{оп}$ результатов измерений $Q_{измi}$ каждого i -того участника;

4) Расчет стандартных неопределенностей u_{di} отклонений d_i уравнение.

Результаты обработки данных таблицы 2 согласно принятому алгоритму приведены в таблице 3. Способ подтверждения неопределенностей результатов измерений, заявленных участниками сличений согласно Рекомендации COOMET R/GM/14:2006 [2] критерием подтверждения неопределенностей, заявленных участниками сличений, является выполнение условия эквивалентности результатов сличений уравнение 1:

$$E_i \leq 2 \quad (1)$$

где E_i – коэффициент эквивалентности результатов сличений, полученных i -тым участником уравнение 2:

$$E_i = \frac{d_i}{u_{di}} \quad (2)$$

d_i, u_{di} – смотреть таблицу 2.

Значения коэффициентов эквивалентности, рассчитанные по данным таблицы 3 приведены в таблице 4.

Таблица 3 - Результаты обработки результатов сличений эталонов Q-0272-2

$Q_{оп}$	$u_{оп}, \%$	ФГУП "СНИИМ"		ЧМИ		РУП "БелГИМ"	
		$d, \%$	$u_d, \%$	$d, \%$	$u_d, \%$	$d, \%$	$u_d, \%$
76,39	0,57	0,30	1,24	0,34	1,24	1,6	0,66
146,7	0,46	0,04	0,85	0,16	1,03	0,11	0,16

Продолжение таблицы 3.

254,0	0,44	0,19	0,75	0,97	1,13	0,80	0,87
252,6	0,45	0,29	0,76	0,32	1,32	0,33	0,88

Таблица 4 - Коэффициенты эквивалентности результатов сличений

$Q_{ном}$	$f, \text{МГц}$	ФГУП "СНИИМ", Россия	ЧМИ, Чешская Республика	РУП "БелГИМ", Республика Беларусь
75	0,05	0,24	0,27	0,97
150	1	0,05	0,16	0,09
250	10	0,25	0,85	0,92
250	20	0,38	1,53	0,37

Из данных таблицы 4 следует, что условие эквивалентности выполняется для всех результатов сличений, полученных РУП «БелГИМ», ЧМИ и ФГУП «СНИИМ».

Литература:

1. ГОСТ 8.498-98. Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений электрической добротности = State system for ensuring the uniformity of measurement. State verification scheme for means of measuring electrical quality factor. Введ. 1999-06-30. – М: ИПК Издательство стандартов, 1999. – 5 с.
2. COOMET R/GM/14:2006: руководство по оцениванию данных ключевых сличений COOMET. - СПб. - 13 с.

**СИНХРОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ
ВХОДОМ. ОТ АНАЛОГОВО ДО ЦИФРОВОГО**

Д.Б. Буй, П.Ф. Баранов

**Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, г. Томск, buiducbien@tpu.ru**

Требования к точности измерений физических величин непрерывно возрастают и приводят к непрерывному совершенствованию измерительных преобразователей, при подтверждении метрологических характеристик которых метод сравнения с мерой обеспечивает высокую точность. Для

сравнения двух переменных сигналов широко применяются синхронные усилители с дифференциальным входом (СУДВ), обеспечивающие высокую разрешающую способность. В данной работе представлены полученные результаты разработки аналогового и цифрового СУДВ, предназначенных для метрологического обеспечения индуктивного делителя напряжения.

The requirements for the accuracy of measurements of physical quantities are constantly increasing and lead to continuous improvement of measuring transducers, with the confirmation of the metrological characteristics of which the method of comparison with the standard provides high accuracy. To compare two variable signals, lock-in amplifiers with differential input (LIADI) are widely used, providing high resolution. This paper presents the results of the development of analog and digital LIADI intended for metrological support of an inductive voltage divider.

Синхронное детектирование

Синхронные детекторы, используемые в СУДВ разделяются на гармонические и ключевые. Аддитивная математическая модель разностного сигнала для анализа принцип работы синхронного детектора (СД) имеет вид:

$$\Delta u(t) = u_x(t) - u_0(t) + n(t), \quad (1)$$

где $u_x(t) = U_x \cos(\omega t)$; $u_0(t) = U_0 \cos(\omega t)$.

Для выделения разности сигналов из шума в гармоническом СД проводятся умножение $\Delta u(t)$ на гармонический сигнал $u_{\text{ref}}(t) = U_{\text{ref}} \cos(\omega t - \varphi_{\text{ref}})$, имеющийся ту же частоту и вычисление интегралов:

$$\begin{aligned} \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \Delta u(t) u_{\text{ref}}(t) dt &= \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_0^T (U_x - U_0) U_{\text{ref}} \cos(\varphi_{\text{ref}}) dt + \\ &+ \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_0^T (U_x - U_0) U_{\text{ref}} \cos(2\omega t - \varphi_{\text{ref}}) dt + \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_0^T n(t) u_{\text{ref}}(t) dt, \end{aligned} \quad (2)$$

Первый интеграл равен $(U_x - U_0) \cdot U_{\text{ref}} \cos(\varphi_{\text{ref}}) / 2$, остальные интегралы стремятся к нулю при $T \rightarrow \infty$. Из формулы (2) видно, что после перемножения сигналов на выходе СД помимо переменной составляющей на удвоенной частоте по сравнению с частотой входного сигнала присутствует постоянная составляющая, пропорциональная входному разностному сигналу.

Синхронный усилитель с дифференциальным входом

Простейший СУДВ имеет структурную схему и векторную диаграмму измерения, представленные на рисунке 1.

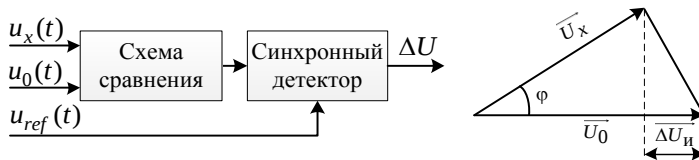


Рис. 1 – Структурная схема и векторная диаграмма СУДВ.
Величина на выходе простейшего СУДВ определяется как:

$$\Delta U \approx \frac{1}{E} \left(\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \left[u_x(t) - u_0(t) + \frac{u_x(t) + u_0(t)}{2 \cdot K_{\text{ОСС}}} \right] u_{\text{ref}}(t) dt \right), \quad (3)$$

где E – значение деноминатора синхронного детектора, В.

Векторная диаграмма СУДВ показывает, что при выделении разности сигналов появляется составляющая погрешности, обусловленная фазовым сдвигом между входными сигналами. Кроме этого, из формулы (3) видно, что помимо измеряемой разности сигналов, на выходе СУДВ присутствуют напряжения, обусловленные конечным подавлением синфазного сигнала схемы вычитания (инструментального усилителя ИУ) и не когерентностью опорного и детектируемого сигналов.

Схемотехническое увеличение $K_{\text{ОСС}}$

Составляющая погрешности измерения, обусловленная низким значением $K_{\text{ОСС}}$ схемы сравнения на ИУ можно уменьшить при организации следящего питания для этой схемы за одним входом с помощью повторителя напряжения [1]. Тогда выражение для этой составляющей погрешности имеет вид:

$$\gamma_{\text{сф}} = (1 - K_{\text{п}}) / K_{\text{ОСС}}, \quad (4)$$

где $K_{\text{п}}$ – коэффициент передачи повторителя.

Как видно из формулы (4) $\gamma_{\text{сф}}$ является функцией коэффициента передачи повторителя напряжения схемы следящего питания и $K_{\text{ОСС}}$ схемы сравнения сигналов, и стремится к нулю при $K_{\text{п}} \rightarrow 1$.

Результаты расчета показывают, что при отсутствии фазового сдвига и относительном отклонении $K_{\text{п}}$ повторителя напряжения не более 0.001%, то при наличии синфазного напряжения 10В на входе выбранного ИУ PGA207, его остаточное выходное напряжение составляет не более 1нВв диапазоне частот до 1кГц.

Фазовая инвариантность детектируемого напряжения

Для исключения зависимости результата вычитания сигналов от фазового сдвига между опорным и детектируемым сигналами

воспользуется схемой с двумя синхронными детекторами, опорные напряжения которых сдвинуты на 90° друг относительно друга. На выходе СД тогда получаются синфазная ΔU_C и квадратурная ΔU_K составляющие, на основе которых вычисляются модуль ΔU и фаза θ разностного сигнала:

$$\Delta U = \left(2\sqrt{\Delta U_C^2 + \Delta U_K^2} \right) / U_{ref} ; \theta = \arctg(\Delta U_K / \Delta U_C) + \varphi_{ref}, \quad (5)$$

Аналоговый двухканальный СУДВ

Структурная схема аналогового двухканального СУДВ для выделения дифференциальных сигналов представлена на рисунке 2.

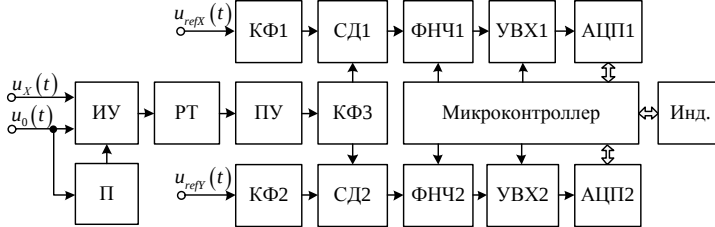


Рис. 2 – Структура двухканального синхронного усилителя.

В состав разработанного СУДВ входят инструментальный усилитель PGA207 со следящим питанием (ИУ), разделительный трансформатор (РТ), программируемый усилитель (ПУ), три двухкаскадных фильтра (КФ), два синхронных детектора AD734 (СД), два фильтра низких частот (ФНЧ), два устройства выборки и хранения (УВХ), два аналогово-цифровых преобразователя (АЦП) и микроконтроллер (МК).

Сравниваемые напряжения поступают на вход ИУ. Гальваническая развязка обеспечивается РТ. Разностное напряжение усиливается ПУ, фильтруется КФ и поступает на СД. На опорные входы СД подаются напряжения с КФ. Напряжения с выхода СД фильтруются ФНЧ. Выходные напряжения фильтров поступают на УВХ с целью калибровки измерительного тракта. Полученные напряжения оцифруются АЦП и обрабатываются МК. Результаты измерения выведены на индикаторе.

Цифровой двухканальный СУДВ

Для повышения точности выделения разности сигналов за счет применения цифровой обработки сигналов была разработана программа на графическом языке Labview на основе платформы PXI-1042Q с модулем PXI-5122, в которой СД, ФНЧ, УВХ являются цифровыми.

В качестве цифрового ФНЧ применён оконный sinc-фильтр, характеризующий простотой в реализации, устойчивостью и хорошими частотными характеристиками. Реализация цифрового УВХ позволяет исключить погрешности, присутствующие в аналоговом исполнении. Применение цифровой обработки сигналов также позволяет применить специальные цифровые фильтры (фильтр среднего и Калмана) от случайных шумов, таких как тепловые, токовые, контактные, импульсные.

Характеристики разработанных аналогового и цифрового СУДВ, полученных экспериментальным путем приведены в Таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики разработанных СУДВ

Характеристики	Аналоговый СУДВ	Цифровой СУДВ
Диапазон частот сравниваемых напряжений	от 20Гц до 100кГц	
Диапазон сравниваемых напряжений	от $10\sqrt{2}$ мкВ до $10\sqrt{2}$ В	от $100\sqrt{2}$ нВ до $10\sqrt{2}$ В
Разрешающая способность на 1кГц	10нВ	1нВ
Разрешающая способность в диапазоне рабочих частот и напряжений	100нВ, 1мкВ, 10мкВ	10нВ, 100нВ, 1мкВ, 10мкВ
Питание	от сети 220В, 50Гц	

Анализ данных, приведенных в таблице 1 показывает, что замена аналоговых СД, ФНЧ, УВХ на цифровые и применение специальных цифровых фильтров для фильтрации случайных шумов, таких как фильтры среднего и Калмана позволяют более эффективно выделить и фильтровать разности сигналов.

Разработанные СУДВ имеет превосходные метрологические характеристики по сравнению с зарубежными аналогами, позволяющими сравнивать напряжения только с амплитудами до 3В и дать разрешающую способность не выше 10-1мкВ при амплитудах сравниваемых напряжений 1В.

Литература:

1. Баранов П.Ф., Бориков В.Н. Синхронные усилители для метрологического обеспечения измерительных преобразователей: монография / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 161 с.

2. Pavel Baranov, Valeriy Borikov, Veronica Invanova, Bien Bui Duc, Sergey Uchaikin, Cheng Yang Liu. Lock-in amplifier with a high common-mode rejection ratio in the range of 0.02 to 100 kHz // ActaImeko. – March 2019.– Vol. 8, N 1. – P. 103-110.

3. Pavel Baranov, Valeriy Borikov, Edvard Tsimbalist, Bien Bui Duc. Decrease uncertainty of measuring small differential signal against large common-mode signal // MATEC Web of Conferences. – 2017. Vol. 102. – doi: 10.1051/matecconf/201710201006.

ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ КОЛЕСНЫХ ПАР ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В ДВИЖЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕНЗОМЕТРИИ

В.С. Выплавень, С.А. Бехер, А.О. Коломеец
Сибирский государственный университет путей сообщения,
г. Новосибирск, vladimir97927@gmail.com

В работе представлены результаты испытаний разработанного программного обеспечения для реализации способа контроля поверхности катания колес грузовых вагонов в движении по показателям динамики взаимодействия колес и рельсов. Проведены экспериментальные исследования на испытательном кольце АО «НИИЖТ». Выполнен сравнительный анализ результатов тензометрического и визуально-измерительного контроля в парке прибытия поезда.

This article shows the results of the pilot studies of a method for controlling rolling stock in motion. Studies were carried out on the experimental railway ring of JSC «RRI». Carry out a comparative analysis of strain-gauge and visual-measuring control carried out in the train arrival park.

При движении железнодорожных вагонов по рельсам наибольшим динамическим нагрузкам подвергается колесо. В результате механического износа, трения, пластической деформации и контактно-усталостных повреждений образуются и развиваются наиболее опасные дефекты – трещины, способные привести к разрушению колеса в процессе движения, сходу и крушению подвижного состава. Один из наиболее перспективных методов обнаружения дефектов поверхности катания, нарушающих нормальное качение колеса по рельсу, основан на измерении показателей динамики[1] взаимодействия колес и рельсов с использованием тензометрии.

Для регистрации сигналов с тензодатчиков использовалась многоканальная быстродействующая система «Динамика-3» [2, 3], разработанная специалистами ФГУП «СибНИА им. С.А. Чаплыгина» и СГУПСа. Экспериментальные исследования проводились на железнодорожном кольце АО «НИИЖТ» при многократном проходе грузового поезда по измерительному участку. В состав поезда входили 72 вагона с бездефектными и дефектными колесами. Движение осуществлялось в диапазоне скоростей от 40 км/ч до 70 км/ч. Перед началом испытаний проведен визуально-измерительный контроль, в результате которого обнаружено 15 дефектов с размером вдоль поверхности катания от 20 до 50 мм.

Для повышения достоверности обнаружения дефектов и оценки их параметров тензометрическим методом контроля разработаны алгоритмы обработки сигналов с использованием спектрального и корреляционного анализа. Для определения времени прохода колеса над тензодатчиками, рассчитывался сигнал симметричных вертикальных деформаций шейки рельса, что позволяло исключить влияние мешающего фактора – изгиба рельса [4]. Информативная составляющая сигнала выделялась с помощью операции линейной свертки с использованием оптимизированных для решения задачи эталонных тригонометрических функций, период которых обратно пропорционален скорости движения с коэффициентом, подобранным при обработке экспериментальных данных из условия максимизации вероятности обнаружения дефектов.

По итогам работы из проконтролированных 255 бездефектных колес тензометрическим методом не обнаружено дефектов ни в одном из 76 проездов. Шесть колес с дефектами поверхности катания протяженностью от 50 до 80 мм забракованы тензометрическим методом в (83 – 96) % проездов испытательного поезда. Три дефекта поверхности катания, обнаруженные тензометрическим методом, не были выявлены при визуальном осмотре до начала испытаний, так как попали в недоступную для осмотра область в месте контакта с рельсом и колодкой.

Литература:

1. Бехер С. А. Использование тензометрического метода для определения технического состояния ходовых частей вагона в движении / С. А. Бехер, А. С. Кочетков // Вестник Сибирского

государственного университета путей сообщения. – 2007. – Вып. 17. – С.143–148.

2. Степанова Л. Н. Тензометрическая система для обнаружения дефектов поверхности катания колес грузового вагона / Л.Н. Степанова, С.И. Кабанов, С.А. Бехер, А.О. Коломеец // Датчики и системы. – 2013. – № 10 (173). – С.38–44.

3. Степанова Л. Н. Быстродействующая тензометрическая система для диагностики ходовых частей грузовых вагонов / Л. Н. Степанова, С. А. Бехер, А. С. Кочетков // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2010. – № 2. – С.38–39.

4. Кочетков А. С. Разработка методики контроля дефектов поверхности катания железнодорожных колес в движении по показателям динамики их взаимодействия с рельсами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.11.13 / Кочетков Антон Сергеевич. – Томск : ТПУ, 2011. – 24 с.

МОДУЛЬ СБОРА ДАННЫХ РЕГИСТРИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОНИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КАЛОРИМЕТРА СУПЕР С-ТАУ ФАБРИКИ

А.А. Глушак^{1,2}, В.В. Жуланов¹

¹Институт ядерной физики СО РАН

**²Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, nastya.glushak.97@mail.ru**

В представленной работе рассматривается структура модуля сбора данных регистрирующей электроники электромагнитного калориметра Супер С-тау фабрики. Приведены принципиальная схема формирующего усилителя спектрометрического канала и дизайн платы, а также разработка программного интерфейса.

In this paper the structure of the data collection module of the registering electronics of the electromagnetic calorimeter Super C-tau factory is considered. The schematic circuit of the forming amplifier of the spectrometric channel and the design of the board, and the development of the software interface are given.

В Институте ядерной физики (ИЯФ СО РАН) ведутся работы по созданию нового ускорительно-накопительного комплекса высокой светимости встречных электрон-позитронных пучков Супер С-тау фабрика. На ней предполагается всестороннее изучение физики с-кварка и τ -лептона [1].

Большая светимость новой установки позволит исследовать процессы с малыми сечениями, но предъявляет жесткие требования ко многим системам установки, в частности к детектору. В его задачу входит идентификация заряженных частиц и вычисление их основных характеристик — энергии и импульса. Одной из главных подсистем детектора является электромагнитный калориметр. В нем происходит преобразование энергии регистрируемых частиц в пропорциональные по величине электрические сигналы.

Для считывания и обработки сигналов с калориметра создается 16-канальная плата усилителей-формирователей и АЦП CT_Shp16_CsI. В её задачи входит прием сигналов с фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), формирование импульсов симметричной формы и длительности, равной времени высвечивания сцинтиллятора, определение их основных характеристик, сбор пакетов данных и передача их в систему сбора данных через волоконно-оптическую линию связи (ВОЛС). Для такой платы разрабатывается её четырехканальный прототип, на котором будет произведена проверка работоспособности всех узлов будущей платы и протестирована передача данных по ВОЛС.

Цель работы: разработка четырехканального прототипа платы модуля сбора данных регистрирующей электроники электромагнитного калориметра Супер С-tau фабрики. Для достижения данной цели были обозначены **задачи**:

1. Оптимизация схемы формирующего усилителя электронного тракта канала регистрации с помощью моделирования сигналов;
2. Разработка принципиальных схем и дизайна печатной платы;
3. Разработка интерфейса работы модуля на языке описания аппаратуры VHDL.

Блок-схема четырехканального прототипа платы ФОА представлена на Рисунке 1.



Рис.1 – Блок-схема платы CT_Shp16_CsI

Блок 1 является приемником сигналов с ЗЧУ. Блок 2 представляет собой формирующий усилитель, который состоит из двух частей: формирующей части усилителя и АЦП. Блок 3 – программируемая пользователем вентильная матрица (FPGA), с помощью которой обрабатываются данные с АЦП, вычисляются основные характеристики и создаются пакеты для дальнейшей передачи. Блок 4 содержит устройства передачи данных: 10/100/1000 Base-T Ethernet port и 2xSFP+ (10GbE). Блок 5 – питание платы.

Основной частью блока 2 является формирующий усилитель (ФУ). В работе [2] представлены обоснования схемотехнического решения и этапы разработки принципиальной схемы усилителя (Рисунок 2), приведены основные расчеты и результаты моделирования в среде Multisim.

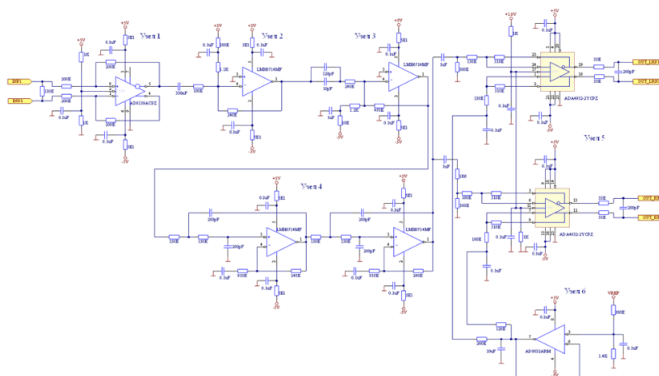


Рис.2 – Принципиальная схема формирующего усилителя

После разработки формирующего усилителя был произведен выбор FPGA для блока 3. Для выбранной микросхемы предъявляются высокие требования к организации питания, что потребовало использования дополнительных элементов.

Окончательным итогом работы над задачами 1 и 2 стала разработка дизайна печатной платы, представленной на Рисунке 3.

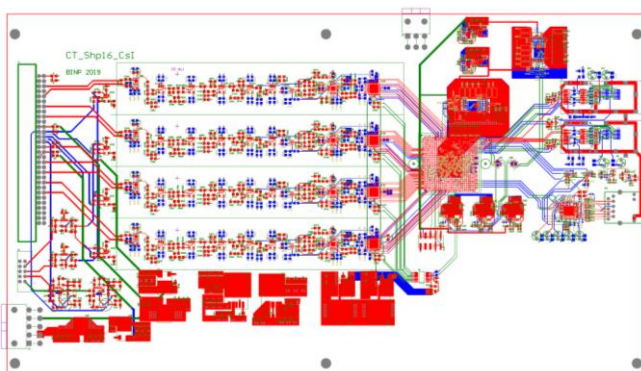


Рис.3 – Дизайн печатной платы CT_Shp16_CsI

Следующей задачей было написание интерфейса передачи данных между АЦП и FPGA. После оцифровки сигналов в АЦП, полученные данные передаются в FPGA, где они десериализуются и записываются в кольцевой буфер. Блок-схема передачи данных между АЦП и FPGA представлена на Рисунке 4.

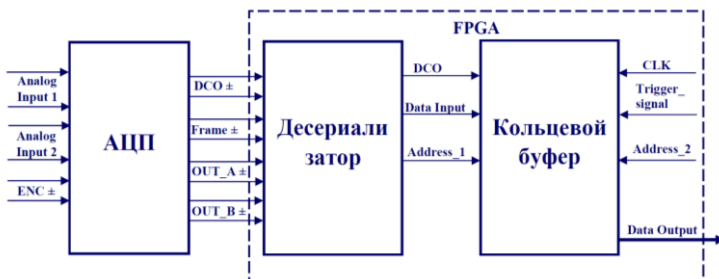


Рис.4 – Блок-схема передачи данных

Особенностью кольцевого буфера является наличие двух независимых портов для чтения и записи, что позволяет считывать и записывать данные по разным тактовым сигналам, то не удастся считать данные сразу после записи. Поэтому был разработан программный интерфейс, в котором по сигналу триггера запоминается текущий адрес, потом он передается в модуль, где генерируются адреса с записанными данными, а затем данные с буфера идут на выход.

Таким образом, были рассчитаны основные характеристики формирующего усилителя и промоделированы сигналы спектрометрического канала регистрации сигналов, разработан дизайн четырехканального прототипа модуля сбора данных. Также был написан интерфейс передачи данных между АЦП и FPGA.

В дальнейшем планируется разработка интерфейса передачи данных через Ethernet трансивер и 2xSFP+ (10GbE), а затем проверка работы основных блоков на прототипе.

Литература:

1. Супер Чарм – Тау фабрика. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ ЧАСТЬ 1 (физическая программа, детектор)/ В.В. Анашин, А.В. Анисёнков, В.М. Аульченко и др.–Новосибирск: ИЯФ СО РАН, 2018. – 136 с.
2. Глушак А.А. Модуль сбора данных электромагнитного калориметра Супер С-tau фабрики: выпускная квалификационная работа. – Новосибирск, 2019. – 63 с.

ПРОБЛЕМЫ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК НА МАГИСТРАЛЬНОМ НЕФТЕПРОВОДЕ, А ТАКЖЕ КАМЕРАХ ПУСКА-ПРИЕМА СНАРЯДА ОЧИСТНЫХ И ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

А.Э. Горбунова, И.В. Аржевкин, Д.С. Брагин
**Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники, г. Томск, ivanruf-1@mail.ru**

Исследован принцип работы прибора, контролирующего герметичность камер приема-пуска диагностических устройств. Проанализированы методы контроля целостности трубопроводов. Практическим путем были получены спектры шумов, возникающих при утечке. Предложен способ уменьшения ложных срабатываний устройства.

The principle of operation of the device that controls the tightness of the cameras of reception and start-up of diagnostic devices is investigated. The methods of monitoring the integrity of pipelines. The spectra of noise arising from leakage were obtained in a practical way. A method for reducing false positives of the device is proposed.

Рассмотрены используемые в магистральном трубопроводном транспорте нефти методы обнаружения утечек. Актуальность данной

темы обусловлена тем, что на сегодняшний день увеличилось число инцидентов на линейной части магистральных нефтепроводов и камерах пуска-приема снаряда очистного диагностического и прилегающей к ним запорной арматуре на нефтеперекачивающей станции. Существующие приборы некорректно определяют утечки на магистрали или запорной арматуре камер пуска-приема снаряда очистного диагностического.

Наиболее распространенный способ обнаружения утечки – использование датчика герметичности камер пуска-приема очистных устройств ДГК-1. При аварийной ситуации датчик подает на пульт оператора сигнал. Принцип работы устройства основывается на регистрации сигналов, вызываемых акустической эмиссией (акустического шума), возникающей при истечении жидкости через неплотности в камерах пуска-приема очистных устройств и в прилегающей запорной арматуре при наличии внутри избыточного давления свыше 0,3 – 2 МПа. Сигналы акустической эмиссии являются результатом: 1) турбулентных пульсаций, сопровождающих истечение жидкости; 2) кавитации, т.е. образованием и схлопыванием газовых пузырьков, обусловленным сильным локальным понижением давления в жидкости в местах возникновения утечки. Кавитация сопровождается мощным звукоизлучением, которое в месте возникновения утечки более чем на 40 дБ превышает фоновые значения акустического сигнала в диапазоне частот от 10 до 100 кГц.

Анализ проблемы и цели

Анализ существующих методов контроля целостности трубопроводов показал, что существует необходимость разработки более совершенного метода обнаружения утечек. На нефтеперекачивающей станции специалисты КИПиА, работающие с ДГК-1, который фиксирует возникновение утечки регулярно сталкиваются со специфической работой данного устройства: ложные срабатывания, неточность измерения. Это вызвано тем, что частотный диапазон принимаемых акустических сигналов очень широкой, поэтому происходят ложные срабатывания при изменении погодных условий. К примеру: 11 апреля 2016 года на 116 км РПД Новосибирск ЛУ Мариинская было зафиксировано 4 ложных срабатывания, произошедших в 01.36.00; 03.51.18; 13.50.21, 13.55.24 по местному времени. Всему этому способствовали погодные условия, в 1.00.00 уличная температура составляла +2, в 1.30.00 начался переменный дождь, который продлился до 4 часов утра. С 9 утра началось

потепление, а в 13.30 начался кратковременный дождь, продлившийся до 14.00. Как мы видим в промежутки изменения погодных условий произошли ложные срабатывания.

Результаты проведенной работы

В работе проведен теоретический и практический разбор утечек на макете камеры приема-пуска, а также возможные варианты для разработки новых приборов способных обнаружить утечки.

При нарушении герметичности трубопроводов истечение жидкости из отверстий в их стенках происходит при переменном напоре. Для преодоления жидкостью отверстия требуется разность давления $(P_{\text{внут}} - P_{\text{внеш}})$. $\Delta H = (P_{\text{внут}} - P_{\text{внеш}}) \rho \cdot g$, если при этом размеры отверстия много меньше ΔH , говорят о «малом» отверстии. Расход жидкости через отверстие выражается формулой $q = \mu \cdot s \cdot 2g \cdot \Delta H$. Для малых отверстий особенности формы не играют существенной роли, важна лишь площадь отверстия. Если ведется перекачка, то $P_{\text{внут}}$ есть давление в том сечении трубопровода, в котором находится отверстие.

При истечении жидкости в остановленном нефтепроводе возьмем во внимание два случая:

1. Площадь настолько мала, что вытекающая жидкость не создает сколько-нибудь заметного движения и жидкость в трубе можно считать покоящейся. Для этого случая справедлива формула:
 $P_{\text{внут}} = p_y + \rho g \cdot (z - z_*)$

2. Отверстие таково, что необходимо учитывать потери напора при течении жидкости слева и справа к аварийному сечению, однако разностью ΔH внутри и вне трубы в этом сечении пренебрегать нельзя. $q = \mu \cdot s \cdot \sqrt{2g \cdot \Delta H}$ – формула для определения расхода. Процесс истечения описывается следующей системой:

Неустановившиеся течения при полном заполнении сечений трубопровода жидкостью описываются дифференциальным уравнением:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial p(x,t)}{\partial t} + p_0 c^2 \frac{\partial v(x,t)}{\partial x} = 0 \\ p_0 \frac{\partial v(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial p(x,t)}{\partial x} = -\lambda(Re, \varepsilon) \frac{1}{d} \frac{p_0 V^2(x,t)}{2} - p_0 g \sin \alpha(x) \end{array} \right\},$$

Приведенные формулы помогают нам вычислить скорость истечения и расход при аварийной утечке.

Акустические детекторы распознают своеобразные ультразвуковые колебания. Утечку не всегда можно услышать, так как она иногда

находится за пределами слышимой части спектра. Из дифференциальных уравнений видно, что сила звука, производимого утечкой, определяется несколькими факторами, в том числе давлением, интенсивностью утечки, вязкостью жидкости и расстоянием от места утечки.

Для поиска способа устранения ложных срабатываний, было принято решение собрать экспериментальную установку. Макет представляет собой уменьшенную копию камеры пуска-приема снаряда очистного диагностического. В нем установлен датчик давления, два игольчатых крана, для имитации аварийной утечки или открытия запорной арматуры. Методика эксперимента заключается в следующем: был выбран микрофон, который подключен к цифровому осциллографу. Далее в камеру закачивается воздух под давлением в диапазоне от 0 до 6 МПа, кран размечен рисками для отслеживания диаметра отверстия в ходе эксперимента. Осциллограф, работающий в режиме PPF считывает спектры появившегося «шума».

По результатам эксперимента был сделан вывод, что в диапазоне 0-6 кГц для любых диаметров отверстия происходят характерные всплески в спектральной области. По снятым данным можно судить, что происходит утечка.

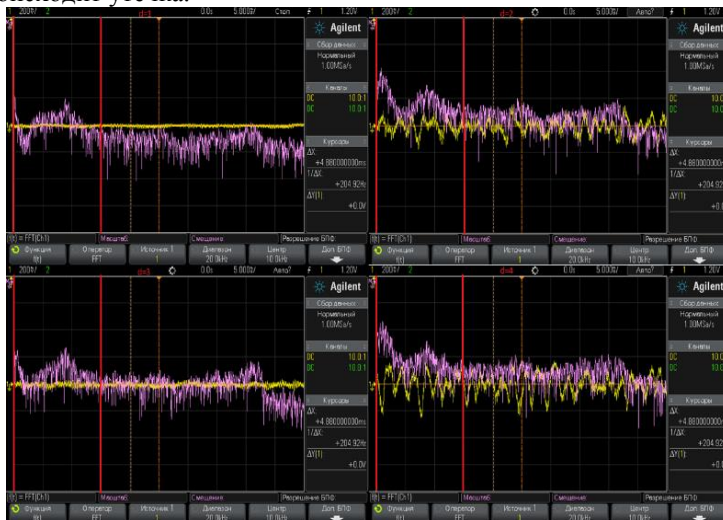


Рис. 1 – Спектр сигнала, при отверстиях $d=1,2,3,4$ мм

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

О.А. Горохов, М.В. Пильцов

**Ангарский государственный технический университет,
г. Ангарск, mpilcov@yandex.ru**

Статья посвящена созданию программного обеспечения, позволяющего автоматизировать процесс сбора данных по работе солнечных электроустановок. Эти данные могут быть полезны для определения периодичности чистки солнечных панелей, неизбежно загрязняющихся в процессе эксплуатации, а также оптимальности того или иного места установки модулей (их наклона, ориентации) с точки зрения эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую.

The article is devoted to the creation of software to automate the process of collecting data on the operation of solar electrical installations. These data can be useful for determining the frequency of cleaning solar panels, which are inevitably contaminated during operation, as well as the optimality of a particular installation location of the modules (their tilt, orientation) in terms of the efficiency of converting solar energy into electrical energy.

В Иркутской области наблюдается увеличение темпов использования солнечной энергии. Солнечные батареи применяются для питания маломощных потребителей в удаленных от электрифицированных городов и посёлков местах. В городах солнечные модули обеспечивают электричеством светофоры и регулируемые пешеходные переходы. Данный рост связан с резко континентальным климатом Иркутской области и её географическим положением, из-за чего область по числу часов светового сияния не уступает Кавказу и Крыму, при этом годовое значение доходит до 2500 часов.

Как известно, при длительной работе солнечные батареи покрываются пылью, что снижает их эффективность. При этом на сам процесс загрязнения влияет очень много случайных факторов, таких как: погода, время года, наличие птиц и т.д. Чтобы оценить и приблизительно определить оптимальные интервалы очистки батарей, необходимо собрать данные по их работе в течение года именно в месте установки. Очевидно, что проделать подобную работу вручную трудоемко и нецелесообразно. При этом возникает потребность в разработке программно-аппаратного комплекса, способного в течение длительного времени собирать, хранить и передавать на персональный компьютер данные по работе батарей в удобной для дальнейшей обработки форме.

Структурная схема такого комплекса приведена на рисунке 1. Комплекс обеспечивает измерение тока и напряжения сразу после фотоэлектрического преобразователя и с аккумуляторной батареи. В месте установки батареи с помощью датчика измеряется освещенность. Для связи аппаратной части с персональным компьютером используется плата Arduino Mega, которая через плату Ethernet по протоколу UDP позволяет передавать данные по витой паре [1].

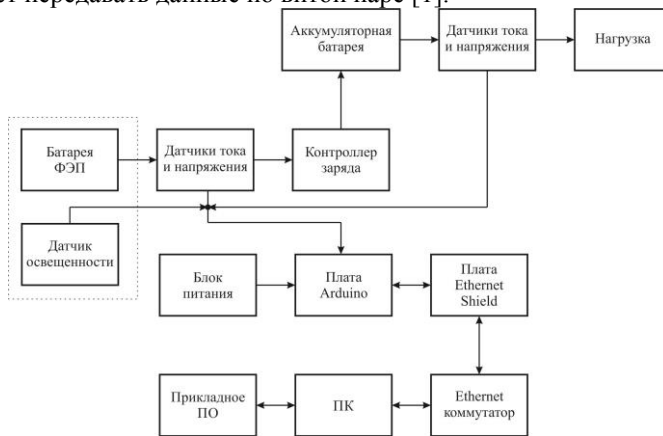


Рис. 1 – Структурная схема программно-аппаратного комплекса: датчик освещенности (BH1750), датчик тока и напряжения (ACS712, резистивные делители), плата Arduino (ATMega 2560)

Для платы Arduino разработана исполняемая программа, упрощенный алгоритм которой приведен на рисунке 2. Взаимодействие между прикладным программным обеспечением и платой осуществляется в режиме диалога. При этом плата Arduino воспринимает 6 команд [2]:

- при поступлении команды “Ard” плата осуществляет самодиагностику и в случае её удачного завершения передает команду “ArdOk”;
- при поступлении команды “BatCar” плата измеряет и передает величину тока с ФЭП;
- при поступлении команды “BatVol” плата измеряет и передает величину напряжения с ФЭП;
- при поступлении команды “ConCar” плата измеряет и передает величину тока с АКБ;

- при поступлении команды “ConVol” плата измеряет и передает величину напряжения с АКБ;
- при поступлении команды “Lux” плата измеряет и передает величину освещенности рядом с ФЭБ.

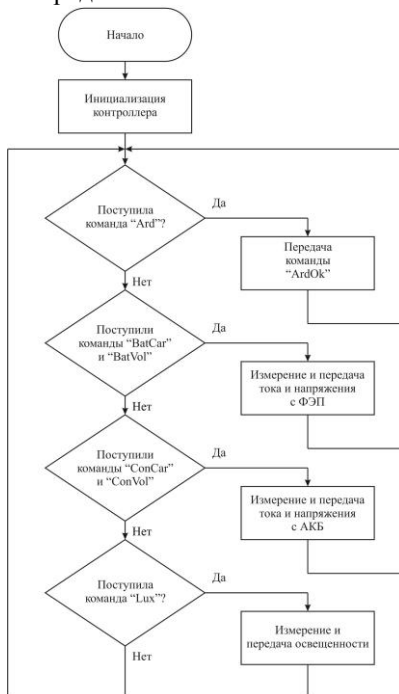


Рис. 2 – Алгоритм программы платы Arduino

Чтобы передача данных по UDP осуществлялась корректно плате Ethernet Shield необходимо задать MAC и IP адреса. В сетевых настройках ПК необходимо задать маску подсети и IP адрес. Параметры настройки сети приведены на рисунке 3.

ip: 10.1.15.246
Маска: 255.255.255.0

ip: 10.1.15.245
MAC: 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xEE

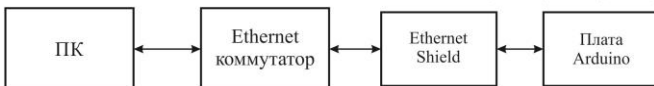


Рис. 3 – Сетевые настройки комплекса

Программное обеспечение для ПК, которое заставляет весь комплекс функционировать нужным образом, было реализовано на языке программирования Python 2.7. Внешний вид программы показан на рисунке 4. Для создания графического интерфейса пользователя использовался фреймворк PyQt. Реализацию обмена данными между сетевой картой ПК и платой Ethernet Shield обеспечила библиотека socket, упрощающая работу с UDP протоколом [3].

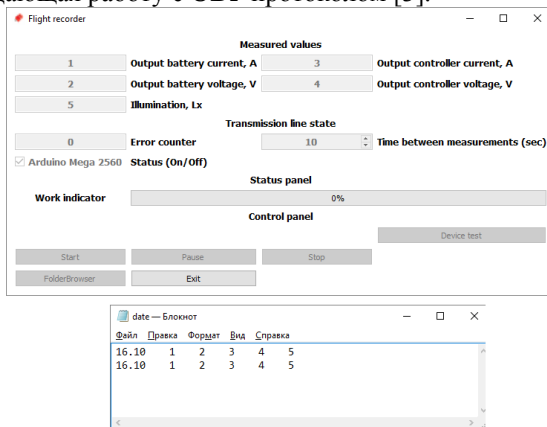


Рис. 4 – Внешний вид программы и форма выходных данных

Разработанная программа позволяет опрашивать датчики комплекса и выводить измеренные значения на экран в реальном времени. Присутствует возможность начать, приостановить и завершить измерения. Имеется возможность установки времени между измерениями, а также выбора папки, куда будут в формате .txt сохраняться измерения. Данные в файл при этом сохраняются так, чтобы их можно было открыть и использовать в таких математических пакетах, как MATLAB и Mathcad.

Программа автоматически каждые новые сутки создаёт новую рабочую папку, куда сохраняет данные. Для учета возможных потерь данных по протоколу UDP в программе реализован счетчик ошибок при передаче.

Так как время между измерениями может быть любым, в программу добавлен индикатор выполнения, позволяющий визуально наблюдать её корректную работу и вовремя реагировать в случае её возможного сбоя.

Литература:

1. Максимов Н.В. Компьютерные сети. – М.: ФОРУМ, 2016. – 464 с.
2. Петин В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. – Спб.: БХВ-Петербург, 2014. – 400 с.
3. Хахаев И.А. Практикум по алгоритмизации и программированию на Python. – М.: Альт Линукс, 2010. – 126 с.

РАСЧЁТ РЕГУЛЯТОРА ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ ТЕРМОСТОЛИКА НА ОСНОВЕ ЭЛЕМЕНТА ПЕЛЬТЬЕ

В.А. Гринкевич, Г.В. Сероклинов

**Сибирский Федеральный Научный Центр Агробиотехнологий
Российской академии наук, Краснообск, grinkevich-vova@mail.ru**

В данном докладе рассматривается оценка математической модели термосталика на основе элемента Пельтье и синтез регулятора температуры с применением метода разделения движений. Приведены результаты формирования температурного профиля. Выявлено, что математическую модель термосталика необходимо оценить экспериментально. Данная работа использована в СФНЦА РАН для разработки термосталика на основе элемента Пельтье.

In this paper estimation of mathematical model of temperature controlled stage based on Peltier element and current controller design by time-scale separation method is considered. Results of temperature profiling are showed. Found that it is necessary to estimate mathematical model of thermal stage experimentally. This work is applied is SFSCA RAS for design of thermal stage based on Peltier element.

В Сибирском Федеральном Научном Центре Агробиотехнологий РАН проводятся экспериментальные исследования по оценке реакции растений на воздействие различных стрессоров, в том числе температуры [1], а так же разработка методов повышения стрессоустойчивости растений [2]. Для таких задач необходимо устройство (термосталик) с функцией формирования различного профиля изменения температуры (экспоненциального, трапециoidalно-экспоненциального), а также стабилизации температуры. На данный момент не выпускаются термосталики с заданными техническими требованиями. При разработке нового устройства для регулирования температуры возникает необходимость синтеза или настройки регулятора. В качестве исполнительного элемента формирования температурного профиля [3] используется элемент Пельтье [4].

В работе [4] рассмотрен расчёт ПИ-регулятора температуры для элемента Пельтье [4, 5] методом разделения движений [6]. Однако в статье [4] было принято, что тепло по рабочему объёму распространяется довольно быстро, не приводились конструктивные особенности рабочего объёма. При учёте распространения тепла по рабочему объёму усложняется математическая модель. Кроме того параметры математической модели элемента Пельтье являются не стационарными. Для эффективной оценки параметров математической модели термостолка на рисунке 1 с учётом конструктивных особенностей требуется идентификация. Однако математическая модель термостолка является нелинейной, для которой выбор алгоритма идентификации является сложным, и необходимо применение нескольких датчиков температуры, что усложняет техническую реализацию идентификации математической модели термостолка.

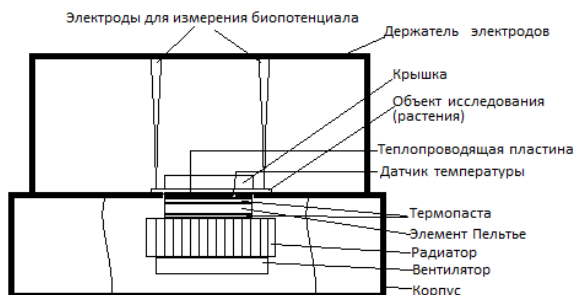


Рис 1 — Схема термостолка, применяемого для исследования растений на тепловые воздействия

Поскольку управляющим фактором для элемента Пельтье является ток, для оценки математической модели данного термостолка требуется рассмотреть процессы по температуре при различных заданных токах (рисунок 2).

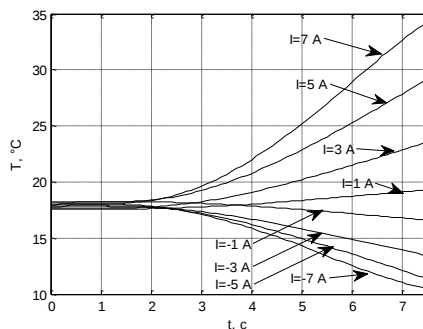


Рис. 2 — Переходные процессы по температуре в исследуемом термостоліке при заданных токах

Как видно из рисунка 2 математическая модель термостоліка является нелинейной, имеет порядок больше 1, процессы по температуре при заданных токах имеют отличие от процессов рассмотренных в работе [5]. Для нелинейных объектов более 2 порядка имеет место сложная структура регулятора. Однако метод разделения движений позволяет выполнить синтез регулятора в случае не полностью известной математической модели. Поэтому в данной работе рассматривается возможность аппроксимации математической модели термостоліка, объектом второго порядка в виде

$$T(s) = \frac{1}{(T_1 s + 1)s} \cdot k(I) \cdot I(s) + \frac{k_{\text{то}}}{s} \cdot (T_{\text{oc}}(s) - T(s)),$$

где $T(s)$ — изображение по Лапласу температуры рабочего объёма термостоліка, s — переменная Лапласа, T_1 — постоянная времени переходного процесса по температуре, $k(I)$ — функция учитывающая нелинейность объекта управления, $I(s)$ — изображение по Лапласу тока, $k_{\text{то}}$ — коэффициент, учитывающий скорость теплообмена между рабочим объёмом и окружающей средой, T_{oc} — температура окружающей среды. Путём численного моделирования в программе Matlab оценим диапазон изменения $k(I)$, T_1 и $k_{\text{то}}$. В результате $k(I)$ и $k_{\text{то}}$ изменяются в ограниченном диапазоне, $T_1=8$.

Для объекта второго порядка имеет место закон управления в виде ПИД-регулятора, коэффициенты которого рассчитаны по методу разделения движений [6].

На рисунке 3 показаны переходные процессы по температуре с применением ПИД-регулятора (рисунок 4). Эти процессы соответствуют техническим требованиям.

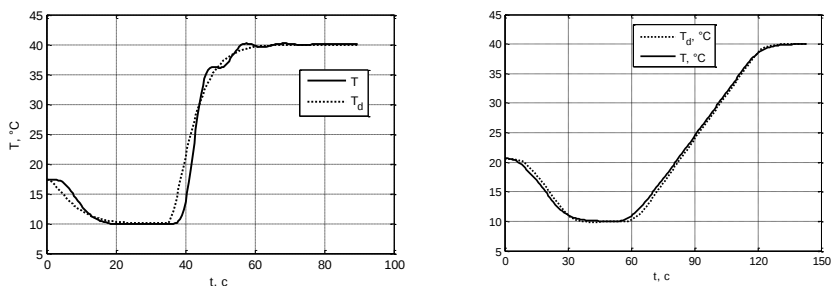


Рис. 3 — Графики формирования температурного профиля: экспоненциального (слева), трапециoidalно-экспоненциального (справа)

Выводы

1. Экспериментальная оценка параметров математической модели термостоллика на основе элемента Пельтье является более точной, чем по расчётам с применением технических характеристик.
2. ПИД-регулятор является более подходящим для обеспечения требуемого качества переходных процессов по температуре.

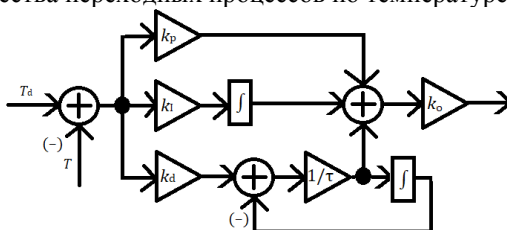


Рис. 4 — Структурная схема ПИД-регулятора

Литература:

1. Сероклинов Г.В., Гунько А.В. Информационные технологии при исследовании изменения биопотенциала растений от действия

температуры. // Актуальные проблемы электронного приборостроения труды XII международной конференции: АПЭП-2014. 2014. С. 72-75.

2. Гурова Т.А., Осипова Г.М. Проблема сопряжённой стрессоустойчивости растений при изменении климата в Сибири. // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. Краснообск: Издательство «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук», 2018. — Т.48. — №2 — С 81 — 92. ISSN: 0370-8799.

3. Температурный профиль. [Электронный ресурс], н.д.2019. Режим доступа: [http://www.pk-altonika.ru/dictionary_42.htm]

4. Гринкевич В.А. Синтез регулятора температуры для элемента Пельтье // Сборник научных трудов НГТУ — Новосибирск: Издательство НГТУ, 2019. — № 1(94) — с 7—31. DOI: 10.17212/2307-6879-2019-1-7-31.

5. Гринкевич В.А. Исследование математической модели термостата на основе элемента Пельтье // Сборник научных трудов НГТУ — Новосибирск, 2017. — № 3(89) — с 62—77. DOI: 10.17212/2307-6879-2017-62-77.

6. Юркевич В.Д. Многоканальные системы управления. Синтез линейных систем управления с разнотемповыми процессами: учебное пособие — Новосибирск: Издательство НГТУ, 2016. — 183 с.

РАЗРАБОТКА АСУТП С ПОДСИСТЕМОЙ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТРУБ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ И СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ СВАРКИ

Е.С. Гришин, К.С. Нестеров

**Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта, г. Калининград, post@kantiana.ru**

В данной статье описывается процесс разработки комплексной АСУТП предприятия по производству труб из нержавеющей стали, на основе объединения локальных САУ в единую информационно-технологическую систему. Кратко описывается технологический цикл данного производства, используемое оборудование, его особенности, а также его изменение в результате внедрения АСУТП. Описываются требования к контролю качества выпускаемой продукции и методы этого контроля. Объясняются особенности

и состав АСУТП. Перечисляются элементы оборудования, включаемые в систему АСУТП, приводятся их технические характеристики, обосновывается их выбор. Описываются программные средства и их структура, взаимодействие элементов в системе, основные задачи, решаемые АСУТП и их влияние на качество выпускаемой готовой продукции. Производится технико-экономический анализ и обоснование применения системы АСУТП для данного производства.

This article describes the process of developing an integrated process control system for an enterprise for the production of stainless steel pipes, based on the combination of local automation systems into a factory information technology system. Briefly describes the technological cycle of the production, the equipment used, its features, as well as its change as a result of the introduction of the process control system. It describes the requirements for quality control of products and methods for this control. The features and composition of the process control system are explained. The items of equipment included in the process control system are listed, their technical characteristics are given, and their choice is justified. Software and their structure, the interaction of elements in the system, the main tasks solved by the process control system and their influence on the quality of the finished product are described. The technical and economic analysis and justification of the application of the process control system for this production is carried out.

Предприятие ООО «Технотюб» специализируется на производстве сварных нержавеющей труб для широкого круга потребителей. Производство нержавеющей труб со сварным швом включает в себя применение сварочного оборудования. Независимо от того, какой именно метод сварки применяется (электросварка, сварка лазером, сварка плазмой, сварка пучками электронов), суть процесса одинакова: лист (штрипса — плоская) из нержавеющей стали сворачивается при помощи валов прокатного стана, и края его соединяются с помощью сварного шва. После этого шов зачищается, шлифуется и проходит все необходимые испытания, доказывающие его прочность. Последним этапом труба проходит калибровку и нарезается на куски нужной длины. Согласно ГОСТ 11068–81 (Трубы электросварные из коррозионностойкой стали. Технические условия) [1] допустимый диаметр сварных труб из нержавеющей сталей (от 8 до 102 мм) и допустимая толщина их стенок — от 0,8 до 4 мм. С целью контроля качества продукции, контроля соответствия фактического процесса производства технологическим картам и схемам для различных видов материалов и подтверждения параметров продукции потребителям на предприятии планируется создание АСУТП.

В настоящее время линии по производству труб представляют собой систему локальных САУ на микроконтроллерах различных

производителей (Siemens, Omron), синхронизируемых перемещаемой заготовкой.

Недостатки существующей системы:

1. Фиксация параметров технологического процесса не ведется, связь номера партии выпущенной продукции и параметров ее жизненного цикла производства установить невозможно.

2. Невозможно контролировать соответствие параметров технологического процесса производства технологической карте из базы данных для различных видов и марок стали.

3. Техническое обслуживание оборудования и полировку валков, устранение возникающих дефектов производят по наработке.

После внедрения АСУТП будут решены следующие задачи и произойдут изменения организации и контроля процесса производства:

1. Для различных марок стали будут контролироваться значимые параметры технологического процесса в соответствии с базой данных [2], содержащей требуемые параметры технологического процесса в зависимости от марки сырья и его геометрических параметров.

2. Все значимые параметры технологического процесса будут фиксироваться в базе данных, номер партии будет связан с набором технологических параметров.

3. Качество продукции будет непрерывно контролироваться методами неразрушающего контроля

4. Процесс производства будет визуализирован, контроль работы оборудования будет производиться непрерывно и станет доступен всем лицам, контролирующим производственный процесс

5. Будет производиться непрерывный контроль состояния оборудования на основе анализа тенденций изменения (ухода) технологических параметров от рабочих характеристик. Соответственно, будет формироваться логический вывод о необходимости проведения ТО или приобретения ЗИП для элементов оборудования, могущих отказать [3]. Будет накапливаться знания по поиску неисправности в оборудовании в базе данных, что позволит снизить простои оборудования вследствие отказов.

6. Управление ТО и ТР будет производиться с использованием ЕАМ, что позволит снизить затраты на процесс ТО и ТР и прогнозировать необходимые ресурсы.

АСУТП будет получать сигналы от контроллеров локальных САУ, для контроля качества продукции будут смонтированы дополнительные

датчики, обеспечивающие ультразвуковую диагностику качества сварного шва и толщины стенки трубы [4]. Данные будут собираться в локальные интеллектуальные станции на базе контроллеров Siemens S7-1500 (по одной на стан) с блоками расширения и коммуникационными модулями для ввода сигналов с САУ оборудования и дополнительно установленных датчиков. АСУТП реализуется на ПО верхнего уровня Мастер SCADA Российской разработки (ООО «ИнСат»), что обеспечит поддержку ПО разработчику в случае осложнения международной обстановки и введении санкций.

В связке с АСУТП на производство внедряется система диагностики состояния оборудования собственной разработки, выполняющая анализ потока диагностических данных, которое будет функционировать как программно-аппаратное средство, позволяющее осуществлять раннюю диагностику неисправностей технологического оборудования. Это позволит предотвращать технологические аварии, своевременно корректировать порядок регламентного обслуживания оборудования и его ремонтов и сэкономить в результате значительные финансовые ресурсы. Система позволяет сделать вывод о текущем состоянии наблюдаемого оборудования, что позволяет проводить его обслуживание по фактическому состоянию. Система получает информацию как от верхнего уровня АСУТП, так и с уровня контроллеров или дополнительно введенных контроллеров с набором необходимых датчиков.

Расчеты показывают, что внедрение АСУТП и обслуживание по фактическому состоянию позволяет:

1. Сократить количество обслуживаний на 50%
2. Сократить затраты на обслуживание на 75%
3. Уменьшить количество отказов на 70% за первый год работы
4. Снизить издержки вследствие внезапных отказов оборудования
5. Снизить, времена простоя при поиске неисправности.

Внедрение системы АСУТП на объекте автоматизации даст следующие положительные результаты:

1. Позволит производить непрерывный контроль качества производимой продукции.
2. Позволит производить контроль состояния парка используемого промышленного оборудования и оптимизировать затраты на его обслуживание.

3. Позволит руководящему персоналу предприятия контролировать ход технологического процесса и его значимые параметры.

Данная работа была поддержана Министерством образования и науки Российской Федерации, соглашение №14.578.21.0141 (уникальный идентификационный номер проекта RFMEFI57815X0141).

Литература:

1. ГОСТ 11068–81 (Трубы электросварные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия)

2. Типовая отраслевая база данных технологического назначения для автоматизированного формирования комплектов технологической документации по всем видам технологических переделов

3. Stephan H., Karl F. Knowing plant — Decision supporting and planning for engineering design // Intelligent Systems in Design and Manufacturing III. Proc. SPIE.2000. P. 376–384.

4. Е. С. Калинина, С. В. Нестеров, О. В. Толстель. Диагностика и аппаратное моделирование неисправностей промышленного оборудования. // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2014. Вып. 10. ISSN2223–2095, e-ISSN2310–3698. С. 82–86 (перечень ВАК).

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ,
ПОЛУЧАЕМЫХ НА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ MCR-1372**

А.А. Каштанов, Е.С. Коптев
Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, koptev@corp.nstu.ru

Статья представляет собой результаты создания программного обеспечения эталонной установки для измерения составляющих полной проводимости MCR-1372. В докладе будут рассмотрены методы создания и проведен анализ эффективности обновлённого программного обеспечения.

The article presents the results of creating the software of the reference setup for measuring the components of the full conductivity MCR-1372. The report will discuss methods for creating and analyze the effectiveness of updated software.

Актуальность работы

“Снижение средней стоимости услуг в области обеспечения единства измерений (с учетом минимального размера оплаты труда и инфляции); снижение среднего времени получения услуги в области обеспечения единства измерений, в том числе отдельно для промышленных предприятий Сибирского и Дальневосточного федеральных округов.

Важным показателем удовлетворенности граждан и хозяйствующих субъектов является доступность государственных услуг в области обеспечения единства измерений, в том числе с использованием информационно - телекоммуникационной сети "Интернет" (Стратегия обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года).

Цель работы

В данной работе были поставлены следующие цели: изучить принципы работы на эталонной установке для измерения составляющих полной проводимости MCR-1372 и создать программное обеспечение, соответствующее стратегии Российской Федерации об обеспечении единства измерений.

Результаты

После создания программного обеспечения время работы с измерительной установкой значительно уменьшилось – практически в 20 раз, и вместо двоих специально обученных сотрудников достаточно одного. Как следствие, стоимость проведения работ тоже значительно уменьшилась, так каждое измерение стало дешевле более чем на 3000 рублей. Цель, поставленная в начале работы, была достигнута. См. Таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты работы

	Было	Стало
Стоимость работ по поверке	Более 10000	Дешевле на 3000 рублей
Количество времени необходимое на поверку	5,5 часа	25 минут
Трудоемкость	Двое специально обученных сотрудников	Справится любой

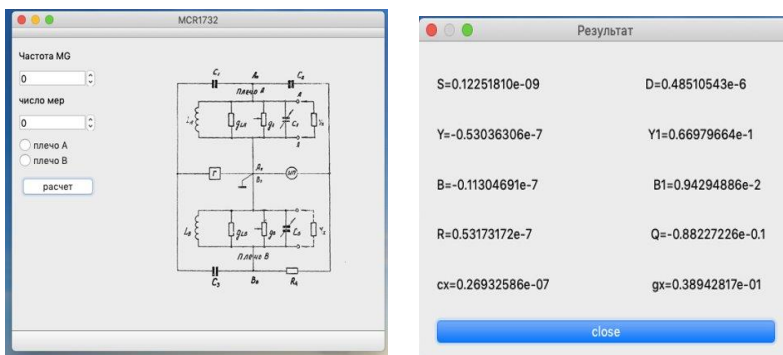


Рис 1 – Скриншоты результатов работы программы

Литература:

1. Федеральный закон №102-ФЗ от 26 июня 2008 года "Об обеспечении единства измерений"
2. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: учебное пособие / А.И. Аристов, Т.М. Раковщик. – М.: МАДИ, 2013. – 200 с.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ В ЦИФРОВОЙ ГОЛОГРАФИЧЕСКОЙ МИКРОСКОПИИ

Д.В. Коваленко, В.И. Гужов

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, dkovalenko3001@gmail.com

Рассматривается метод повышения пространственного разрешения в цифровой голографической микроскопии. Главная идея метода заключается в дополнении исходной голограммы результатами измерений, полученных при пространственных сдвигах на величину, меньшую, чем значение используемого разрешения.

The purpose of the paper is to consider a method of increasing the spatial resolution in digital holographic microscopy. The main idea behind the method is to supplement the initial hologram with the results of measurements which were shifted spatially on a quantity less than used resolution.

Современные голографические микроскопы основаны на схемах увеличения изображения с помощью микрообъективов, таких же, как и в обычных оптических микроскопах. Однако, из-за этого разрешающая

способность голографических микроскопов остается такой же, как у оптических, и определяется критерием Рэлея [2]:

$$R = 0,61 \frac{\lambda}{A},$$

где λ — длина волны, а A — числовая апертура микрообъектива. У лучших из них значение числовой апертуры может достигать 1,4, так что при длине волны около 500 нм получим разрешение порядка 200 нм. При недостаточном разрешении информация о восстановленном оптическом изображении может теряться.

Одним из способов повышения разрешения изображения является дополнение исходного низкоразрешающего растра такими же растрами, но сдвинутыми на субпиксельную величину по осям x и y . Такой сдвиг может осуществляться, например, с помощью устройств, описанных в [1].

На рис. 1 приведена схема регистрации одномерного сигнала при его сканировании прибором с низким разрешением. Здесь n — количество элементов низкоразрешающего растра (пикселей), l — количество высокоразрешающих элементов, попадающих в интегрируемую апертуру $I_i, i = 1 \dots n$. Тогда количество элементов высокоразрешающего растра будет равно nl .

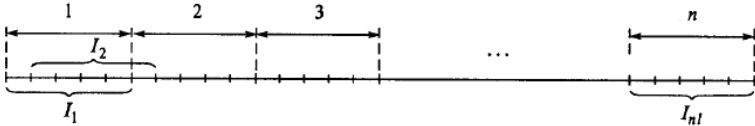


Рис. 1 — схема регистрации сигнала при субпиксельном сдвиге

В результате имеем систему уравнений, из которой необходимо определить высокоразрешающие элементы x_i :

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + \dots + x_l = I_1 \\ x_2 + x_3 + \dots + x_{l+1} = I_2 \\ \dots \\ x_{(n-1)l+1} + x_{(n-1)l+2} + \dots + x_{nl} = I_{nl} \end{cases}.$$

При увеличении числа высокоразрешающих элементов или сдвигов система получается громоздкой, и ее расчет может занять много времени. Поэтому актуальна проблема нахождения элементов x_i без решения системы.

Пусть у нас имеется оцифрованное изображение голограммы размером 3x3 мм с числом элементов 2048x2048 и разрешением 1.5

мкм. Как можно убедиться на рис. 2, такого разрешения достаточно для того, чтобы восстановить исходное изображение.

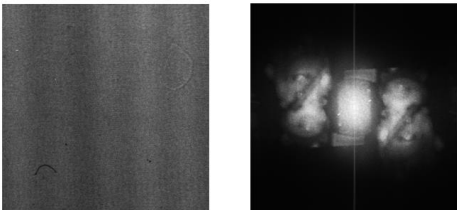


Рис. 2 – исходное (слева) и восстановленное (справа) изображения голограммы

Однако, понизив разрешение до 3 мкм (уменьшив количество элементов до 1024x1024), мы обнаружим, что части исходного изображения пропали. Результат восстановления приведен на рис. 3.

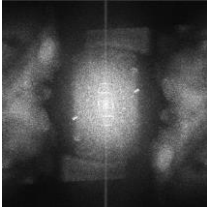


Рис. 3 –восстановленное изображение при недостаточном разрешении

Как можно заметить, информации, содержащейся в изображении с разрешением 3 мкм недостаточно для восстановления изображения без потерь. Однако, если мы имеем изображения $I_1(x,y)$ без сдвига, $I_2(x,y)$ – сдвинутое по оси x на половину разрешения, $I_3(x,y)$ – сдвинутое по оси y на половину разрешения и $I_4(x,y)$ – сдвинутое по оси x и y , то мы можем сформировать матрицу, как показано в табл. 1, из которой можно восстановить изображение с высоким разрешением с помощью преобразования Фурье.

Таблица 1 – расположение эл-тов высокоразрешающей матрицы

$I_1(x_0,y_0)$	$I_2(x_0,y_0)$	$I_1(x_1,y_0)$	$I_2(x_1,y_0)$	...
$I_3(x_0,y_0)$	$I_4(x_0,y_0)$	$I_3(x_1,y_0)$	$I_4(x_1,y_0)$	
$I_1(x_0,y_1)$	$I_2(x_0,y_1)$	$I_1(x_1,y_1)$	$I_2(x_1,y_1)$	
$I_3(x_0,y_1)$	$I_4(x_0,y_1)$	$I_3(x_1,y_1)$	$I_4(x_1,y_1)$	
...				...

На рис. 4 показана сгенерированная из 4 изображений разрешением 1024x1024 элемента голограмма с разрешением 2048x2048 и восстановленное изображение.

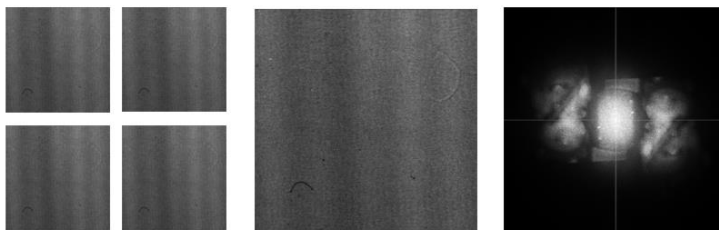


Рис. 4 – голограммы в низком разрешении (слева); в высоком разрешении (посередине), восстановленная голограмма (справа)
Мы видим, что изображение голограммы восстановилось почти так же, как и изображение, снятое при разрешении в 1,5 мкм.

Литература:

1. RatisXY(Z) – двухкоординатный плоскопараллельный сканер. – URL: nanoscantech.com/ru/products/stage/stage-76.html.
2. Коронкевич В.П. Формирование изображения в оптических системах: Учеб.пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. – 76 с.
3. Гужов В. И. Математические методы цифровой голографии : учеб.пособие / В. И. Гужов. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 80 с. - ISBN 978-5-7782-3176-4. ISBN 978-5-7782-3176-4.

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ЧАСТОТЫ МЕТОДОМ СОВПАДЕНИЯ

Г.И. Козлов, Д.В. Лаптев

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, glebkozlov2009@yandex.ru,
d.laptev@corp.nstu.ru**

В статье обозначена проблема анализа измерения погрешностей частоты у частотомера с помощью метода совпадения, а также описаны основные особенности использования данного метода исследования.

The article indicated by the problem of frequency precisions measurement analysis of frequency counter with coincidence method. Besides this, the main features of using this research method are also described.

Измерение частоты широко используется в радиотехнике, связи, навигации, телекоммуникации и т.д. Измерение частоты это одно из наиболее точных измерений на данный момент, т.к. существуют высокоточные стандарты частоты (нестабильность частоты). Частотные сигналы обладают хорошей помехозащищенностью и измерения выполняются с получением результата в дискретной форме. Это способствует широкому применению частотных сигналов и цифровых частотомеров. Задача быстрого и точного измерения частоты особенно актуальна при построении информационно-измерительных систем на основе датчиков с частотными выходами, при использовании унифицированных преобразователей аналоговых величин в частоту, а также в приборостроительном производстве, например, приборов учета энергоресурсов и расходомеров. Основной задачей решаемой информационно измерительными системами является автоматизация процесса сбора и обработки измерительной информации, а в случае управляющих систем, также выдача управляющего воздействия на объект регулирования.

Метод совпадений - сравниваемый с мерой метод, в котором происходит измерение разности измеряемой величины по отношению к величине, которая воспроизводится мерой или, иными словами, с фиксированной отметкой на шкале физической величины или при наличии периодических сигналов. Для того, чтобы зафиксировать то, как появляется определенный физический эффект, используется прибор сравнения. В качестве примера можно привести измерение частоты вращения у стробоскопа.

Впервые метод совпадения в своём эксперименте по изучению эффекта Комптона использовал учёный Вальтер Боте в 1924 году. Спустя 30 лет Боте был удостоен Нобелевской премии по физике за сделанные открытия с космическими лучами, которые были обнаружены за счёт использования метода совпадений.

Схема совпадений – устройство, которое реализует метод совпадения. Одной из главных характеристик схемы можно считать время разрешения, которое можно определить, как временной интервал τ с той точностью, с которой одновременность событий устанавливается схемой совпадений. Электрическое время разрешения характеризуется схемой совпадения напрямую, в то время как физическое время разрешения определяет всю установку совпадения.

Основным преимуществом использования такого метода является то, что этот метод позволяет повысить точность при сравнении с мерой. Недостатками данного метода заключаются в следующем: экономические затраты на приобретение новейших средств измерений, а также то, что оператор не обладает необходимыми профессиональными навыками при работе с тем или иным устройством измерения.

Для оценки диапазона частот, в котором метод совпадения имеет преимущество, используется понятие эффективности. Под эффективностью понимается отношение количества измерений частот методом совпадения выигрыш по быстродействию, которых составляет больше единицы к общему количеству измеряемых частот на интервале группировки.

Одной из важных инструментальных погрешностей при использовании метода совпадения является погрешность формирования длительности импульсов. При положительных значениях погрешности формирования длительности импульсов возможно возникновение измерений с недостоверными результатами. При отрицательных значениях погрешности формирования длительности импульсов возможно увеличение времени измерения.

Литература:

1. Лаптев, Д.В. Влияние скважности импульсов на быстродействие метода совпадения при измерении частоты / Д.В. Лаптев // Ползуновский вестник. – 2013. – №2. – С. 162–165.
2. Колесников, А.А. Умножитель частоты прямого преобразования /А.А. Колесников, Д.В. Лаптев, Ю.А. Пасынков // Материалы VIII международной конференции «Актуальные проблемы электронного приборостроения». (Новосибирск, 22-24 сентября, 2010 г.), Новосибирск: Изд. НГТУ, 2010. – Т. 3. – С. 154–157.
3. Лаптев, Д.В. Измерение частоты методом совпадения / Д.В. Лаптев, Ю.А. Пасынков // Измерения в современном мире – 2011. Сборник научных трудов Третьей междунар. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 17-20 мая, 2011 г.), СПб: Изд. Политех. ун-та, 2011. – С. 50–51.

СИСТЕМА МЕР И ВЕСОВ В ВИЗАНТИИ

Т.В. Ларичев, М.М. Бабичев

**Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, babichev@corp.nstu.ru**

Предлагается к рассмотрению достаточно малоизученная область истории метрологии – система мер и весов, существовавшая в Византийской империи на протяжении примерно тысячи лет.

A rather poorly studied area of the history of metrology is proposed - the system of measures and weights that existed in the Byzantine Empire for about a thousand years.

История метрологии – междисциплинарная отрасль науки, объединяющая гуманитарную историю с технической метрологией. Историк метрологии, исследуя и сопоставляя различные исторические источники и памятники, выясняет, какие меры использовались в то или иное время в том или ином месте, как эти меры соотносятся с современными мерами, с какой точностью они воспроизводились и т.д.

Метрология имеет много определений. Так, Большая советская энциклопедия утверждает, что «*метрология – наука об измерениях, методах достижения их единства и требуемой точности*» [1]. Схожее определение даёт словарь Ожегова: «*Метрология – наука об измерениях, их единстве и точности*» [2]. Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона приводит следующее определение метрологии: «*Метрология – собрание сведений о мерах, весе и монетах, находящихся или бывших в употреблении у различных народов, о взаимной зависимости единиц мер разного рода и сравнения различных мер одного рода между собой*» [3]. Таким образом, метрология, если брать в основу данные определения, является одной из важнейших наук не только в технических дисциплинах, но и в некоторых исторических (к примеру, в нумизматике – науке о монетах).

При этом сами меры, которые изучает метрология, изначально брали свои названия и значения из частей тела человека (фут, локоть и т.д.), а потому не были точными. Лишь после Великой Французской революции появилась известная нам метрическая система измерений (метр, килограмм и т.д.), позволявшая достичь единства измерений на международном уровне.

Одной из наиболее основательных отечественных работ, посвященных истории измерений по всему миру, является цикл статей В.Г. Кнорринга «Измерения в их историческом развитии» [4]. Однако,

даже в этой работе не упоминается о метрологических «стандартах» Византийской империи. С целью заполнения данного пробела в истории метрологии, и предлагается настоящий доклад.

Византийская империя – государство-правопреемник Римской империи, либо самый крупный период в истории развития Римской империи от времён окончания Античности (примерно 475 год), и до Позднего Средневековья, когда 29 мая 1453 года произошел захват Константинополя турками-османами. Термин «Византия» появился уже после падения Византии, в эпоху Возрождения, когда появилась необходимость отделять античную, классическую часть истории Римской империи от Средневекового периода. При этом среди историков-византинистов до сих пор нету однозначного мнения по поводу того откуда берёт своё начало византийская история, раздвигая данные рамки от основания Константинополя в 324 году и переноса столицы Римской империи в 330 году, до начала правления императора Ираклия в 602 году или даже 710-711 годов, когда на трон взошёл Лев Исавр и был обнародован Иконоборческий эдикт.

Следует заметить, что во-первых, византийская метрическая система является прямым продолжением древнеримской метрической системы. Во-вторых, византийская метрическая система в течение всей её тысячелетней истории не оставалась неизменной. В-третьих, по причине ограниченного объема публикации ниже представлены лишь некоторые региональные меры [5], которые существовали в так называемый ранневизантийский период V-VII веков, до арабских завоеваний, когда в состав империи входили Сирия, Палестина и Египет. Однако, приведены и иные региональные меры, на которые в разные периоды времени распространялась власть византийских императоров (Армения, Италия, Балканы и т.д.)

Таблица 1 – Денежные единицы

Денежная единица	Эквивалент
1 солид	12 миллиарсиев; 250 фоллисов (V в.); 180-210 фоллисов (VI в.); 288 фоллисов (VII-XI вв.); 6000-11520 нуммиев; 24 кератия; 2 семисса; 1 динарий; 15 дирхем; 12 гексаграмм
1 фоллис	6,82-13,64 г.
1 миллиарсисий	1,25 дирхем; 0,001 золотого литра (фунта); 4 грамма серебра
1 кератий	7,5-8 фоллисов (VI в.); 2,6 г. серебра; 12 фоллисов (VII-XI вв.)

1 иперпир	4/5 номисмы (1092-1204 гг.); 7-9 аргирев серебра (XII-XIII вв.); 12 василиконов (XIII-XIV вв.)
<i>Фоллис – римско-византийская медная монета, введённая Диоклетианом в 290-х годах, при этом её вес многократно менялся на всём протяжении её истории. При этом важно отметить, что соотношения солида к фоллису может характеризовать финансовое положение Византийской империи.</i>	

Таблица 2 – Меры веса

Мера	Эквивалент
1 литра серебра	5 номисм (до XI в.)
1 литра золота	72 номисмы (до XI в.); 96 номисм (XII в.); 144 номисмы (нач. XIV в.)
1 либр	327,45 грамм
1 литра	324 г. (IV-VI вв.); 322 г. (VI-VII вв.); 320 г. (VII-IX вв.); 319 г. (IX-XIII вв.); менее 319 г. (XIII-XV вв.); 12 унций; 1,728 карата
1 унция	3,79-4,55 грамм
1 талант	50 литр; 16,3 кг
1 кентинарий	100 литр; 32,7 кг
1 кентинарий (позднелизантийский)	176 литр; 56,1 кг
1 модий византийский	7,4-7,5 кг
1 малый модий	6,528 кг
1 большой модий (сатон)	9,792 кг
1 римский модий	205-206 литр
<i>Литра – древняя мера веса, используемая также в Византии. До XI века отношение 1-й литры золота к номисме оставалось неизменным, однако в данном столетии, на фоне кризиса и внешних вторжений, произошло повальное обесценивание номисмы, а при Комнинах в следующем столетии процесс продолжался, но уже куда меньшими темпами, а при уже Палеологах в XIII-XV вв. инфляция номисмы достигала огромных масштабов.</i>	

Таблица 3 – Некоторые меры объёма

Мера	Эквивалент
1 медимн	52,53 л. (по др. дан. 72 л.); 1 модий (VII-XI вв.)
1 кест	0,54 л (римский); 0,408 л (для вина) – 0,453 л (для масла) (раннелизантийский); 0,544 л (итало-римский и никомидийский); 0,725 л (александрийский и понтийский)

Таблица 4 – Некоторые меры площади

Меры	Эквиваленты
1 арура	2750 м ²

1 модий	0,083-0,09 га; 839,42 м ² ; 888,73 м ² ; 939,18 м ² 1279,78 м ² ; 0,2 акра; 3 югера
1 зевгарь	8-20 га

Таблица 5 – Некоторые линейные меры

Меры	Эквиваленты
1 римский фут	0,296 м
1 греческий фут	0,315 м
1 египетский фут	0,355 м
1 византийский фут (пус)	16 дактилей («пальцев»); 0,3123 м
1 стадия	176,6 м
1 римская миля	1481 м
1 византийская миля	1574,16 м
1 арабская миля	1917,6 м

В Византии существовала сравнительно обширная система мер и весов, прошедшая через десяток веков византийской истории, применявшаяся довольно часто и во всех областях жизни общества и экономики. Особенно широко, по-видимому, меры использовались в налоговой политике империи: с течением времени налоговое бремя на податное население империи росло, а потому имперской бюрократии приходилось идти на различные ухищрения, вроде подмены значений мер. Недаром изменение значения мер происходило в те века, когда экономика империи находилась в плачевном положении (к примеру, в XI веке).

Также важно отметить, что тема системы мер в Византии является довольно слабо изученной не только византинистикой, но и метрологией в частности. Причиной тому является то обстоятельство, что при большом наличии источников, среди них очень мало тех источников, которые бы были связаны с системой мер Византии.

Литература:

1. Большая советская энциклопедия: в 30 т./ Гл. ред. А.М. Прохоров. – 3-е изд. – М.: Сов. энцикл., 1969-1978.
2. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка/ Российская академия наук. Институт русского языка В.В. Виноградова – 4-е изд, доп. – М: Азбуковик, 1997. – С. 3–5. – 944 с.
3. Энциклопедический словарь/ Под ред. И.Е. Андреевского, К.К. Арсеньева, Ф.Ф. Петрушевского; Изд. Акционерное издательское общество Ф.А. Брокгауз и И.А. Ефрон. – СПб.: Семёновская типо-литография И.А. Ефрона, 1890-1907. – Т. 1-41А[1-82], доп. 1-2А [1-4].

4. В.Г. Кнорринг. Измерения в их историческом развитии. Цикл статей // Датчики и системы. №№1/2008, 3/2008, 5/2008, 9/2008, 2/2009, 9/2009, 9/2010, 1/2011.

5. Византия. Парадигмы быта, сознания и культуры/ С.Б. Сорочан. Учебное пособие. – Харьков: Майдан, 2011. – 952 с. (с. 350-353).

ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ С ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕТЬЮ

Д.В. Маркитанов

**Нижекамский химико-технологический институт (филиал),
г. Нижнекамск, Markitanovd@mail.ru**

В работе рассматриваются сферы применения предиктивной аналитики на производстве. Оценивается возможность интеграции системы прогнозирования отказа оборудования с промышленной сетью.

The paper considers the scope of predictive analytics in production. The possibility of integrating a system for predicting equipment failure with an industrial network is assessed.

Предиктивная аналитика – это термин, описывающий ряд аналитических и статистических методов прогнозирования действий или поведения в будущем, поддерживающих принятие упреждающих решений и определяющих наиболее подходящие действия. Она основана на статистических моделях. Такие модели позволяют находить закономерности в исторических и транзакционных данных и определять потенциальные риски и возможности.

Предиктивная аналитика включает в себя ряд действий:

- подключение к данным;
- всесторонний обзор;
- рассмотрение и визуализация данных исследований;
- развитие предположений и моделей данных;
- применение предиктивных моделей;
- оценка и/или прогнозирование будущих результатов.

Предиктивная аналитика на производственном объекте:

- всесторонний обзор и прогнозирование влияния воздействий разных факторов на параметры продукции;
- прогнозирование отказов оборудования – переходу от планового обслуживания к обслуживанию по состоянию оборудования;

— прогнозирование производства продукции и использования ресурсов;

— предупреждение в системе реального времени о возможных внештатных ситуациях.

На предприятиях с высокими рисками принятия решений, имеющих большой объем исторических данных, открывается возможность решения прогнозных задач с целью оптимизации технологических процессов производства и усовершенствования управления ими.

Полученные результаты о ходе технологического процесса в большинстве случаев используются не в полном объеме, лучше всего применить эти данные для совершенствования операционных процессов, для улучшения технико-экономических показателей. Процесс совершенствования довольно просто выполнить на любом производстве с высоким уровнем автоматизации, обеспечивающей сбор и хранение информации. Для этих целей используются интеллектуальные системы с возможностью анализа состояния технологического процесса в режиме реального времени, прогнозирования дальнейшего протекания процесса, и, при необходимости, изменения управляющих параметров или выдачи рекомендаций оператору.

В данной работе предлагается реализация задачи прогнозирования отказа оборудования в составе промышленной сети производственного предприятия. Предиктивная математическая модель создается с применением методов машинного обучения. Она проводит анализ входных параметров, в реальном времени выдает прогноз о ходе процесса и предложения по его оптимизации. Данные о состоянии оборудования на текущий момент времени и прогнозируемые сценарии возникновения отказов оборудования визуализируются через приложение, интегрируемое в промышленную сеть.

В результате внедрения предлагаемого программного комплекса по прогнозу отказов оборудования сокращаются внеплановые простои, улучшается качество технического обслуживания, а управляющему персоналу становится доступным более подробный анализ причины отказов.

В настоящее время проблема, связанная с надежностью ранней диагностики отказа оборудования, имеет большую значимость. На практике реализация предлагаемого подхода прогнозирования отказа оборудования позволяет:

— сократить стоимость обслуживания оборудования;

- избежать значительного количества внеплановых простоев оборудования и затрат выработки энергии;
- уменьшить расход топлива за счет оптимизации режимов работы оборудования;
- уменьшить размер страховой премии.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что предиктивная аналитика вызывает большой интерес во всех областях промышленности и имеет обширный спектр приложения, а реализация прогнозных задач на практике обеспечивает поддержку принятия управленческих решений.

Литература:

- 1.Интернет-ресурс: Возможности прогнозной аналитики.
<https://iot.ru/promyshlennost/vozmozhnosti-prognoznoy-analitiki-keys-ot-beltel-datanomics>
- 2.Интернет-ресурс: Предиктивная аналитика.
<http://itps.com/techno/predictive/>

ПОВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ ВСТРАИВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ЧАСТОТНУЮ ОБЛАСТЬ ДКП ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.С. Мельман, Г.С. Лазарев, Ю.В. Шабля

**Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники, г. Томск, annakokurina94@yandex.ru**

В статье исследуется подход к повышению быстродействия встраивания информации в частотную область дискретного косинусного преобразования (ДКП) цифровых изображений. Повышение быстродействия достигается за счёт замены выполнения прямого и обратного ДКП матричными операциями.

The article studies an approach to improving the performance of information embedding in the frequency domain of a discrete cosine transform (DCT) of digital images. Performance improving is achieved by replacing the implementation of direct and invers DCT with matrix operations.

Цифровая стеганография является одним из эффективных способов обеспечения конфиденциальности информации. Для этого информация, которую необходимо скрыть от третьих лиц, встраивается в некоторый

цифровой контейнер. Такими контейнерами чаще всего становятся различные мультимедиа-данные, особенно цифровые изображения.

Применение методов цифровой стеганографии на практике сопряжено со сложностью сохранения баланса между эффективностью встраивания (визуальным качеством стегоизображений, ёмкостью, возможностью извлечь сообщение без ошибок и т.д.) и затратами времени, необходимыми для выполнения того или иного алгоритма встраивания.

Методы встраивания информации в цифровые изображения делятся на методы встраивания в пространственную область и методы встраивания в частотную область. В первом случае изменениям подвергаются пиксели изображений, в то время как во втором случае для формирования пространства сокрытия необходимо предварительно применить к пикселям изображения какое-либо частотное преобразование. Частотное встраивание в общем случае обеспечивает большую эффективность, однако многократное выполнение частотных преобразований занимает достаточно много времени. Поэтому целью данной работы является повышение быстродействия встраивания информации в частотную область цифровых изображений, в частности, дискретного косинусного преобразования (ДКП).

Исследование проводилось на примере итеративного алгоритма встраивания информации в область ДКП, основанного на методе QIM [1]. В данном случае встраивание выполняется блоками 8×8 , для сокрытия данных используются 36 средне- и высокочастотных коэффициентов блока. Основная идея данного алгоритма заключается в проверке наличия ошибок при извлечении встроенного фрагмента сообщения уже на этапе встраивания. Для этого после встраивания необходимо выполнить обратное ДКП (ОДКП), округление, прямое ДКП, а затем извлечь информацию и сравнить её с исходной. В случае наличия ошибок, происходит их итеративная корректировка.

Операции матричного умножения, необходимые для перехода в частотную область и обратно, выполняются за относительно продолжительное время. Идея повышения быстродействия заключается в минимизации числа применений ДКП и ОДКП.

Такое возможно благодаря тому, что ДКП и ОДКП линейны [2] (рис. 1), что позволяет выполнить один раз ДКП и в дальнейшем при изменении матрицы частот вносить изменения в матрицу пикселей, минуя при этом операции ДКП и ОДКП.

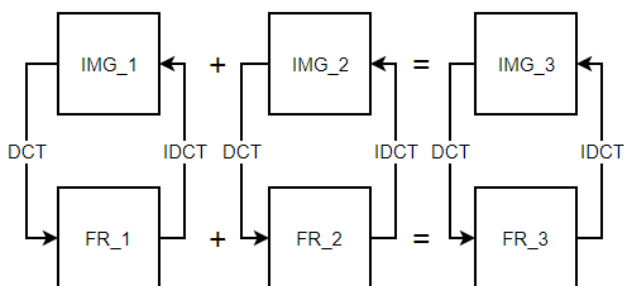


Рис. 1 – Визуализация линейности ДКП и ОДКП

Чтобы осуществить перенос изменений частотной области в область пикселей и изменений области пикселей в частотную область, необходимо составить 64 элементарные матрицы и применить к ним ДКП и ОДКП. Элементарная матрица представляет собой матрицу, состоящую из 63 нулей и одной единицы. Расположение единицы во всех 64 матрицах различно и строго определено.

В дальнейшем при встраивании информации необходимо сформировать матрицу, состоящую из разностей между коэффициентами ДКП или пикселями изображения (в зависимости от того, заменяется соответственно ОДКП или ДКП) до и после изменений, умножить каждый элемент данной матрицы разностей на соответствующую по порядку элементарную матрицу, и просуммировать матрицы – результаты умножения.

Был выполнен ряд экспериментов, позволяющих оценить быстродействие алгоритмов встраивания с заменой ДКП и ОДКП. Для экспериментов были отобраны 15 изображений в градациях серого разрешением 512×512 пикселей из базы [3]. Для встраивания генерировалась случайная последовательность битов, длина которой равна максимальному объёму встраивания. Выполнялось встраивание информации, при этом засекалось время, затрачиваемое на выполнение алгоритма встраивания. Эксперимент повторялся 15 раз, после чего вычислялось среднее значение времени.

Были исследованы четыре варианта алгоритма встраивания: исходный [1], с заменой только ДКП, с заменой только ОДКП, с одновременной заменой ДКП И ОДКП. Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднее время встраивания, секунды

Изображение	Алгоритм			
	Исходный [1]	С заменой ДКП	С заменой ОДКП	С заменой ДКП и ОДКП
Boat512.bmp	2,611	5,721	2,401	5,432
Splash.bmp	3,248	7,216	3,063	7,009
Baboon.bmp	1,572	3,465	1,442	3,276
Sailboat.bmp	2,661	5,649	2,417	5,587
Couple.bmp	3,367	7,307	3,065	7,004
Stream.bmp	1,556	3,464	1,469	3,308
House.bmp	2,305	5,079	2,170	5,001
Peppers.bmp	2,903	6,319	2,752	6,124
Lenna.bmp	3,288	7,013	3,058	6,420
Tiffany.bmp	2,974	6,812	2,754	6,468
San Diego.bmp	2,187	4,783	2,028	4,716
Airplane.bmp	2,520	5,554	2,359	5,523
Male.bmp	2,401	5,324	2,173	5,077
7.1.07.bmp	3,016	6,632	2,775	6,554
7.1.09.bmp	3,132	6,886	2,895	6,613

Увеличение времени работы в алгоритмах с заменой ДКП связано с тем, что в связи с округлением вещественных значений, получаемых после ОДКП, до целых значений пикселей, все элементы матрицы разностей оказываются ненулевыми, и необходимо умножать каждый из них на 64 элементарные матрицы. Поэтому замена ДКП не является целесообразной.

В алгоритме с заменой ОДКП количество замен не превышает количество встраиваемых битов (в данном случае 36). При этом с каждой следующей итерацией количество замен уменьшается, так как количество встроенных бит растет, и изменения касаются только тех коэффициентов, при извлечении битов из которых возникали ошибки. Тогда часть элементов матрицы разностей обращается в ноль, что дает небольшой прирост в быстродействии, который составляет в среднем 7,32%.

Таким образом, было достигнуто повышение быстродействия исходного алгоритма встраивания информации в область ДКП в

среднем на 7,32% путём замены ОДКП матричными операциями. Для улучшения работы алгоритма в дальнейшем можно подсчитывать количество элементов, требующих изменения, и на основе этого количества выполнять встраивание либо по стандартному алгоритму, либо по алгоритму с заменой ОДКП. Это позволит достичь большего увеличения быстродействия за счет того, что встраивание будет выполняться за оптимальное число операций.

Благодарности.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ и Томской области в рамках проекта № 19-47-703003.

Литература:

1. Евсютин О.О., Кокурина А.С. Встраивание информации в область дискретного косинусного преобразования цифровых изображений с безошибочным извлечением // Электронные средства и системы управления: материалы XIII междунар. науч.-практ. конф.: в 2 томах. — Томск, Изд-во В-Спектр, 2017. — Т. 2. — С. 70-73.

2. Ахмед Н., Пао К.Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов. — М.: “Связь”, 1980. — 248 с.

3. The USC-SIPI image database [Электронный ресурс]. — URL: <http://sipi.usc.edu/database/> (дата обращения: 07.11.2019).

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВСТРАИВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В КОНТУРЫ ОБЪЕКТОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЕТЕКТОРОВ КОНТУРОВ

А.С. Мельман, А.В. Смокотина, В.С. Мельман

**Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники, г. Томск, annakokurina94@yandex.ru**

В статье представлено сравнение эффективности встраивания информации в контуры объектов на изображении в зависимости от детекторов контуров. Рассмотрены такие детекторы контуров, как оператор Кэнни, Лапласа, Прюитта, Собеля, Кирша.

The paper presents a comparison of the efficiency of information embedding into edges of objects in images, depending on edge detectors. Edge detectors such as Canny, Laplacian, Prewitt, Sobel and Kirsch operators are considered.

В настоящее время одним из активно изучаемых способов обеспечения защиты информации является цифровая стеганография. Стеганография скрывает от злоумышленника сам факт наличия какой-либо защищаемой информации. Методы цифровой стеганографии позволяют скрывать дополнительные данные в различных цифровых объектах, например, изображениях.

Существует большое количество методов встраивания информации в цифровые изображения. Одним из них является встраивание информации в контуры объектов на изображении. Встраивание в контуры во многих случаях обеспечивает большую незаметность встраивания, чем в однородные области. Также встраивание в контуры объектов может применяться для контроля целостности содержательной составляющей изображения. Однако при разработке алгоритмов встраивания на основе данного метода возникает проблема выбора подходящего детектора контуров, поскольку каждый из многочисленных детекторов оказывает своё влияние на эффективность встраивания. Например, при выделении большого количества контуров, повышается ёмкость встраивания. Одновременно с этим в качестве контуров могут быть определены относительно однородные области, и это отрицательно скажется на визуальном качестве стегоизображения. Поэтому целью данной работы является исследование влияния различных детекторов контуров на эффективность встраивания информации в контуры объектов на изображении.

Детектирование контуров объектов на изображении – термин, который основывается на алгоритмах, выделяющих точки цифрового изображения, в которых резко изменяется яркость либо проявляются другие виды неоднородностей. Фильтры, выделяющие контурные линии, можно отнести к высокочастотным фильтрам, т.е. подавляющим низкочастотную составляющую изображения. Яркость пикселя результирующего изображения равна абсолютной величине градиента яркости в соответствующем пикселе исходного изображения [1].

В данной работе рассмотрены наиболее часто встречающиеся в стеганографических алгоритмах детекторы контуров, а именно оператор Кэнни, Лапласа, Прюитта, Собеля, Кирша.

В результате применения детектора Кэнни в качестве контура оставляются только точки максимума градиента изображения, а остальные точки, лежащие рядом с границей, удаляются. Также используется информация о направлении границы для того, чтобы

удалять точки именно рядом с границей и не разрывать саму границу вблизи локальных максимумов градиента.

Оператор Лапласа принимает максимальное значение на участках перепадов функции яркости. Оператор Лапласа 3×3 имеет маску, которую можно интерпретировать как сумму разностей центрального элемента с его ближайшими соседями. Таким образом, учитываются возможные перепады яркости во всех направлениях.

Оператор Собеля вычисляет градиент яркости изображения в каждой точке [2]. Так находится направление наибольшего увеличения яркости и величина её изменения в этом направлении. Результат показывает, насколько сильно меняется яркость изображения в каждой точке, а значит, вероятность нахождения точки на границе объекта.

Оператор Прюитта основывается на методе сглаживания шумов. То есть перед выполнением операции дифференцирования производят сглаживание функции яркости. В целом он схож с оператором Собеля, но использует другие матрицы свертки.

Оператор Кирша основан на использовании всего одной маски, которую вращают по восьми главным направлениям: север, северо-запад, запад, юго-запад, юг, юго-восток, восток и северо-восток. Он позволяет выделять контуры со слабым перепадом яркости, выравнивая уровень яркости пикселей, относящихся к контурным линиям.

Исследование проводилось на примере алгоритма [3], осуществляющего встраивание информации в контуры объектов на основе популярного стеганографического метода LSB – метода замены наименее значимых битов пикселей на изображении. В статье [3] авторы используют детекторы Кэнни и Собеля. При этом результаты экспериментов в большей степени сосредоточены на исследовании параметров алгоритма, чем на сравнении эффективности этих детекторов. Влияние же используемых детекторов контуров демонстрируется на примере только одного изображения. Стоит отметить, что в оригинальной статье также рассматривается детектор на основе нечёткой логики, однако для сравнения выбраны наиболее распространённые и часто используемые операторы.

На рис. 1 представлены примеры детектирования контуров с помощью применения перечисленных выше операторов.

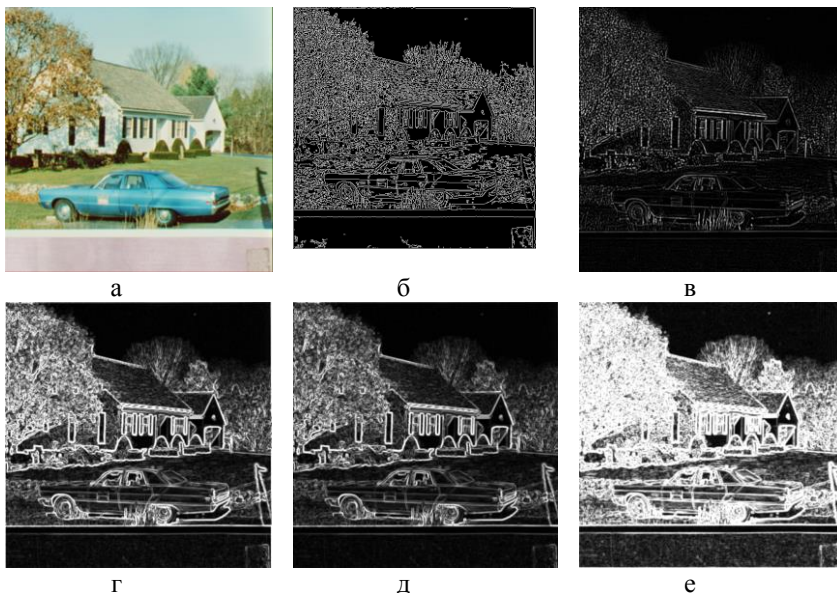


Рис. 1 – Исходное изображение (а) и примеры детектирования контуров с помощью операторов: б) Кэнни, в) Лапласа, г) Собеля, д) Прюитта, е) Кирша

Для исследования эффективности встраивания информации в зависимости от выбора детектора границ, производился подсчёт пикового отношения сигнала к шуму (PSNR) стегоизображений, т.е. изображений со встроенной информацией. Для экспериментов были выбраны 6 разных цветных изображений размером 512×512 пикселей формата JPG из базы «The USC-SIPI». Объём встраивания составил 262139 битов, что является предельно допустимым объёмом встраивания для исследуемого алгоритма.

Результаты проведённых экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментов

Изображ-е	PSNR, дБ				
	Оператор Кэнни	Оператор Лапласа	Оператор Собеля	Оператор Прюитта	Оператор Кирша
1	24,711	23,857	23,908	23,884	24,035
2	27,891	26,325	26,546	26,220	28,969

Продолжение таблицы 1

3	29,287	28,700	28,900	28,794	29,418
4	27,856	26,827	27,086	26,921	28,102
5	27,876	26,771	26,874	26,818	27,288
6	27,519	26,549	26,722	26,609	27,824
Среднее значение	27,523	27,0344	26,67267	26,541	27,606

По результатам экспериментов видно, что наибольшую эффективность продемонстрировало применение оператора Кирша. В этом случае среднее значение PSNR составило 27,606 дБ. Наименьшее значение PSNR (26,541 дБ) было получено при использовании детектора Приютта.

Таким образом, можно сделать вывод, что для исследуемого алгоритма наибольшая эффективность встраивания достигается при использовании оператора Кирша в качестве детектора границ. В дальнейшем данное исследование можно расширить, путём добавления к сравнению других, менее распространённых детекторов границ, включая гибридные. Полученные выводы могут быть использованы при разработке новых и совершенствовании существующих алгоритмов встраивания информации в контуры объектов на изображении.

Благодарности.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ и Томской области в рамках проекта № 19-47-703003.

Литература:

1. Гашников М.В., Глумов Н.И., Ильясова Н.Ю., Мясников В.В., Попов С.Б., Сергеев В.В., Сойфер В.А., Храмов А.Г., Чернов А.В., Чернов В.М., Чичева М.А., Фурсов В.А. Методы компьютерной обработки изображений. — М.: “ФИЗМАТЛИТ”, 2003. — 784 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М.: “Техносфера”, 2012. — 1104 с.
3. Bai J., Chang C.-C., Nguyen T.-S., Zhu C., Liu Y. A high payload steganographic algorithm based on edge detection // Displays. – 2017. – Vol. 46. – P. 42-51.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИГНАЛОВ ПОБОЧНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ SDR ПРИЕМНИКОВ

Л.В. Меркулов, Д.К. Клоков, А.В. Иванов, И.Л. Рева
Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, andrej.ivanov@corp.nstu.ru

В данной работе рассматривается возможность утечки информации по каналу побочных электромагнитных излучений (ПЭМИ). Проведен эксперимент по перехвату изображения по каналу ПЭМИ с использованием неспециализированного и недорогого оборудования - SDR-приемников. В результате с использованием общедоступных ресурсов и библиотек получена картинка восстановленного изображения с экрана монитора (черно-белая, с шумами).

In this paper, we consider the possibility of information leakage through the tempest channel. An experiment was conducted to intercept an image through the tempest channel using non-specialized and inexpensive equipment, namely SDR receivers. As a result, using publicly available resources and libraries, we obtained the restored image from the monitor screen (black and white, with noise).

ПЭМИ возникает вследствие протекания тока по линиям передачи данных в устройствах. Сигнал ПЭМИ несет в себе некоторую информацию о внутреннем состоянии устройства. Это означает, что простое излучение может стать причиной утечки данных.

В случае с видеоизображением проблема является действительно насущной. Атакующая сторона может не предпринимать никаких действий, что делает обнаружение практически невозможным.

Проведенный нами эксперимент демонстрирует, что практическая атака может быть реализована на недорогом оборудовании под названием Software Defined Radio.

SDR – это относительно новое, но очень перспективное направление в радиосвязи. Весь спектр работ, необходимых для обработки и демодуляции сигнала, осуществляется с помощью программного обеспечения (ПО), установленного на персональном компьютере [1].

Программные алгоритмы позволяют получить функции, реализация которых была бы затруднена при аналоговой обработке.

Сигнал с антенны, полученный SDR-приемником, проходит через диапазонный полосовой фильтр, затем весь спектр диапазона коротких волн оцифровывается аналого-цифровым преобразователем (АЦП). Если сигнал оцифрован, то его возможно передать в ПК. Данная процедура происходит с использованием микросхемы

программируемой логики – FPGA, на нее подается сигнал с АЦП. Весь спектр режется на участки максимально доступной ширины для передачи на обработку персональному компьютеру.

Для наших целей был выбран SDR-приемник USRP B210. Он представляет собой одноплатную радиопериферийную платформу с непрерывным частотным покрытием от 70 МГц до 6 ГГц. USRP B210 разработан с новым однокристалльным трансивером прямого преобразования AD9361, способным передавать до 56 МГц полосы пропускания RF в реальном времени. В B210 используются обе цепочки сигналов AD9361, обеспечивающие когерентные возможности MIMO. Встроенная обработка сигналов и управление AD9361 выполняется FPGA Spartan6 XC6SLX150, подключенной к главному ПК через USB 3.0. Поддержка ПО USRP HardwareDriver (UHD) позволяет работать с GNU Radio, OpenBTS и другими платформами USRP.

Эта платформа позволяет экспериментировать с широким спектром сигналов, включая FM- и телевизионное вещание, сотовую связь, Wi-Fi и многое другое. [2]

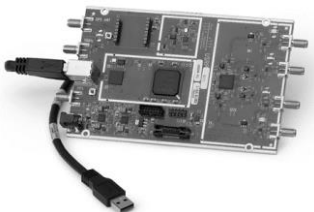


Рисунок 1. SDR-приемник USRP B210

Все электрооборудование, которым мы ежедневно пользуемся, в процессе работы генерирует побочные электромагнитные излучения (ПЭМИ).

Приняв такой сигнал и обработав его, можно получить информацию, расположенную на компьютере.

Видеокарта формирует видеосигнал по определенным стандартам для взаимодействия с мониторами. Видеокарта и монитор в процессе работы генерируют ПЭМИ, а зная стандарт формирования изображения, его можно восстановить из принятых радиоприемником сигналов. Также и с клавиатурой, мышкой и иными устройствами.

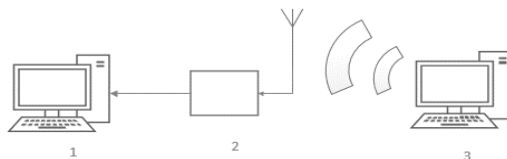


Рисунок 2. Структурная схема комплекса для перехвата ПЭМИН

1 - Компьютер атакующего со специальным ПО для демодуляции сигнала монитора;

2 - Аппаратное средство, состоящее из системной платы и антенны, используемое для детектирования и перехвата ПЭМИ;

3 - Атакуемый объект (монитор, подключенный к видеокарте с помощью VGA кабеля).

Данный стенд представляет собой программный комплекс для перехвата сигналов видеомониторов с использованием SDR-приемника и дальнейшего восстановления изображения.

Так как в стандарте VGA информативный сигнал передается по трем кабелям (три цвета RGB) параллельно, то при перехвате данные цвета разделить уже невозможно. Следовательно, при восстановлении получается картинка в оттенках серого.

Программное обеспечение состоит из библиотеки, написанной на C, набора плагинов для различных интерфейсов SDR и графического интерфейса пользователя на основе Java (GUI). Это мультиплатформенное приложение называется TEMPESTSDR [3] и может быть запущено на ОС Windows и Linux.

С помощью TEMPESTSDR реализуется демодуляция перехваченных сигналов ПЭМИ с выводом полученного изображения в окно графического интерфейса. Чтобы программа работала корректно, на каждой из ОС необходимо установить ряд дополнительных программных инструментов.

Графический интерфейс программы выглядит следующим образом:

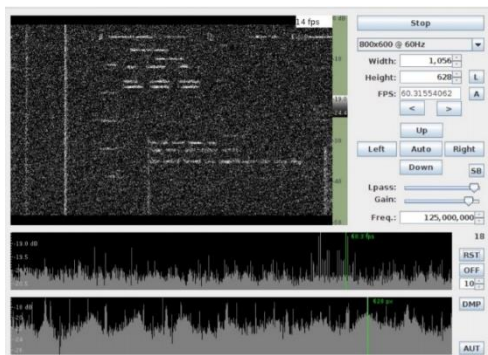


Рисунок 3. Интерфейс программы TEMPEST SDR

Для начала старта программы необходимо выбрать File ->Load USRP (через UHD). Программа предложит ввести параметр запуска. Если нет ошибок, кнопка «Start» становится активной. При нажатии кнопки программа начнет обработку данных, отобранных с помощью USRP. В GUI можно указать разрешение, частоту кадров и частоту, на которой происходит излучение.

Поле «Freq» и кнопка «AUT» позволяют определить центральную частоту для поиска и в заданном диапазоне выбрать наибольший пик соответственно.

Для перехвата используется монитор другого компьютера, подключенный через VGA-кабель. Большинство мониторов работают с известными частотами обновления 60 Гц, 75 Гц. Частота излучаемого сигнала зависит от кадровой частоты и разрешения монитора.

Если включить усреднение «Lpass», можно избавиться от большей части шума и изменить соотношение сигнал/шум в лучшую сторону.

Для наилучшего перехвата антенну приемника необходимо прикладывать к VGA-кабелю в том месте, где нет посторонних металлических предметов и других излучающих компонентов. В нашем случае, точка приложения находилась на расстоянии 25-30 см от конца кабеля, ведущего к монитору.

Перехват ПЭМИ реализовывался практически без задержек: если происходили изменения на изучаемом мониторе, то они были видны с задержкой в доли секунды, т.е. практически моментально.

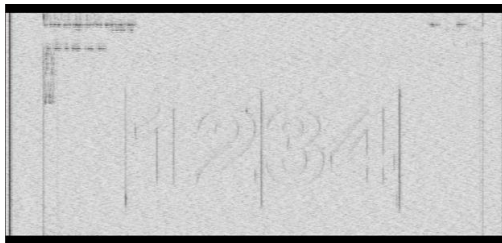


Рисунок 4. Результат работы программы TEMPEST SDR

Исследование показало, что прием сигнала может быть осуществлен даже самым дешевым SDR устройством. В результате сформирован лабораторный стенд для демонстрации перехвата сигналов ПЭМИ с применением SDR-приемников и дальнейшим восстановлением изображения.

Литература:

1. Хлюпин Н. SDR-приемник. Журнал «Радио». – №12. – 2010.С. 51-55.
2. USRP B210 USB Software Defined Radio (SDR) - Ettus Research | Ettus Research, a National Instruments Brand | The leader in Software Defined Radio (SDR) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.ettus.com/all-products/ub210-kit/>. – Загл. с экрана.
3. TempestSDR Remote Video Eavesdropping ≈ Packet Storm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://packetstormsecurity.com/files/145124/TempestSDR-Remote-Video-Eavesdropping.html>. – Загл. с экрана.

**МЕТОДИКА ТЕСТИРОВАНИЯ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ
В КОРПОРАТИВНУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ
С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ
ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ**

А.В. Моргунов, А.А. Уланов

**Сибирский государственный университет путей сообщения,
г. Новосибирск, alvmorgunov@mail.ru**

В данной работе проведено исследование и анализ программных продуктов для проведения тестирования в корпоративной информационной сети предприятия, в частности, для дальнейшего составления методики их применения. Первый этап заключался в выборе и тестировании программных продуктов тестовом стенде. На основе полученных данных была составлена

методика. Заключительный этап состоял в применении данной методики в условиях тестового стенда.

In this paper a research and complex analysis of software products are presented to develop high-effective methodology for penetration testing in corporate transport systems (CTS). Firstly, the selection and testing of software products test bench were conducted. Then, based on the data obtained, a methodology was compiled. The final stage was testing of methodology in real CTS.

Внедрение компьютерных технологий во все сферы жизни сталкивается с проблематикой вопроса об информационной безопасности (далее – ИБ). Каждый день люди встречаются с потоками различной информации, имеющей огромное значение для определённых предприятий, компаний, социальных групп или же какого-либо конкретного человека. Отсюда следует повышение ценности информационных ресурсов в современном обществе, а в частности возможность сохранить их одновременную целостность, доступность и конфиденциальность при необходимости. Особое внимание удовлетворению этих потребностей уделяют компании, использующие в ходе рабочего процесса информационные ресурсы, подлежащие защите от внешних посягательств.

Для того, чтобы обеспечить эффективную защиту информационных ресурсов в корпоративной сети предприятия (далее – КИС), необходимо применять методы анализа эффективности ИБ предприятия. Одним из таких является периодическое тестирование на проникновение [1].

Актуальность данной работы основана на том факте, что с ростом информационных потоков и развитием технологий остро встал вопрос борьбы с киберпреступлениями, связанными с проникновением в КИС предприятий. Злоумышленники обнаруживают точечные уязвимости [2] в системе информационной безопасности и с её помощью получают несанкционированный доступ к данным разного рода и ценности. Такие инциденты способны нанести непоправимый вред компании из-за чего она понесёт огромные убытки.

Целью данной работы является создание методики тестирования на проникновение с помощью программных продуктов (далее – ПП), позволяющий выявить актуальные угрозы. Также необходимо выполнить следующий перечень задач:

1. Анализ рынка и выбор подходящих ПП;
2. Создание тестового стенда и применение ПП;
3. Составление методики тестирования;
4. Анализ полученных результатов.

В ходе мониторинга и анализа были выбраны следующие ПП:

Nessus Vulnerability Scanner, Shadow Security Scanner, Armitage, XSpider, Nsauditor Network Security Auditor, Sparta, GFI Languard, Zenmap, Rapid 7 Nexpose.

Каждый из представленных выше ПП имеет определённый набор разнопрофильного функционала (утилиты, приложения, сетевые сервисы), позволяющего осуществлять: управление создаваемыми кибератаками, сканирование портов, анализ трафика, взлом паролей, детектирование уязвимостей системных служб, тестирование на проникновение локальных сетей.

После чего был создан тестовый стенд, на базе которого проводилось первичное тестирование выбранных ПП и в последствии созданной методики. Более подробно топология стенда представлена на рис. 1.

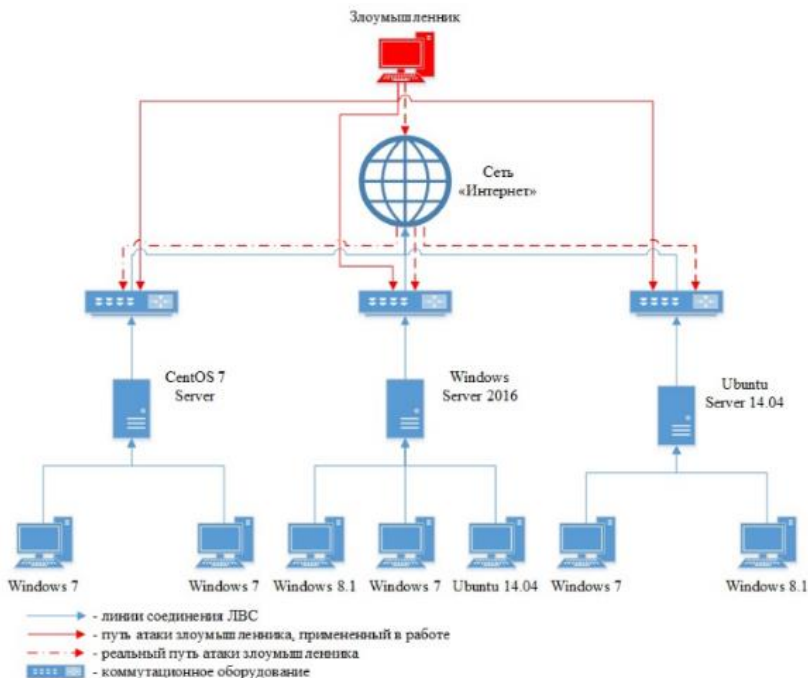


Рис. 1 – Топология стенда для тестирования ПП

Непосредственно методика состоит из следующих этапов [3]:

1. Zenmap: с параметром *nmap -A -T4 -v*;
2. Sparta: с использованием Hydra, Nmap, Nikto и дополнительными модулями визуализации;
3. Armitage:
 - use/auxiliary/scanner/portscan/(тип порта);
 - set RHOSTS (ip-адрес);
 - set THREADS (количество потоков);
 - set PORTS (номера портов);
 - use scanner/(выбор эксплойта).
4. GFI Languard: с детектированием уязвимостей CGI, DNS, FTP, электронной почты, UNIX/Windows семейств ОС, реестра, RPC, служб, сервисов и информации о слабо защищённых областях КИС;
5. Nsaudtor Network Security Auditor: с обнаружением TCP/UDP портов и служб; уязвимостей FTP, SMTP, TELNET, HTTP, POP3 и имён NetBIOS;
6. Shadow Security Scanner: с профилем «Complete Scan»;
7. XSpider: с профилем «Default».
8. Nessus Vulnerability Scanner: перейти по адресу <https://localhost:8834/> и запустить тестирование с использованием режима «Basic Network Scan»;
9. Rapid 7 Nexpose: перейти по адресу <https://localhost:3780/>, создать «Site» с тестируемыми активами и запустить тестирование с использованием режима «Full Audit».

Результаты тестирования методики представлены на рис. 2.



Рис. 2 – Результаты применения методики в условиях тестового стенда

Исходя из данных, представленных на рис. 2, можно заключить, что:

- средняя эффективность применения данной методики составила 79,8 %;

- наилучший показатель составил 92,1 %.

Численные результаты представляют собой соотношение первоначально обнаруженных уязвимостей к оставшимся после проведения тестирования на проникновение и их ликвидации.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о важности и необходимости проведения подобных исследований для обеспечения максимальной защиты информационных ресурсов и систем предприятий в условиях существующих посягательств в сфере киберпреступлений современного мира.

Литература:

1. Ситнов А.А. Аудит информационной инфраструктуры: учебно-практическое пособие. – М.: Изд. Центр ЕАОИ, 2011. – 144 с.

2. Бирюков А.А. Информационная безопасность: защита и нападение, - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ДМК Пресс, 2017. – 434 с.: ил.
3. Скабцов Н. Аудит безопасности информационных систем. – СПб.: Питер, 2018. – 272 с.

ЗАЩИТА СОВРЕМЕННЫХ ПРИБОРОВ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НИХ МАГНИТНЫХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

А.Т. Муратов, А.А. Вакулин, М.М. Бабичев
Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, babichev@corp.nstu.ru

Рассматриваются технические способы борьбы с хищениями электрической энергии путем воздействия постоянных магнитных или переменных высокочастотных электромагнитных полей на микропроцессорные приборы учета электрической энергии.

The technical methods of combating the theft of electrical energy by exposure to permanent magnetic or variable high-frequency electromagnetic fields on microprocessor-based energy meters are considered.

Электрическая энергия (ЭЭ) – ценный ресурс, поставляемый в масштабах России десяткам миллионов потребителей. При этом денежные расчеты за потребленную электроэнергию обычно осуществляются на основании показаний приборов учета ЭЭ. Воздействуя на приборы учета или на электропроводку, правонарушители осуществляют безучетное потребление электроэнергии, или, проще говоря, воруют электроэнергию. Несмотря на различные меры, предпринимаемые сотрудниками энергоснабжающих компаний, воровство ЭЭ сохраняет крупные масштабы. По некоторым приблизительным оценкам, за год в мире воруют электроэнергию на сумму около 90 млрд. долларов США [1], а в России – на сумму более 7 млрд. рублей [2].

Производители счетчиков ЭЭ постоянно совершенствуют их конструкцию, делая счетчики менее подверженными различным способам хищения электроэнергии. Так, в ответ на массовое использование мощных неодимовых магнитов, вызывающих большую отрицательную погрешность у измерительных трансформаторов тока (ИТТ), производители счетчиков ЭЭ освоили выпуск счетчиков,

использующих в качестве датчиков тока измерительные шунты, либо оснащенных датчиками, регистрирующими воздействие сильного магнитного поля. На основе шунтов строят даже 3-фазные счетчики ЭЭ, используя современные специализированные измерительные микросхемы с гальванической развязкой (шунты не обеспечивают гальванической развязки межфазных напряжений), например ADE 7932/7933 фирмы Analog Devices [3]. При этом, однако, остаются незащищенными от магнитных воздействий внешние ИТТ, используемые вместе со счетчиками ЭЭ трансформаторного включения.

Большинство известных способов хищения ЭЭ и борьбы с ними описаны в книге В.В.Красника [4], в последний раз переизданной в 2010 году. Однако, за прошедшее почти десятилетие злоумышленники не бездействовали, и придумали новые способы воровства ЭЭ. Например, при помощи генераторов высокочастотных импульсных сигналов, оснащенных излучателями в форме планарных спиральных катушек индуктивности (катушек Тесла). Эти кустарно изготовленные приборы при поднесении излучателя к корпусу микропроцессорного счетчика ЭЭ наводят помехи в его цифровых цепях, что вызывает сбои в работе микропроцессора, и останавливает учет энергии. В Интернете сейчас можно найти немало анонимных сайтов и групп в соцсетях, где предлагается приобрести подобные устройства.

Литература:

1. С.И.Кириллов, О.Г.Бершадский. Воровство электроэнергии: российские реалии. - Закон и право. - №6, 2018.
2. Ольга Фисун. Обходной энергетический маневр // Коммерсантъ Энергетика. №234 от 19.12.2013. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/2371454>. (дата обращения: 10.11.2019).
3. ADE7932 Datasheet and Product Info. URL: <https://www.analog.com/en/products/ade7932.html>. (дата обращения: 10.11.2019).
4. Красник В.В. 102 способа хищения электроэнергии. М.: НЦ «ЭНАС», 2010. – 160 с.

**АНАЛИЗ И ОЦЕНКА УРОВНЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ
ПРЕДПРИЯТИЯ**

А.Т. Сайфутдиярова, И.П. Ситдикова
Альметьевский государственный нефтяной институт
г. Альметьевск, sajfutdiyarova@mail.ru

Деятельность по метрологическому обеспечению любых научных, технических и социальных задач должна строиться на базе определенных технико-экономических показателей, характеризующих ее уровень, эффективность и влияние на общие критерии качества решения этих задач.

Activities on metrological support of any scientific, technical and social problems should be based on certain technical and economic indicators characterizing its level, effectiveness and impact on the general quality criteria for solving these problems.

Историческое развитие науки, техники, промышленного производства показало немало моментов, когда метрология становилась действенным инструментом решения важнейших научно-технических, экономических и социальных проблем. Поэтому на современном этапе, при переходе к рыночным отношениям, вопросы повышения точности и достоверности измерительной информации, приобретают постепенное, государственное значение.

В связи с этим остановимся на основных причинах, в силу которых измерения играют такую большую роль в современном производстве. Массовость измерений.

Метрологическое обеспечение – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и

норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Одна из задач метрологии – с помощью и на основе нового Закона значительно повысить уровень метрологических работ в стране и этим эффективно содействовать проведению реформ в рыночной сфере и на производстве [1].

Метрологическое обеспечение (МО) имеет четыре основы:

- научная основа – метрология;
- организационная основа – метрологические службы;
- техническая основа – материальная база обеспечения единства измерений;

- нормативно-правовая основа – это совокупность документов, включающая в себя: Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений»; постановления Правительства РФ, принятые во исполнении этого закона; документы Государственной системы обеспечения единства измерения (ГСИ) – комплекс нормативных документов межрегионального и межведомственного уровня, устанавливающих нормы, требования, правила по обеспечению единства измерений в стране; применяемые в установленном порядке международные и региональные документы.

Деятельность по МО любых научных, технических и социальных задач должна строиться на базе определенных технико-экономических показателей, характеризующих ее уровень, эффективность и влияние на общие критерии качества решения этих задач.

Конечная цель МО – свести к рациональному минимуму возможности принятия ошибочных решений по результатам измерений, испытаний, контроля сырья, материалов, изделий и процессов [2].

Налаженная и хорошо организованная система метрологического обеспечения имеет большое значение для всего предприятия. От эффективности системы метрологического обеспечения и обеспечения единства измерений зависят:

- соблюдение сроков поверки и других видов метрологического контроля средств измерений;
- соблюдение технологических параметров производства и обеспечение высокого качества выпускаемой продукции;
- безопасность труда и соответствие условий работы предприятия нормативным требованиям государственных органов надзора;
- возможность получения предприятием сертификатов качества, лицензий;

— отношения с органами государственного метрологического контроля;

— эффективность и производительность труда метрологов.

Возможности современных программных средств позволяют вывести систему метрологического обеспечения на новый уровень эффективности, существенно повысив производительность, оперативность и качество работы метрологов [3].

Техническое задание (ТЗ) является исходным документом для разработки документации. В качестве ТЗ может быть использован иной документ, содержащий необходимые и достаточные требования для разработки продукции и взаимопризнаваемый заказчиком и разработчиком.

ТЗ устанавливает основное назначение, технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, предъявляемые к разрабатываемой продукции, необходимые стадии разработки конструкторской документации и ее состав, а также специальные требования к продукции.

Конкретное содержание ТЗ определяют заказчик и разработчик, а при инициативной разработке – разработчик.

ТЗ, как правило, состоит из следующих разделов: наименование и область применения; основание для разработки; цель, назначение и источники разработки; технические требования; экономические показатели; стадии и этапы разработки; порядок контроля и приемки; приложения [4].

При проведении МЭ технического задания наибольшего внимания требует раздел «Технические требования», в котором указываются основные контролируемые параметры. Проверяются и другие разделы, например, раздел «Стадии и этапы разработки», в котором указывается перечень разрабатываемых документов и могут быть указаны стадии, на которых проводится МЭ. В приложениях к ТЗ в числе других материалов приводят перечень оборудования, подлежащего разработке (перечень СИ, средств контроля, испытаний, ТЗ на их разработку).

При метрологической экспертизе ТЗ на разработку СИ проверяют полноту комплекта документации, представленной на МЭ. Вместе с ТЗ на экспертизу должны представляться: отчеты по НИР, результаты которых предполагается использовать при разработке СИ, протоколы экспериментальных исследований. Могут быть представлены и другие документы, например, документация на СИ — аналоги разрабатываемого средства измерений [5].

Литература:

1. Мищенко С.В. История метрологии, стандартизации, сертификации и управления качеством: Учебное пособие / Мищенко С.В., Пономарев С.В., Пономарева Е.С., Евлахин Р.Н., Мозгова Г.В. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. унта, 2004. – 112 с.
2. Шириялкин А. Ф. Метрология в аспектах качества: учебное пособие / Шириялкин А. Ф., Шароухова В. П.–Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 168 с.
3. Рейх И.Н. и др. Метрологическое обеспечение производства. – М.: Изд-во стандартов, 1988.
4. Тодуа П.А. Метрология в нанотехнологиях. Метрология, стандартизация и контроль нанотехнологий / Российские нанотехнологии. Обзор. -Том 2. - № 1-2. – 2007.- С.61-69.
5. Главный форум метрологов. Задачи метрологического обеспечения производства: [Электронный ресурс] URL: metrologu.ru/info/metrologia/metrologicheskoeobespechenieproizvdstva/zadachi-mor.html (дата обращения: 07.11.2019)

**ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ КОММЕРЧЕСКОГО
УЧЁТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЖИЛОМ ФОНДЕ ГОРОДА
ТОМСКА**

**О.В. Стукач, П.А. Зорин
ООО "ЦСО", г. Томск,**

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, tomsk@ieee.org**

Проведено статистическое моделирование процесса учёта тепловой энергии на примере данных коммерческого учёта в городе Томске. Исходя из динамического поведения теплопотребления домов, проведено разбиение домов на классы и определена степень влияния факторов на учитываемую тепловую энергию. Показано, что материал стен не является решающим фактором в процессе теплопотребления, а основной вклад вносит год постройки дома.

The statistical modeling of the thermal energy accounting on example of the commercial account data in Tomsk was carried out. Splitting of houses by classes was processed, and degree of factors on considered thermal energy accounting was defined from dynamic behavior thermal energy consumption. It is shown that the walls material is not a determinative in process of thermal energy consumption, but the basic contribution brings year of the house construction.

Совершенствование коммерческого учёта тепловой энергии актуально для повышения лояльности жителей многоквартирных жилых домов, пользующимися услугами оператора учёта. Данные с теплосчётчиков позволяют оплачивать услугу отопления по факту потребления, а не на основе расчётных и нормативных данных [1]. Но важно и то, что с помощью обработки накопленных данных за несколько лет можно сделать выводы управленческого уровня значимости. Например, это обоснование затрат на капитальный и текущий ремонт, на проведение работ по повышению класса энергоэффективности домов. Жителям важно иметь представление о связи проводимых работ управляющими компаниями со стоимостью оплаты за тепловую энергию.

Для исследования были взяты исторические данные коммерческого учёта теплопотребления за пять лет по каждому общедомовому прибору учёта. Ежесуточный учёт привел к большому объёму данных (чуть менее миллиона кортежей базы), поэтому для получения данных, пригодных для анализа в статистическом пакете Statistica [2] на основании показаний теплосчётчиков была выведена удельная характеристика теплопотребления множества домов, которая была приведена к жилой площади дома и среднесуточной температуре внешней среды [3]. Это позволило получить величину теплопотребления, позволяющую сравнивать дома с разной этажностью, материалом стен и годом постройки. Эти данные были взяты с сайта «Реформа ЖКХ», и ими была дополнена база.

Как показано в [3], динамическое поведение теплопотребления хорошо описывается математической моделью в виде полинома третьего порядка. Поэтому в качестве базы для сравнения было выбрано значение интеграла от этого полинома. Такие преобразования данных позволили построить столбчатую диаграмму, в которой предварительно интеграл теплопотребления отсортирован от меньшего до большего значений (рис. 1).

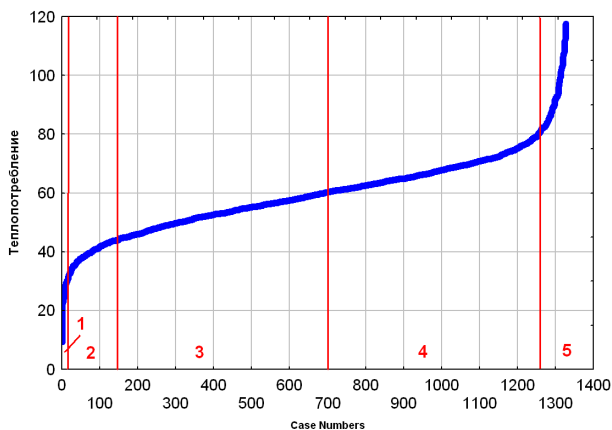


Рис. 1 – Классы теплопотребления (1– дома с повышенной энергоэффективностью, 5 – дома энергонеэффективные)

Кластеризация позволила выявить пять классов домов, существенно различающихся по динамике теплопотребления. Замечено, что в 1–2 класса попали в основном панельные и кирпичные дома старше 1985 года постройки. В пятом классе много блочных и деревянных домов, они самые затратные для жильцов. Если для дисперсионного анализа оставить только панельные и кирпичные дома, которых в базе 96 %, то получим следующие результаты (рис. 2).

Видим, что самые энергоэффективные дома входят в первый класс, хотя вариабельность теплопотребления в нём выражена сильнее, чем в остальных. Материал стен слабо влияет на динамику теплопотребления, хотя в среднем энергоэффективность у панельных домов ниже. В пятом классе влияние панели особенно заметно. Но это не значит, что панель как материал хуже кирпича, ведь в 1–3 классах особой разницы между панелью и кирпичом нет.

Подавляющая часть домов принадлежит 3–4 классам, это 67 % всех домов. И хотя в пятый класс входит 6 % домов города, необходимо выявить основной фактор, влияющий на энергоэффективность. Это год постройки (рис. 3). Чем дом старше, тем вероятность его неэффективности выше. Это устойчивая закономерность. В пятый класс попали все пятиэтажные панельные и кирпичные дома 1960–70-х годов постройки, которые необходимо реконструировать или сносить.

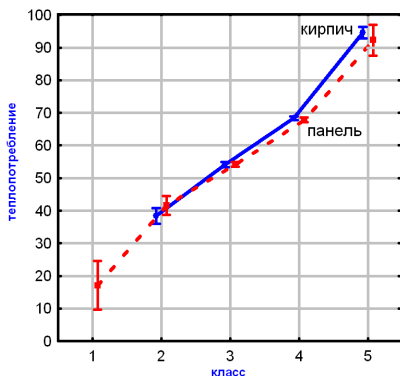


Рис. 2 – Зависимость теплопотребления от энергоэффективности и материала стен

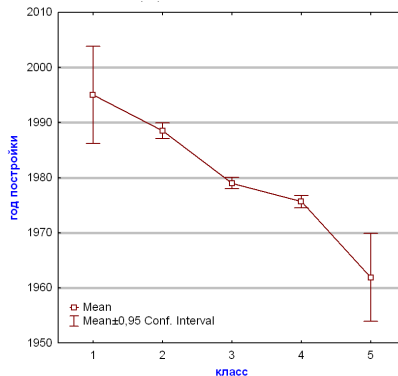


Рис. 3 – Связь энергоэффективности и года постройки дома

Литература:

1. Пуговкин А.В. Автоматизация мониторинга и управления теплоснабжением зданий и помещений : моногр. / А.В. Пуговкин, Н.И. Муслимова, С.В. Купреков. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2013. – 291 с.
2. Стукач О.В. Программный комплекс Statistica в решении задач управления качеством : учебное пособие для вузов / О.В. Стукач; – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 163 с.
3. Зорин П.А. Интеллектуальный анализ данных с теплосчетчиков: магистерская диссертация / П.А. Зорин. – Томск: ТПУ. – Томск, 2019. – 144 с.

КЕПСТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ НАБОРА ФИЛЬТРОВ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ИНФОРМАТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

А.В. Судьенкова, В.А. Трушин

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, sudenkova.2018@stud.nstu.ru**

Голосовая биометрия – активно развивающееся направление информационной безопасности. Выбор способа определения информативных параметров является важным этапом разработки голосовых автоматических систем. Данный обзор призван ознакомить начинающих исследователей и разработчиков в области обработки речи с самым популярным методом извлечения признаков речи – кепстральным анализом.

Voice biometrics is an actively developing direction of information security. The choice of the method of definition of informative parameters is an important step in the design of automatic voice systems. This review is supposed to familiarize beginning researchers and developers in the field of speech processing with cepstral analysis, the most popular speech feature extraction method.

Доминирующим алгоритмом обработки речевых сигналов в автоматических системах является нахождение кепстральных коэффициентов. Кепстром называется спектр логарифма спектра временной волны [1], который определяется как:

$$c[n] = F^{-1} \left\{ \log |F \{x(n)\}| \right\}, \quad (1)$$

где F и F^{-1} – прямое и обратное дискретное преобразование Фурье (ДПФ).

Целесообразность использования кепстрального анализа в речевых задачах состоит в том, что кепстр описывает огибающую спектра сигнала. Огибающая спектра отражает регистр, тембр, основную частоту и громкость речи человека. Ее форма определяется размерами и конфигурациями полостей рта, гортани и носа, взаимным расположением зубов, языка и губ.

Сначала речевой сигнал проходит предобработку фильтром. Целью этого фильтра является усиление высоких частот спектра, которые обычно уменьшаются в процессе воспроизведения речи. Формула фильтра:

$$x_p = x(t) + ax(t-1), \quad (2)$$

где значение a лежит в интервале $[0.95, 0.98]$. Далее сигнал делится на одинаковые последовательные перекрывающиеся временные участки – фреймы. Для ослабления искажений сигнала применяется сглаживающая оконная функция, например, окно Хемминга. Длина окна обычно составляет 20 или 30 миллисекунд, а перекрытие – 10 миллисекунд. Через преобразование Фурье для каждого окна находится спектр, который перемножается со спектром принятого набора фильтров для получения среднего значения в конкретной полосе частот. Затем берется логарифм от полученной огибающей спектра, и при необходимости представления амплитуды в дБ результат логарифма умножается на 20. Последний шаг для получения кепстральных коэффициентов – дискретное косинусное преобразование [2]. В зависимости от набора фильтра на выходе можно получить разные виды кепстральных коэффициентов.

MFCC (mel-frequency cepstral coefficients, мел-частотные кепстральные коэффициенты) представляют частоты речи с позиции психоакустического параметра слуха – высоты тона. Высота тона определяет то, насколько высоким или низким кажется тон слушателю. Нелинейную связь между частотой звука и его высотой отображает шкала мел. Принято, что высота звука частотой 1000 Гц при уровне 40 дБ равна 1000 мел. Перевод частоты из герц в мел осуществляется по формуле:

$$Mel(f) = 1125 \ln\left(1 + \frac{1}{700}\right), \quad (3)$$

где f – частота в Гц, Mel – частота в мелах [3].

Гребенка фильтров для получения MFCC представляет собой набор треугольных окон в мел-шкале, в котором высокочастотные фильтры имеют большую полосу пропускания, чем фильтры низких частот. В IMFCC (inverted mel-frequency cepstral coefficients, обратные мел-частотные кепстральные коэффициенты), противоположно MFCC, фильтры низких частот имеют большую полосу пропускания.

Аналогичный мел-частотным кепстральным коэффициентам тип фильтра используется в LFCC (linear frequency cepstral coefficients, линейно-частотные кепстральные коэффициенты), но набор треугольных фильтров расположен равномерно на линейной частотной

шкале. По тому же принципу в линейной шкале работает и получение *RFCC* (rectangular filter cepstral coefficients, кепстральные коэффициенты прямоугольной фильтрации), только вместо перекрывающихся треугольных окон применяются прямоугольные. Графический вид вышеперечисленных наборов фильтров представлен на Рисунке 1.

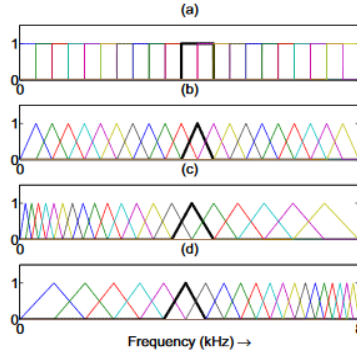


Рис. 1 – Наборы фильтров для расчета RFCC (a), LFCC (b), MFCC (c), IMFCC (d) [4]

GFCC (gammatone frequency cepstral coefficients, гамматон-частотные кепстральные коэффициенты) получают путем использования гамматон фильтров (Рисунок 2), которые считаются стандартной моделью фильтрации ушной улитки. Импульсная характеристика гамматон фильтра с центральной частотой f :

$$g(f, t) = \begin{cases} t^{a-1} e^{-2\pi b t} & t \geq 0 \\ 0 & \text{else} \end{cases}, \quad (4)$$

где t – время, a – порядок фильтра, b – прямоугольная ширина полосы частот, которая возрастает с увеличением центральной частоты f . Алгоритм GFCC не содержит в себе логарифмических операций, поэтому не является кепстральным, исходя из определения кепстра. Однако разработчики причислили свой метод к кепстральным из-за функционального сходства с MFCC [5].

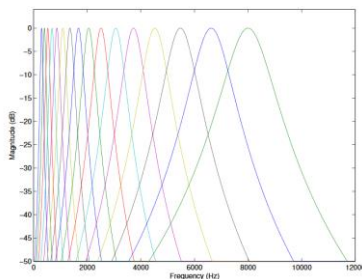


Рис. 2 – Набор гамматон фильтров [6]

Приведенные методы кепстрального анализа в цифровой обработке речевых сигналов могут иметь различное назначение (распознавания речи, диктора, синтеза голоса и т.д.). Наиболее широко распространены мел-частотные кепстральные коэффициенты, которые доказали свою эффективность во множестве работ, однако, и они не совершенны. В частности, точность MFCC падает в условиях шумов и реверберации. Нахождение других кепстральных коэффициентов способно улучшить голосовую систему либо в качестве единственного основного параметра, либо при совместном применении с MFCC.

Литература:

1. From Frequency to Quefrequency: A History of the Cepstrum / A.V. Oppenheim, R.W. Schafer // IEEE Signal Processing Magazine. – 2004. – Vol. 21, iss. 5. – P. 95-106. – doi: 10.1109/msp.2004.1328092.
2. Tutorial on Text-Independent Speaker Verification/ F. Bimbot, JF. Bonastre, C. Fredouille, G. Gravier, I. Magrin-Chagnolleau, S. Meignier, T. Merlin, J. Ortega-Garcia, D. Petrovska-Delacretaz, D.A. Reynolds // EURASIP Journal on Advances in Signal Processing. – 2004. – Vol. 2004, iss. 4. – P. 430–451. – doi: 10.1155/S1110865704310024.
3. Сорокин В.Н., Вьюгин В.В., Тананыкин А.А. Распознавание личности по голосу: Аналитический обзор // Информационные процессы. –2012. – Т.12, № 1. – С. 1–30.
4. Sahidullah M. A. Comparison of Features for Synthetic Speech Detection // INTERSPEECH 2015, 6-10 September 2015: Proceedings. – Dresden, 2015. – P. 2087-2091.
5. Shao Y., Wang D. Robust speaker identification using auditory features and computational auditory scene analysis // IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, ICASSP 2008, March 30 - April 4, 2008: Proceedings. – Las Vegas, 2008. – P. 1589-1592.

6. Frame theory for signal processing in psychoacoustics / P. Balazs, N. Holighaus, T. Necciar, D. Stoeva // Applied and Numerical Harmonic Analysis. – 2017. – Vol. 5. – P. 225-268. – doi: 10.1007/978-3-319-54711-4_10.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТА УСИЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОГИДРОПРИВОДА МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ СО СКОЛЬЗЯЩИМ ОКНОМ

П. А. Суняйкина, С. В. Сыренов, В.Д. Юркевич
Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, stanleyvens@gmail.com, sod.cheese@gmail.com

Обсуждается задача идентификации коэффициента усиления электрогидропривода одноканального стенда прочностных испытаний авиационных конструкций. Для решения данной задачи применяется метод наименьших квадратов со скользящим окном. В данном докладе обсуждаются результаты численного моделирования, а также результаты практического применения данной методики на испытательном стенде.

The problem of identifying the gain of an electrohydraulic drive of a single channel stand for strength testing of aircraft structures is discussed. To solve this problem, the least squares method with a sliding window is used. This report discusses the results of numerical modeling, as well as the results of the practical application of this technique on a test bench.

При проведении прочностных и ресурсных испытаний используются специальные испытательные стенды, где силовое воздействие формируется посредством электрогидроприводов [1]. Динамические характеристики электрогидропривода существенным образом зависят от режима его работы, в частности, его коэффициент усиления изменяется при изменении направления движения штока гидроцилиндра. В данной работе рассматривается возможность идентификации коэффициента усиления электрогидропривода в текущем времени, что позволит в дальнейшем более эффективно решать задачу формирования циклограмм силового нагружения конструкций. Существуют различные подходы к решению задачи идентификации параметров объекта в реальном времени из которых в данной работе используется метод наименьших квадратов со скользящим окном [2].

На основе проведенных исследований [3, 4], была предложена математическая модель одноканального стэнда, которая имеет следующий вид:

$$\dot{y} = g \cdot u(t - \tau), \quad (1)$$

где $y(t)$ – выходной сигнал динамометра, измеряющего величину усилия электрогидропривода; $u(t)$ – управляющий сигнал на входе блока управления электрогидропривода; t – время; τ – величина запаздывания в канале управления; g – коэффициент усиления электрогидропривода.

Целью исследования является идентификация величины коэффициента усиления g в математической модели электрогидропривода вида (1).

В данной работе используется методика идентификации коэффициента усиления электрогидропривода на основе метода наименьших квадратов [2]. Оценка текущего значения коэффициента $\hat{g}$ осуществляется на основе измерений величин $y(t_k)$ и $u(t_k)$, которые образуют скользящий во времени массив данных, применяемых в методе наименьших квадратов. В соответствии с уравнением (1) связь с $y(t_k)$ и $u(t_k)$ можно выразить следующим соотношением:

$$[y(t_k) - y(t_{k-1})] \cdot T_s^{-1} = g \cdot u(t_k - \tau_k), k = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

где T_s – шаг дискретизации, $\tau_k = T_s \cdot k_0$, k_0 – целая часть от $\tau \cdot T_s^{-1}$.

Исходя из выражения (2) получим следующую систему уравнений для текущего момента и предыдущих $L - 1$ значений результатов измерений $y(t_k)$ и $u(t_k)$:

$$\begin{cases} \Delta y(t_k) \cdot T_s^{-1} = \hat{g} \cdot u(t_k - \tau_k), \\ \Delta y(t_{k-1}) \cdot T_s^{-1} = \hat{g} \cdot u(t_{k-1} - \tau_k), \\ \dots \\ \Delta y(t_{k-L+1}) \cdot T_s^{-1} = \hat{g} \cdot u(t_{k-L+1} - \tau_k), \end{cases} \quad (3)$$

где $\Delta y(t_k) = y(t_k) - y(t_{k-1})$.

Обозначим:

$$\begin{aligned} \Delta Y_k &= \{\Delta y(t_k), \Delta y(t_{k-1}) \dots \Delta y(t_{k-L+1})\}^T, \\ U_k &= \{u(t_k - \tau_k), u(t_{k-1} - \tau_k) \dots u(t_{k-L+1} - \tau_k)\}^T. \end{aligned}$$

Осуществим переход к матричному представлению системы (3) и выразим явно оценку параметра g , получим:

$$\hat{g} = \frac{U_k^T \cdot \Delta Y_k T_s^{-1}}{U_k^T \cdot U_{k+\varepsilon}}, \quad (4)$$

где ε – малый положительный параметр.

Полученные соотношения дают возможность в реальном времени оценивать величину коэффициента усиления электрогидропривода стенда прочностных испытаний, что в конечном итоге позволяет выполнить автоматическую настройку параметров регулятора и повысить точность реализации заданных циклограмм силового нагружения конструкций. В докладе приведены результаты реализации данной методики при численном моделировании и на экспериментальном стенде.

Литература:

1. Белоусов А. И., Присекин В. Л., Расторгуев Г. И., Федотова О. Р. Исследование влияния динамических свойств летательного аппарата на устойчивость канала нагружения // Вестник Московского авиационного института. 2009. Т. 16. № 3. С. 145-149.
2. Эйкхофф. Основы идентификации систем управления. Оценивание параметров и состояния. 1975. – 690 с.
3. Лапердин А. И., Юркевич В. Д. Разработка адаптивного алгоритма управления стендом прочностных испытаний авиационных конструкций. // Автометрия. 2017. Т. 53, №4, С. 51-58.
4. Юркевич В. Д., Суняйкина П. А., Сыренов С. В. Применение релейного теста для автоматической подстройки регулятора электрогидропривода стенда прочностных испытаний. // Автометрия — Новосибирск, 2019. — № 4(55) — С. 29—36.
5. Лапердин А. И., Юркевич В. Д. Экспериментальное исследование динамических свойств канала нагружения стенда для прочностных испытаний авиационных конструкций // Научный вестник Новосибирского гос. техн. ун-та. 2016. № 1 (62), С. 168-180.

ОПЕРАТИВНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ОБВОДНЕННОСТИ НЕФТЕГАЗОВОДЯНОЙ СМЕСИ КАК ОДИН ИЗ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ФОНДОМ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН

Э.Р. Чернов, И.П. Ситдикова
Альметьевский государственный нефтяной институт,
г. Альметьевск, 4ernov480@mail.ru

В статье предложен алгоритм определения рентабельности фонда добывающих скважин, основанный на оперативном определении обводненности нефтегазоводяной смеси с помощью поточного влагомера, расположенного на АГЗУ «Спутник» после регулятора расхода.

The article proposes an algorithm for determining the profitability of the stock of producing wells, based on the operational determination of the water content of the oil and water mixture using a flow moisture meter located at Sputnik AGZU after the flow regulator.

Все большее число нефтяных месторождений Татарстана вступает в позднюю стадию разработки, характеризующуюся низким дебитом и высокой степенью обводненности. Это говорит о том, что на эффективность эксплуатации одновременно оказывают влияния как технологические, так и экономические факторы. Увеличение затрат на добычу нефти заставляет нефтяные компании сокращать количество действующих скважин, а также внедрять различные передовые технологии для сохранения рентабельности производства.

Эффективность принимаемых управляющими компаниями решений во многом зависит от достоверности получаемой информации, ее актуальности и достаточности. Необходимым для этого условием является регулярный поскважинный учет и отчетность по стоимостным и натуральным показателям.

Как известно, в компании ПАО «Татнефть» реализованы и внедрены свои алгоритмы расчетов эффективности эксплуатации всего фонда скважин. Для их работы производится оцифровка всех месторождений и унификация по единому формату. Также ведутся разработки нейросети, способной на основании статических данных (истории скважины) рассчитать и спрогнозировать рентабельный объем годовой добычи и оптимальное время работы каждой скважины действующего фонда.

Одним из инструментов, позволяющим сделать их алгоритм точнее и эффективнее, на наш взгляд, может стать измерение обводненности. На сегодняшний день основным способом определения обводненности

продукции, на большей части фонда ПАО «Татнефть» является периодический отбор ручных проб на устье. Главными недостатками данного метода являются высокая дискретность, человеческий фактор, низкое качество проб, а также невозможность оперативного внесения таких данных в алгоритм.

Предлагаемым нами решением будет установка поточного влагомера МПВ-700 на АГЗУ «Спутник» после регулятора расхода. Данное расположение дает возможность оперативно вносить информацию в алгоритм оценки влияния технологических факторов на уровень удельных затрат, исключить человеческий фактор, использовать один влагомер на куст, а также измерять обводненность скважины любого компонентного состава.

В таком случае алгоритм управления фондом добывающих скважин в общем случае будет выглядеть следующим образом:

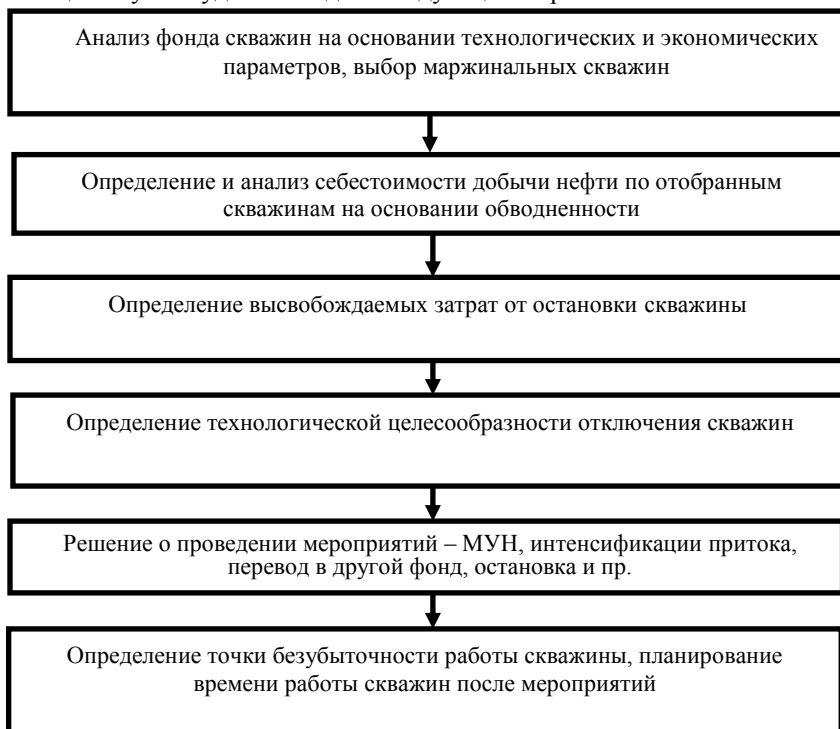


Рис 1. - Алгоритм управления фондом добывающих скважин

Предлагаемый алгоритм позволит выявить закономерности различных технологических и экономических факторов, а также эффективно осуществлять текущее и стратегическое планирование компании.

Литература:

1. *К.А. Денисова* Оценка влияния основных технологических и экономических факторов на рентабельность эксплуатации нефтяных скважин (на примере НГДУ «Альметьевнефть») [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.tatnpi.ru/upload/sms/2016/npo/003.pdf>
2. *Гамилова Д.А., Буренина И.В.* Управление фондом скважин на основе комплексной оценки эффективности их эксплуатации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ogbus.ru/article/view/ upravlenie-fondomskvazhin-na-osnove-kompleksnoj-ocenki-effektivnosti-ix-ekspluatcii>
3. Отчет по проведению опытно-промышленных испытаний (ОПИ) микроволнового поточного влагомера МПВ700 на ГЗУ-38А НГДУ «Альметьевнефть» ПАО Татнефть», 2018г.

**АГЕНТНЫЙ ПОДХОД К МОНИТОРИНГУ СОСТОЯНИЯ
УЗЛОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

А.Е. Агапов, Л.К. Бобров
Новосибирский государственный университет
экономики и управления
г. Новосибирск, agarovefim@gmail.com

Представлен агентный подход к мониторингу состояния узлов территориально распределенной вычислительной системы. Описаны особенности межагентного взаимодействия. Приведен перечень задач агентов, устанавливаемых в узлах территориально распределенных информационных и вычислительных систем.

An agent approach to monitoring the nodes state of a distributed computing system is presented. The features of interagent interaction are described. The list of tasks of agents installed in narrowly distributed information and computing systems is given.

На сегодняшний день решение многих прикладных задач требует наличия значительных вычислительных мощностей. Это определяет развитие территориально распределенных информационных и вычислительных систем (ТРВС), функционирующих в сетевом режиме и интегрирующих как высокопроизводительные вычислительные комплексы (ВВК), так и разнообразные информационные ресурсы [1, 2].

В силу высокой стоимости эти вычислительные и информационные ресурсы зачастую используются в режиме коллективного пользования для решения различного рода задач, и владельцы ресурсов крайне заинтересованы в их эффективной эксплуатации. Последнее требует привлечения высококвалифицированных специалистов, в компетенцию которых входит анализ решаемой задачи, выбор подходящего ВВК и сопровождение задания от компиляции до запуска. В ряде случаев сложность и объем запускаемого задания требует от специалиста прямого взаимодействия с разработчиком, на что тратится значительная часть времени.

В связи с этим возникает заинтересованность в разработке сервисов управления глобальным потоком заданий, ориентированных на повышение эффективности решения задач в территориально распределенных информационных и вычислительных системах с учетом разнородности ВВК, динамики их загрузки и разнотипности запускаемых заданий. Со-

ответственно, возникает потребность в постоянном мониторинге текущего состояния ВВК.

В настоящей работе представлено описание системы мониторинга, построенной с использованием агентного подхода, широко применяемого в системах управления знаниями [3].

Предлагаемая система мониторинга предусматривает использование системы автономных интеллектуальных агентов [4], устанавливаемых на каждый ВВК (Рисунок 1).

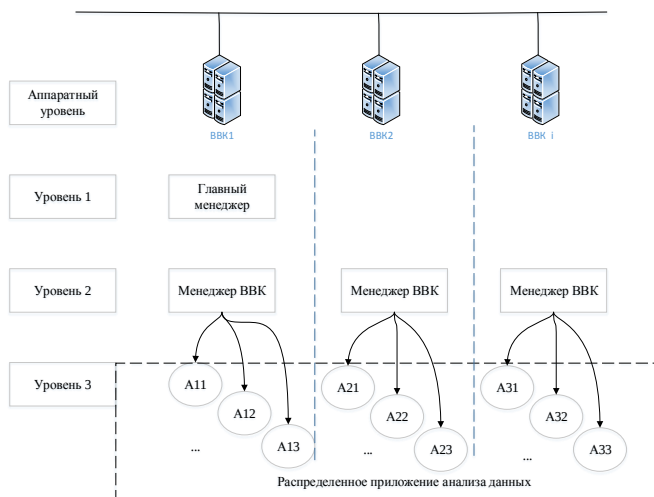


Рис. 1 – Иллюстрация системы межагентного взаимодействия

Модель взаимодействия в программной системе при децентрализованном анализе данных включает в себя следующие компоненты:

- 1) главный менеджер – программный агент, который осуществляет создание задания и запуск исполняемого приложения, имеет экранную форму и получает управляющие команды от оператора;
- 2) менеджер ТРВС – программный агент, который осуществляет управление целевыми агентами в пределах всей ТРВС (контейнера);
- 3) целевой агент – программный агент, который выполняет алгоритмы анализа потоковой информации.

В рамках представленной модели, управляющие воздействия, полученные главным менеджером (уровень 1) от оператора, рассылаются в виде служебных сообщений менеджеру ТРВС (уровень 2), которые, в свою очередь, рассылают эти сообщения агентам ВВК. Агент ТРВС, в

зависимости от характера служебных сообщений, запускает, приостанавливает или прекращает анализ информации (уровень 3).

После получения от агентов всех параметров ресурсов с ВВК, все данные заносятся в сводную таблицу на сервере, где система поддержки принятия решений ее обрабатывает. Задача агента, предустановленного на каждый ВВК заключается в сборе, анализе и стандартизации системных данных и данных системы управления потоком заданий, включая:

- количество свободных и занятых ядер на вычислительном узле ВВК;
- количество узлов с наличием свободных ядер;
- количество заданий в очереди;
- время до освобождения требуемого количества ядер;
- время до освобождения ядер в диапазоне;
- позицию задания в очереди (в случае постановки задания в очередь на выполнение);
- индикатор порядка выделения ресурсов в списке заданий пользователя (весовая характеристика задания – требуется, чтобы задания одного пользователя не занимали все вычислительное поле);
- поддержка динамической кластеризации.

Важной частью эффективного управления потоком заданий является прогнозирование производительности [5] и загруженности вычислительных узлов. Прогнозирование будущей производительности вычислительных узлов является комплексной задачей, решение которой требует полного наблюдения за действиями ВВК и идентификации модели поведения [6]. Существуют две методологии прогнозирования поведения ВВК, основанных на математических и исторических данных (файлов логов). Схемы прогнозирования являются взаимодополняющими, поскольку требуют различных типов измерений и предыдущей информации о деятельности системы. Математическая модель предполагает определение функции стоимости сетевых показателей с учетом конкретных параметров ВВК в сети. Историческая модель основывается на учете истории поведения оцениваемых параметров.

Система мониторинга также имеет важное значение в среде высокопроизводительных систем из-за динамичного, непредсказуемого характера вычислительных узлов и процесса простоя. К примеру, отсутствие запущенных на выполнение заданий негативно сказывается на функционировании комплекса в целом и затрудняет своевременную диагностику и устранение неисправностей его отдельных элементов. Другим примером может служить ошибка в исполняемом файле, когда после успешной компиляции выполняемая задача завершается ошибкой. Си-

стема мониторинга должна выявлять нехарактерный сценарий действия и способствовать своевременному принятию необходимых мер.

Следует отметить, что представленный подход к организации мониторинга эффективен при обработке файлов, не содержащих ошибок компиляции. Для того, чтобы рассматриваемая система не теряла эффективности при наличии ошибок компиляции, целесообразна модификация алгоритмов мониторинга путем внедрения готовых решений по анализу кода.

Литература:

1. Елепов Б.С., Бобров Л.К., Баженов С.Р., Каленов Н.Е. Проектирование и эксплуатация региональных АСНТИ // Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние. – 1991. – С. 175.
2. Бобров, Л.К., Гиляревский Р.С., Родионов И.И., Цветкова В.А. Мировые информационные ресурсы: учеб. пособие // Новосибирск: НГУЭУ. – 2007. – С. 216.
3. Казаков, В.Г., Кошечев Г.С., Бобров Л.К. Системы управления знаниями и многоагентные системы // Информационное общество: образование, наука, культура и технологии будущего. – 2017. – № 1. – С. 34-43.
4. Птицына, Л.К., Агапов Е.В. Расширение знаний об интеллектуализации процесса запуска пользовательского задания в распределённой вычислительной системе // Екатеринбург: Наука. Информатизация. Технологии. Образование. Матер. XII межд. научно-практ. конф. – 2019. – С. 648-652
5. Птицына Л.К., Птицын А.В. Объектно-ориентированный анализ достижимости целей программными интеллектуальными агентами // Санкт Петербург: Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. Матер. II межд. научно-техн. и научно-метод. конф. – 2013. – С. 636-640.
6. Валеев, С.С. Многоагентная платформа распределенной обработки данных реального времени // Естественные и технические науки. – 2013. – № 2. – С. 311-313.

РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО АЛГОРИТМА ПОИСКА РАССТОЯНИЯ ЛЕВЕНШТЕЙНА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ C#

А.Е. Болгов

Уральский федеральный университет
имени первого Президента РФ Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, bolgov1997@mail.ru

Статья посвящена программной реализации алгоритма нахождения расстояния Левенштейна с использованием встречного поиска. Детально описана последовательность работы алгоритма, приведена его наглядная реализация с листингом программного кода. Показана работа полнофункциональной программы для нахождения «цепочки» между двумя словами. Разработка выполнена на языке программирования C#.

The article is devoted to the software implementation of the Levenshtein distance algorithm using the oncoming search. The sequence of operation of the algorithm is described in detail, its visual implementation with a listing of program code is given. The work of a fully functional program for finding the "chain" between two words is shown. Development is done in the C# programming language.

Обозначим задачу: необходимо написать консольное приложение, с помощью которого можно обработать файл, содержащий словарь из слов, написанных построчно и находить «цепочки» между двумя словами. Два соседних слова в цепочке должны иметь расстояние Левенштейна не более единицы. Для создания данной программы был выбран язык программирования C#, благодаря своим встроенным функциям позволяющий решить данную задачу.

Расстояние Левенштейна – это наименьшее количество изменений символов, необходимых для превращения одной строки в другую. Данная метрика применяется во многих поисковых системах для определения ошибок в запросе [1-2].

Приступим к решению поставленной задачи. Для реализации чтения словаря применяется следующий код, представленный на рисунке 1.

```
static void Main()
{
    //Создание переменной для хранения массива из слов английского словаря
    var lines = File.ReadAllLines("en_US.dic").Select(Preprocess).ToArray();
}

//ссылка: 1
static string Preprocess(string src)
{
    return src.Split('/').First().ToLower();
}
```

Рис. 1 – Листинг кода для чтения словаря

Этот код создает массив объектов типа `string`, с которым впоследствии и необходимо будет работать.

Затем необходимо выделить в исходном словаре множество, которое могло бы содержать исходный запрос, поэтому для быстрого определения принадлежности элемента множеству требуется использовать класс `HashSet`. Класс `HashSet<T>` позволяет быстро определить, наличие элемента благодаря применению индекса, который вычисляется из хэш-кода элемента [3]. Использование хеширования во много раз повышает скорость поиска цепочек слов.

Далее реализуем сам алгоритм нахождения расстояния Левенштейна. Для ускорения работы алгоритма произведем встречный поиск, то есть построим множества достижимости от каждого из концов цепочки и проверим пересечение между ними. Метод для нахождения дистанции редактирования представлен на рисунке 2.

```

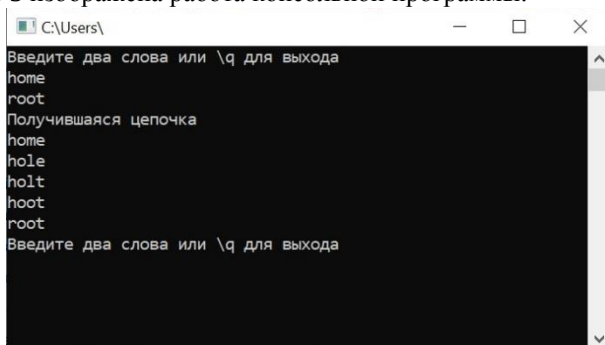
// source: 1
internal int LevenshteinDistance(string s, string t)
{
    // вырожденные случаи
    if (s == t) return 0;
    if (s.Length == 0) return t.Length;
    if (t.Length == 0) return s.Length;
    var abs = Math.Abs(s.Length - t.Length);
    if (abs > 1)
        return 2;
    if (abs == 0)
    {
        bool errorFound = false;
        for (int i = 0; i < s.Length; i++)
        {
            if (s[i] != t[i])
            {
                if (errorFound)
                    return 2;
                errorFound = true;
            }
        }
        return errorFound ? 1 : 0;
    }
    if (abs == 1)
    {
        if (s.Length > t.Length)
        {
            string tmp = s;
            s = t;
            t = tmp;
        }
        int left = 0;
        for (; left < s.Length; left++)
        {
            if (s[left] != t[left])
                break;
        }
        for (; left < s.Length; left++)
        {
            if (s[left] != t[left + 1])
                return 2;
        }
        return 1;
    }
    throw new Exception();
}
```

Рис. 2 – Листинг кода нахождения расстояния Левенштейна

Данный метод принимает на вход два параметра: первый – слово из словаря, а второй – слово, которое пользователь задает как конечное при преобразовании. Все вышеперечисленные действия выполняются в

цикле и находят слова отличающиеся от предыдущего на одну букву, то есть на расстояние Левенштейна равное единице.

В итоге мы получили программу для решения поставленной задачи. На рисунке 3 изображена работа консольной программы.



```
C:\Users\  
Введите два слова или \q для выхода  
home  
root  
Получившаяся цепочка  
home  
hole  
holt  
hoot  
root  
Введите два слова или \q для выхода
```

Рис. 3 – Результат нахождения «цепочки» между словами

Данная работа представляет собой хорошую практику разработки эффективных с вычислительной точки зрения программ, которые в последующем можно использовать в более крупных проектах.

Литература:

1. Левенштейн В.И. Двоичные коды с исправлением выпадений, вставок и замещений символов // Доклады Академии Наук СССР . – 1965. – Т. 163, №4. – С. 845–848.
2. Дэн Гасфилд. Строки, деревья и последовательности в алгоритмах. Информатика и вычислительная биология. – Санкт-Петербург: Невский Диалект, БХВ-Петербург, 2003. – 656 с.
3. Троелсен Э. Язык программирования C# 2010 и платформа .NET 4.0. Совершите увлекательное путешествие по вселенной .NET. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. – 1392 с.

ОСОБЕННОСТИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ШУМОВ КРУПНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

О. А. Копылова, М. С. Хайретдинов

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, kopylova.2018@stud.nstu.ru**

Исследование относится к проблеме оценивания и предупреждения геоэкологических рисков, возникающих в результате воздействия транспортных шумов, а также различных природно-техногенных экологически опасных источников. В данной работе исследуются шумы крупных транспортных средств, взрывов. Были получены спектральные, пространственно-временные характеристики шумов гусеничной и колесной тяжелой техники, определены закономерности ослабления уровня транспортного шума низких частот по расстоянию, выделены основные моды шумов тяжелой техники.

The study relates to the problem of assessment and notification of geo-environmental risks arising from exposure to traffic noise, as well as various sources of natural and man-made resources. This paper explores the noises of large vehicles, explosions. Spectral, space-time noise characteristics of tracked and wheeled heavy vehicles were obtained, regularities of attenuation of vehicle noise levels along the width, highlighted main noise modes of heavy vehicles were determined.

Технологии мониторинга и прогнозирования окружающей среды, снижения рисков и смягчения последствий природных и техногенных катастроф относятся к числу приоритетных направлений развития науки, технологий и техники [1, 2]. Данное исследование относится к проблеме оценивания и предупреждения геоэкологических рисков, возникающих в результате воздействия транспортных шумов, а также различных природно-техногенных экологически опасных источников. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, около 40% населения в странах ЕС подвержены воздействию шума дорожного движения на уровнях, превышающих 55 дБ, а 20% – уровням, превышающим 65 дБ (А) в дневное время. Это связано с повышением автомобилизации населения, масштабными строительными работами в городах и пригородах, запуском новых предприятий.

В рамках данной работы исследуются шумы крупных транспортных средств, взрывов, шумы, возникающие при прохождении группы людей. Получены новые результаты, к числу которых относятся спектральные, пространственно-временные характеристики шумов некоторых видов тяжелой техники. Полученные характеристики позволяют определить закономерности ослабления уровня транспортного шума низких частот по расстоянию, а также динамику изменений спектров шумов во времени и пространстве и выделить основные моды шумов определенного вида техники. Учитывая, что во вклад транспортных шумов вносятся

шумы тяжелой техники (гусеничной, колесной), то были проведены специально организованные полевые экспериментальные исследования по регистрации сейсмических колебаний, источниками которых являются шумы, порождаемые гусеничной техникой и тяжелым автотранспортом типа КАМАЗ. Схема движения гусеничного транспорта и положение регистрирующих станций №№ 1,2 представлены на рис.1:

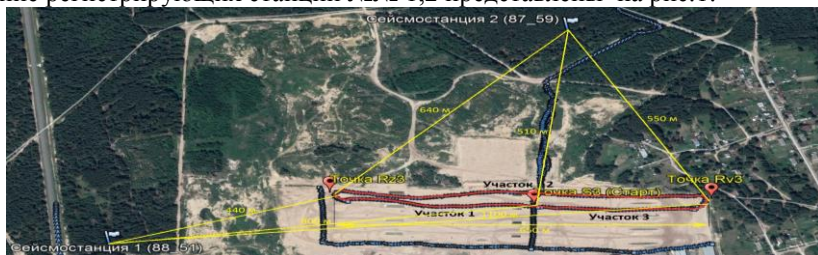


Рис.1 – схема движения гусеничного транспорта

Звездочками обозначены участки пути, на которых проводились измерения характеристик транспортных шумов:



Рис. 2 – Участки пути, на которых проводились измерения

График значений основных мод шумов по компонентам X,Y,Z представлен на рис. 3. Из анализа представленного графика следует, что в диапазоне расстояний 450-1100 м затухание сейсмического сигнала составляет 10-13 раз. Основная мода спектров шумовых колебаний по компонентам X,Y,Z, возбуждаемых гусеничной техникой, составляет около 17.88 Гц (рис.4).

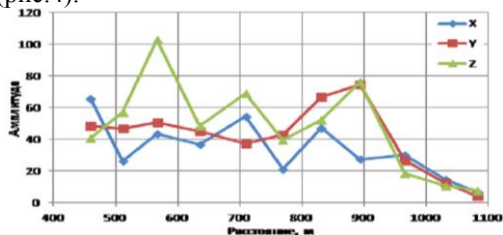


Рис. 3 – график значений основных мод шумов

Спектры временных интервалов по 10 секунд, соответствующие точкам:

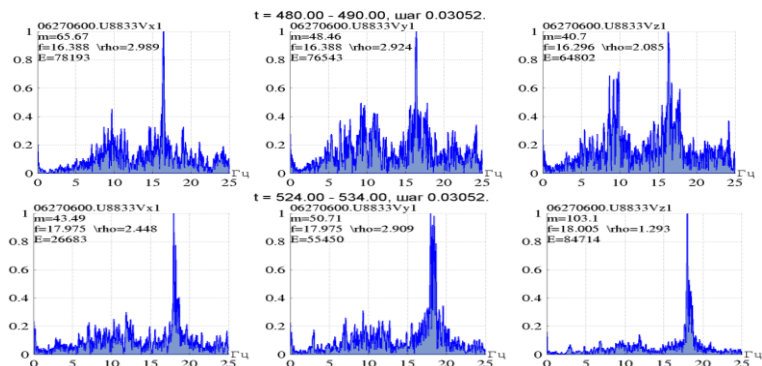


Рис. 4 – Спектры временных интервалов

Схема движения КАМАЗа и положение регистрирующих станций №№ 1, 2 представлены на рис.5:



Рис. 5 – Схема движения КАМАЗа

График спектрально-временного анализа представлен на рисунке 6 (а). При исследовании шумов была выявлена особенность, связанная с флуктуацией пространственно-временного спектра шумов, что может свидетельствовать о неоднородности среды распространения волн. В среднем спектр флуктуирует с интервалом около 33 секунды, чему соответствует средняя частота таких колебаний около 0.03 Гц, относящаяся к компонентам X, Z. Для компоненты Y средняя частота лежит около 0.04 Гц.

Также были получены данные о шумах, происходящих во время сбора группы людей и их движения в сторону сейсмостанции по дороге. В результате получился спектр, исходя из которого можно сделать вывод о том, что при прохождении группы людей амплитуда колебаний наиболее заметно повышается в полосе частот от 5 до 35 Гц. (Рис. 6(в))

При движении автомобиля к сейсмостанции также можно заметить повышение амплитуды колебаний, наиболее выраженное в частотах до 30 Гц. Во время движения автомобиля произошло два взрыва, что ярко видно на графике спектрально-временного анализа (рис. 6(б)).

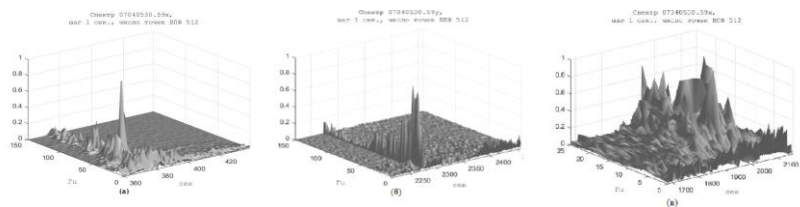


Рис. 6 – Графики спектрально-временного анализа

При движении легкового автомобиля поперек направлению на ориентир можно выявить увеличение амплитуды в диапазоне частот до 50 Гц (рис. 7(а)).

При взрыве тротиловой шашки 600 г на грунте образуется широкополосный шум, что можно увидеть из графика спектрально-временного анализа, представленного на рисунке 7(б):

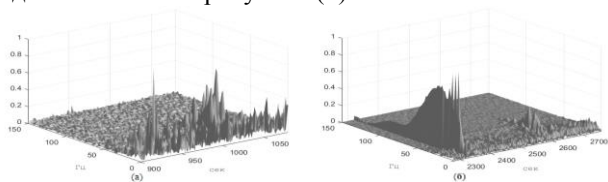


Рис. 7 – Графики спектрально-временного анализа

На рис. 8 представлен спектр шума при движении гусеничной техники. Можно заметить, что данный спектр флуктуирует, что может говорить о неоднородности среды.

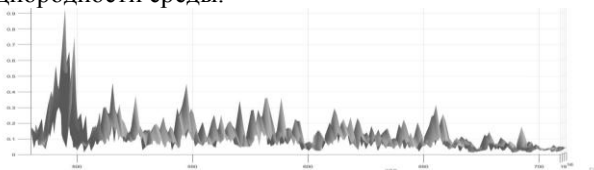


Рис. 8 – Флуктуация спектра

В ходе работы получены спектральные, пространственно-временные характеристики шумов некоторых видов тяжелой техники, определены закономерности ослабления уровня транспортного шума низких частот по расстоянию, выделены основные моды шумов тяжелой техники.

Литература:

1. Оценка и пути снижения негативных последствий экстремальных природных явлений и техногенных катастроф. Монография под ред. акад. Лаверова Н.П., М.: ИФЗ РАН, 2011. — 220с.
2. Хайретдинов М.С., Ковалевский В.В. Вибрационные технологии в экологоохранном прогнозировании. «Инновационные, информационные и коммуникационные технологии» Сборник трудов XIV международной научно-практической конференции, 2017, С. 20-25.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВЕГСТЕЙНА ДЛЯ ЛОКАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Е.А. Омеляненко, Е.В. Рабинович
Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, egaom@mail.ru

При построении сейсмических изображений по локационной технологии необходимо решать огромное множество оптимизационных задач. В данной работе предлагается использовать метод Вегстейна, обладающий высоким быстродействием.

In the seismic images with the location technology constructing, it is necessary to solve a huge number of optimization problems. In this paper, it is proposed to use the Wegstein method, which has a high promptness.

Одним из фундаментальных и хорошо изученных итерационных методов решения уравнений разной природы является метод простых итераций, опирающийся на известный принцип сжатых (иначе сжимающих) отображений. Уравнение представляется в виде:

$$x = \varphi(x) \quad (1)$$

где φ интерпретируется как некоторое отображение элементов X некоторого заданного пространства в элементы того же пространства. Решить данное уравнение – это значит найти такой элемент ζ заданного пространства, который при преобразовании посредством отображения φ остается неизменным [1]:

$$\zeta = \varphi(\zeta) \quad (2)$$

Этот элемент ζ называют неподвижной точкой отображения φ , а уравнение вида (1) – задачей о неподвижной точке. Простейший процесс построения последовательности приближений к неподвижной точке определяется формулой

$$x_{k+1} = \varphi(x_k), k = 0, 1, 2, \dots, \quad (3)$$

что и называют методом последовательных приближений или методом простых итераций (МПИ) [1].

Дж. Вегстейн предложил рассчитывать следующее приближение [2]:

$$x_{k+1} = \frac{x_k - 1\varphi(x_k) - x_k\varphi(x_{k-1})}{x_k - 1 + \varphi(x_k) - x_k - \varphi(x_{k-1})} \quad (4)$$

В общем виде алгоритм Вегстейна можно записать так:

1. Ввести начальное приближение x_0 , исходную функцию φ и допустимую погрешность ε .
2. Вычислить x_1 по формуле (3), x_2 по формуле (4);
3. Вычислить x_3 по формуле (4);
4. Проверить $|x_3 - x_2| \leq \varepsilon$:
 - 1) Если условие выполнено, вывести ответ – x_3 .
 - 2) Если условие не выполнено – положить $x_1 = x_2$, $x_2 = x_3$, и перейти к шагу 3.

Практика вычислений по методу Вегстейна показала его высокое быстродействие и сходимость, причем зачастую он сходится в условиях, когда МПИ оказывается расходящимся [4].

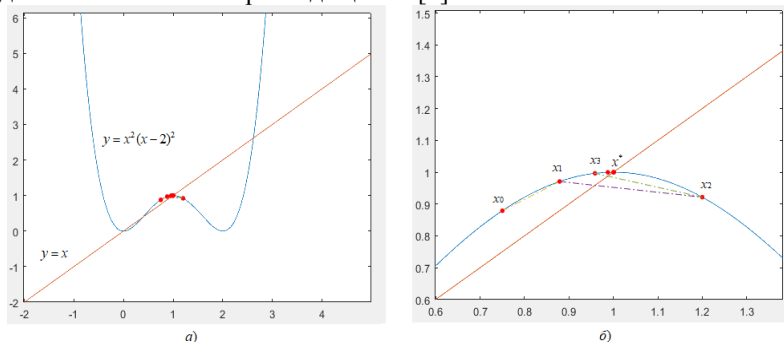


Рисунок 1 – Визуализация метода Вегстейна – общий вид (а) и сходимость (б) для функции $x^2(x-2)^2$

Литература:

1. Вержбицкий, В. М. Об одном аналоге метода Вегстейна ускорения сходимости итерационных процессов / В. М. Вержбицкий, И. Ф. Юманова // Интеллектуальные системы в производстве. — 2010. — №1(15). — С. 18—28.
2. Wegstein J. H. Accelerating convergence of iterative processes // Communications of the ACM. — 1958. — Vol. 1, Iss. 6. — Pp. 9–13.
3. Rabinovich E. V. Location technology for construction of seismic images / E. V. Rabinovich, G. S. Shefel, A. V. Jukov // Актуальные проблемы электронного приборостроения (АПЭП–2018) = Actual problems of electronic instrument engineering (APEIE–2018): тр. 14 междунар. науч.-техн. конф., Новосибирск, 2–6 окт. 2018 г. : в 8 т. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2018. – Т. 1, ч. 4. – С. 519-523. - 45 экз. - ISBN (NSTU) 978-5-7782-3614-1.

4. Вержбицкий В. М. Численные методы (линейная алгебра и нелинейные уравнения). 2-е изд., испр. – М.: Оникс 21 век, 2005. – 432 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ В РАСПОЗНОВАНИИ ЖЕСТОВ ГЛУХИХ

М.Е. Пажетнов, М.Г. Гриф

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, miha4250@gmail.com**

В статье дается краткий обзор проблемы сурдоперевода и коммуникаций среди инвалидов по слуху и других людей с ограниченными возможностями. Предлагается разработать систему распознавания жестов, как метод решения проблемы равного доступа к объектам и услугам жизнедеятельности, развития и образования. В работе будут описаны задачи и этапы разработки будущего сервиса.

The article gives a brief overview of the problems with hearing impairment and communication of people with disabilities. It is planned to create a system for recognizing gestures as a method of solving the problem of equal access to objects and services of life, development and education. The tasks and stages of development of the future service will be available in the work.

Беря во внимание статистику Минздравсоцразвития, на данный момент количество инвалидов по слуху в Российской Федерации достигает 200 тысяч человек. Однако следует учесть, что эта цифра не охватывает полное количество граждан страдающих нарушениями слуха и другими заболеваниями усложняющими коммуникацию. Если прибегнуть к мировой статистике, то каждый девятый человек имеет проблемы со слухом. Для обеспечения получения информации, инвалиды вынуждены прибегать к использованию жестового языка, что накладывает необходимость в специалистах обладающих знаниями перевода жестового языка. На данный момент, примерное количество носителей языка жестов, только в Российской Федерации, составляет, примерно, 2 миллиона человек. С 1 января 2013 года в России статус русского жестового языка признан официальным государственным языком. Около 95% инвалидов по слуху общаются посредством языка жестов. Этот способ коммуникации остро необходим при выполнении повседневных бытовых задач, таких как: прием у врача, визит в банк, решение проблем в судебных инстанциях и так далее [1].

В последнее время государство активно включается в решение проблем людей с ограниченными возможностями. В 2008 году Россия подписала Конвенцию ООН о правах инвалидов. Одним из направлений

стала федеральная целевая программа "Доступная среда". Основная цель государственной программы «Доступная среда» — это обеспечить доступ людям с ограниченными возможностями и других маломобильных групп населения, к каким либо объектам и услугам, а также интеграции инвалидов в общество и повышения уровня их жизни [2].

Главная проблема на сегодняшний день, которая может озаботить сообщество инвалидов по слуху и других вынужденных носителей языка жестов - проблема сурдоперевода. 95% инвалидов по слуху общаются посредством языка жестов, без него не обойтись в повседневной жизни и в быту, как на приеме у врача, на судебном процессе или у нотариуса.

К тому же, проблема проблем коммуникации с глухонемыми еще усложняет отсутствие стандартов жестового языка. В России используются различные диалекты, стандарты и нотации. Увязать все нюансы перевода специалисту без использования дополнительных цифровых средств попросту сложно. Все это увеличивает стоимость услуг и соответственно квалификацию специалистов сурдоперевода.

В современный век информационных технологий, последнее десятилетие, начали активно развиваться системы визуального распознавания. С помощью таких систем, возможно, осуществлять коммуникации между глухонемыми без помощи квалифицированных специалистов. Информационные системы позволяют содержать в себе большие базы нотаций, правил и диалектов, что в свою очередь снимает необходимость в высокой квалификации специалиста и увеличивает мобильность глухонемых граждан посредством использования программных средств.

В рамках данной работы планируется решить следующие задачи:

1. Разработать различные модели и алгоритмы распознавания жестов, хранения различных языковых нотаций и обучения, на основе библиотек Computer Vision.
2. Исследовать точность разработанных моделей, алгоритмов и их эффективность для решения задачи распознавания.
3. Разработать программную систему распознавания жестов глухих на основе предложенных моделей и алгоритмов.

Распознавание жестов достаточно трудоемкая задача. В жестовой речи используется движение пальцев, кистей рук и предплечий. Так же, при общении на языке жестов, немаловажно учитывать - мимику, наклон корпуса, дальность рук, движение головы и тому подобное. Например, одни и те же жесты, находящиеся на разных расстояниях от корпуса – имеют разные значения. Все это достаточно скрупулёзно необходимо сначала захватывать камерой, а затем, обрабатывать с помощью методов основанных на нейросетевом подходе.

Выполняемую работу можно разбить на 4 части:

1. Разработка моделей представления жестов на основе нейросетевых методов
2. Разработка алгоритмов распознавания жестов глухонемых на основе 2D моделей
3. Разработка алгоритмов распознавания жестов глухонемых на основе 3D моделей
4. Разработка алгоритмов программно-аппаратного распознавания жестов глухонемых и апробация результатов

Для реализации программного обеспечения, планируется использование связки языка объектно-ориентированного языка C# и библиотек OpenCV. Язык C# будет выступать в роли оболочки или обертки для библиотек OpenCV. Сама библиотека является открытым источником алгоритмов для решений задач в области компьютерного зрения, реализованная на языке C/C++. Это означает, что библиотека постоянно дополняется и существует большое количество информации о использовании и решении задач. OpenCV содержит в себе модули по первичной обработке изображений, для упрощения распознавания, модули ответственные за машинное обучение, модули за распознавание плоских примитивных фигур и другие необходимые компоненты для решения задач компьютерного зрения [3].

Литература:

1. Прозорова Е.В. Российский жестовый язык как предмет лингвистического исследования // Вопросы языкознания. - М., 2007. - № 1. - С. 44-61.
2. Доступная среда жизнедеятельности для инвалидов [Электронный ресурс] // URL: <https://www.gov.spb.ru/> (дата обращения: 10.11.2019).
3. A Quick Introduction To Computer Vision Using C# [Электронный ресурс] // Afzaal Ahmad Zeeshan - URL: <https://www.c-sharpcorner.com/article/a-quick-introduction-to-computer-vision-using-c-sharp/> (дата обращения: 10.11.2019).

ПРИМЕНЕНИЕ АНСАМБЛЕВЫХ АЛГОРИТМОВ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЦЕН НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

А.В. Пешков, О.К. Альсова

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, mupeskov1997@mail.ru

После появления в России оптового рынка электроэнергии и мощности участники данного рынка функционируют в конкурентных условиях, где каждый день сталкиваются с проблемами формирования рыночной стратегии и планирования будущих финансовых потоков. В этих условиях, задача прогнозирования цены на электроэнергию становится неотъемлемой и повседневной задачей для большинства участников рынка. В настоящей работе рассматривается возможность применения ансамблевых алгоритмов для краткосрочного прогнозирования цен на электроэнергию.

After the emergence in Russia of a wholesale electricity and capacity market, participants in this market operate in competitive conditions, where every day they are faced with the problems of forming a market strategy and planning future financial flows. In these conditions, the task of forecasting the price of electricity becomes an integral and daily task for most market participants. In this paper, we consider the possibility of using ensemble algorithms for short-term forecasting of electricity prices.

До недавнего времени в сфере электроэнергетики задача прогнозирования сводилась к определению будущего расхода энергии. Так как отрасль постоянно претерпевает множество изменений, как, например, реформирование отрасли и создание оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ), задача прогнозирования становится все более актуальной. Кроме того, появилась необходимость в краткосрочном прогнозировании свободной цены на электроэнергию «рынка на сутки вперед» (РСВ) [1].

Задача прогнозирования свободных почасовых цен на электроэнергию является новой для России. На настоящий момент не существует эффективных алгоритмов и методик для прогнозирования цен РСВ.

Обычно при прогнозировании процессов, описывающих динамику развития объекта или системы в разных предметных областях, предпочтение отдается более точному прогнозу, полученному путем использования того или иного метода. Однако каждый прогноз, полученный с помощью одного из методов, содержит полезную информацию, которая отсутствует в других прогнозах, поэтому трудно отдать предпочтение какому-либо из них [2].

Предполагается, что прогнозы, полученные разными методами, описывают лишь одну сторону динамики исследуемого процесса, отображаемого исследуемым временным рядом. Поэтому объединение незави-

симо полученных прогнозов позволяет привлекать дополнительную информацию, которая может способствовать более полному и точному описанию прогнозируемого процесса, и позволяет тем самым получить более точные прогнозы.

В рамках данной работы планируется решить следующие задачи:

4. Разработать различные модели, алгоритмы исследования и прогнозирования временного ряда цен на электроэнергию на основе ансамблевых методов.

5. Исследовать точность разработанных моделей, алгоритмов и их эффективность для решения задачи прогнозирования цен на электроэнергию.

6. Разработать программную систему для прогнозирования цен на электроэнергию на основе предложенных моделей и алгоритмов.

В данной работе будет использована методика однофакторного прогнозирования, так как пока отсутствует дополнительная информация о важных экзогенных факторах. При этом некоторые факторы опосредовано уже учтены в ретроспективном временном ряду цен на электроэнергию. Например, влияние температуры воздуха. При низких температурах возрастает энергопотребление, и, как следствие, возрастает цена на электроэнергию, что находит отражение в предыстории ВР цен. Часть факторов (например, энергопотребление) тоже прогнозируется, их использование приведет к тому, что, по сути, будет выполнен прогноз на основе прогнозного значения фактора, что отрицательно скажется на точности.

В результате выполнения работы планируется создать программное обеспечение для прогнозирования цен на электроэнергию с применением ансамблевых алгоритмов.

Для нахождения частных прогнозов будут использоваться методы SARIMA и Хольта-Винтерса, как наиболее популярные [3]. Также будет исследована применимость для решения задачи прогнозирования трех ансамблевых методов: метод минимизации дисперсии ошибки, метод ретроспективных прогнозов и адаптивный метод.

Для реализации программного обеспечения, выполняющего прогнозирование цен на электроэнергию на основе ансамблевого подхода, была выбрана связка из двух языков программирования высокого уровня – Java и R, а также «Renjin» [4] – интерпретатор для языка R, использующий в качестве среды выполнения виртуальную машину Java (JVM).

Язык программирования R будет заложен в ядре разрабатываемой программы для статистической обработки данных.

Java будет использован для создания бизнес-слоя программы и для предоставления графического пользовательского интерфейса для досту-

па к функциям анализа данных из R посредством «Renjin». Также использование языка Java обеспечит кроссплатформенность программного обеспечения, что позволит ему одинаково работать на разных операционных системах (Windows и Linux).

Литература:

4. Герасимов И.А. Формирование целевой модели розничного рынка электроэнергии. Стратегические решения и риск-менеджмент. 2011. – №4. – С. 94-103.
5. Френкель А.А, Сурков А.А. Методологические подходы к улучшению точности прогнозирования путем объединения прогнозов // Вопросы статистики. – 2015. – №8. – С. 23-25.
6. Шитиков В.К., Мاستицкий С.Э. Классификация, регрессия и другие алгоритмы Data Mining с использованием R. 2017. – 351 с. – Электронная книга, адрес доступа: <https://github.com/ranalytics/data-mining> (дата обращения: 10.11.2019).
7. Integrating R and Java. The JVM-based interpreter for the R language for statistical computing [Электронный ресурс] // Renjin — URL: <https://www.renjin.org/> (дата обращения: 10.11.2019).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ РАЗМЕРНОСТИ ПРИЗНАКОВОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ ЗАДАЧИ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

А. Д. Сазонов, И. Н. Яковина

**Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, nofosforrr@gmail.com**

Статья представляет собой один из результатов исследования применимости методов снижения размерности признакового пространства для решения задачи разработки медицинских диагностических моделей. Особенности данных настоящего исследования являются небольшой размер выборки и несбалансированность массивов результатов медицинских данных. В докладе будут рассмотрены результаты применения линейных и нелинейных методов снижения размерности.

The article presents one of the results of a study of the applicability of dimensionality reduction methods for solving the problem of developing medical diagnostic models. The features of the data of this study are the small sample size and the imbalance in the arrays of medical data. The report will consider the results of using linear and non-linear dimensionality reduction methods.

В условиях повсеместного внедрения средств вычислительной техники в медицинские учреждения возрастает актуальность решения задачи разработки диагностических моделей и рискометров. Особенно остро стоит вопрос для тех областей медицины, где меняются стандарты и внедряются новые методики диагностики. Одна из таких задач – разработка рискометра для ранней диагностики колоректального рака – решается совместно с Научно-исследовательским институтом терапии и профилактической медицины – филиалом ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН». [1].

Особенностью данной задачи является поисковый характер исследования, большая размерность исходных данных и небольшие несбалансированные группы пациентов. Так, например, результаты лабораторных проб представлены набором от 120 до 180 параметров, анамнез заболевания – от 230 до 320 параметров, выписка из истории болезни – представлена частично структурированным сегментом с более чем сотней параметров. При таком векторе показателей, описывающих каждого пациента размеры нозологических групп от 30 до 65 человек. Для такого исходного массива при разработке диагностических моделей на первое место выступают задачи поиска наиболее информативных признаков и снижения размерности признакового пространства. Эти задачи предобработки являются наиболее поскольку от них зависит эффективность следующих этапов обработки, анализа и апробации сформированных наборов моделей [2].

В рамках данной статьи рассматривается один из результатов решения задачи оценки эффективности применения методов снижения размерности для разделения пациентов различных нозологических групп. Ожидаемым результатом является перечень методов и моделей, эффективно разделяющих в пространстве патологии ЖКТ (конкретное заболевание или его стадию) для имеющегося набора данных о пациентах.

Для решения требуемых задач можно применять различные методы статистики и машинного обучения. Исходя из специфики данных возникает проблема применимости методов анализа в рамках задачи выявления групп пациентов, имеющих сходные клинико-морфологические особенности заболевания ЖКТ. Поэтому требуется изучение применимости различных методов снижения размерности при работе с разнотипными данными малого объема, в которых могут встречаться пропуски, а также с существенным влиянием отклоняющихся значений на результат. Наиболее важной задачей является подбор методов интеллектуального анализа или целого спектра различных методов для обработки медицинских данных с учетом специфики задачи.

Для данной задачи интерес представляют разделы машинного обучения: множественное обучение (manifold learning) и нелинейное уменьшение размерности (nonlinear dimensionality reduction). Анализ данных проводился с использованием языка программирования Python с библиотеками анализа и визуализации данных *numpy*, *pandas*, *matplotlib* и библиотекой машинного обучения *sklearn*. Были применены методы снижения размерности: PCA (метод главных компонент) и t-SNE (стохастическое вложение соседей с t-распределением).

С помощью отображения в двумерное пространство и визуализации данных было произведено первое сравнение методов. По рисункам 1, 2 и 3 можно сказать, что ни один из методов не позволяет построить разделяющую поверхность между группами объектов.

Оба метода на данном этапе не показали однозначного существования разделяющей гиперплоскости для пациентов различных групп на основе полученного признакового пространства. Однако есть предпосылки для улучшения моделей, в том числе добавление данных в исследуемые выборки, а также отображения наблюдений не на двумерное, а трехмерное пространство. Очевидно, что даже при неудовлетворительных результатах применение t-SNE дает сравнительно лучший результат.

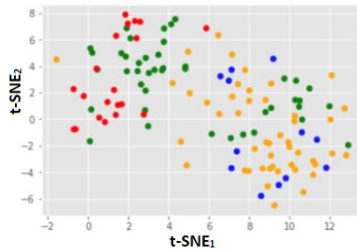


Рис. 1 – Визуализация данных с помощью t-SNE: синий – 1 стадия заболевания; желтый – 2 стадия; зеленый – 3 стадия; красный – 4 стадия

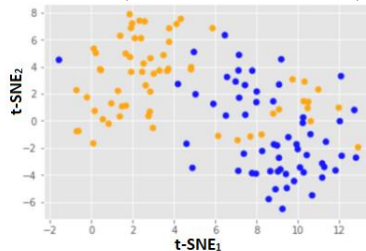


Рис. 2 – Визуализация данных с помощью t-SNE: синий – 1 и 2 стадии заболевания; желтый – 3 и 4 стадии

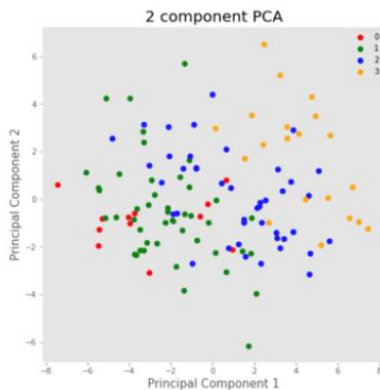


Рис. 3 – Визуализация PCA в осях наиболее значимых компонент:
красный – 1 стадия; зеленый – 2 стадия; синий – 3 стадия; желтый – 4
стадия

Таким образом, исследование будет продолжено в применении метода Kernel-PCA, а тщательной настройке уже использованных методов, а также введении метрик для сравнения различных методов. Для нахождения новых значимых зависимостей в данных для анализа будут включены записи о здоровых пациентах.

Литература:

1. Анализ причин позднего выявления пациентов с колоректальным раком (по данным архивных историй болезни лечебных учреждений г. Новосибирска) / Прудникова Я.И., Кручинина М.В., Курилович С.А., Светлова И.О., Войцицкий В.Е., Рягузов М.Е., Хадагаев И.Б. // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 4 – С. 33.
2. Быкова В.В., Катаева А.В. Методы и средства анализа информативности признаков при обработке медицинских данных // Программные продукты и системы – 2016. – № 2 (114) – С. 172–178.
3. Siwek K. Analysis of medical data using dimensionality reduction techniques // Przegląd Elektrotechniczny. – 2013. – Vol. 89, N 2a, p. 279-281.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЛГОРИТМОВ ДИНАМИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ В ПАССИВНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СЕТИ СВЯЗИ

В.С. Симонов, А.Н. Малявко

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, simonws@ya.ru**

В данной работе рассмотрены основные алгоритмы динамического распределения полосы пропускания, используемые для координации доступной полосы пропускания между конечными пользователями в сети GPON. Было произведено моделирование сети передачи трафика с целью определения и сравнения производительности, масштабируемости и эффективности распределения полосы пропускания с использованием алгоритмов с отчетами о состоянии абонентских терминалов и без.

This article discusses the basic dynamic bandwidth allocation algorithms used to coordinate the available bandwidth between end users in a GPON network. The traffic transmission network was simulated to determine and compare the performance, scalability and efficiency of the bandwidth allocation using algorithms with and without reports on the status of subscriber terminals.

Требования к пропускной способности для предоставления новых услуг возрастают. Кроме того, различные типы пользователей испытывают различные потребности в отношении размера полосы пропускания и задержек при передаче. Сетевые провайдеры вынуждены задумываться о новых механизмах, которые будут распределять пропускную способность между пользователями. Это приводит к увеличению интереса к оптическим сетям, подходящим для решений «Волокно к дому» (FTTH) и «Волокно к зданию» (FTTB).

Одной из технологий, обеспечивающих высокую пропускную способность, небольшие задержки и улучшенное управление шириной полосы, является гигабитная пассивная оптическая сеть. (GPON) [1]. GPON предназначен для передачи пакетов Ethernet через оптический носитель с использованием метода инкапсуляции GPON (GEM) [2]. Физическая связь фрагментирована на кадры GEM, как указано в [1] [2]. Кадры нисходящей линии связи распространяют карту полосы пропускания (BWMap) для будущего кадра восходящей линии связи [2].

В данной работе представлены два разных алгоритма DBA, разработанные для GPON, а именно: DBA с отчетами о состоянии и без отчетов о состоянии [2] [3], соответственно. DBA для сетей GPON не приводится в спецификациях ITU-T GPON, в связи с этим, часто проприетарные алгоритмы используются в оборудовании OLT.

Сеть GPON использует соединения типа «точка-многоточка» между оптической станцией (OLT) и оптическими сетевыми терминалами (ONU). Из - за высокой доступности полосы пропускания в GPON, распределение основано на соглашениях об уровне обслуживания (SLA), где качество обслуживания (QoS) может быть предоставлено в соответствии со спросом. Полоса пропускания выделяется для контейнеров передачи (T-CONT), каждый из которых обслуживает отдельный сервис, предоставляемый провайдером.

Для моделирования были определены три различных контейнера T-CONT, изображенных на рисунке 1 для динамического распределения полосы пропускания.

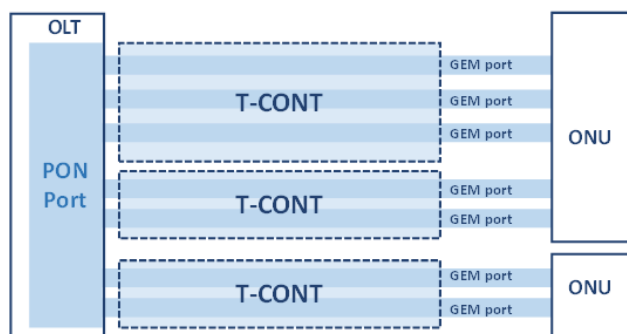


Рис.1 — Структура передачи трафика

Исходя из результатов моделирования, можно заметить, что алгоритм динамического распределения без отчетов о состоянии ONU более надежен в предоставлении QoS, и с соответствующей конфигурацией сети, оптимизированной для количества подключенных ONU и их требований к трафику, он может в достаточной степени обслуживать все типы трафика. Алгоритм с предоставлением отчетов не обеспечивает и не гарантирует QoS во всех конфигурациях сети, но он эффективно использует доступные ресурсы. Распределение без отчетов больше рекомендуется для сетей, где задержка передачи должна поддерживаться ниже определенного минимального уровня. Однако это решение требует большей пропускной способности из-за сверх выделенной полосы пропускания. Выбор алгоритмов должен быть сделан в зависимости от соглашения об уровне обслуживания QoS, согласованного с конкретными клиентами, и доминирующего типа трафика в сети.

Литература:

1. ITU-T,G.984.1 Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics, Mar. 2003. — с. 3-4.
2. ITU-T,G.984.3. Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Transmission convergence layer specification, Mar. 2008. — с. 8.
3. ITU-T,G. 983.4 A broadband optical access system with increased service capability using dynamic bandwidth assignment, Nov. 2001. — с. 12

**РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ КОРРЕКТИРОВКИ ВНЕШНЕГО
ВИДА WEB-САЙТОВ ДЛЯ СЛАБОВИДЯЩИХ И ЛЮДЕЙ
С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ**

К.А. Стукаленко, А.Л. Осипов

**Новосибирский государственный университет экономики
и управления, г. Новосибирск, alosip@mail.ru**

Представлена разработка модуля на CMS 1C-Bitrix, который выполняет коррекцию внешнего вида web-сайтов для слабовидящих и людей с ограниченными возможностями согласно ГОСТ 52872-2012.

The development of the module on CMS 1C-Bitrix is presented, which performs the adjustment of the appearance of websites for visually impaired and people with disabilities according to GOST 52872-2012.

На территории Российской Федерации размещается большое количество слабовидящих и незрячих людей. В силу ограниченных возможностей такие инвалиды по зрению, до последнего времени, не имели возможности пользоваться благами Интернета.

Однако, инновации в области компьютерных технологий позволили исправить данное положение и теперь согласно разработанным государством требованиям абсолютно все сайты стандартного типа должны обязательно иметь версию для слабовидящих.

Создается она по ГОСТу и имеет свои требования. Теперь всем без исключения государственным учреждениям и муниципальным образовательным организациям в обязательном порядке необходимо обзавестись версией Интернет-ресурса для слабовидящих наряду с основной.

Для коммерческих предприятий и организаций данное постановление носит лишь рекомендательный характер.

Целью данной работы является разработка модуля на CMS 1C-Bitrix, который будет выполнять коррекцию внешнего вида web-сайтов для слабовидящих и людей с ограниченными возможностями согласно ГОСТ 52872-2012.

Перед тем, как начать разрабатывать модуль встал вопрос, на какой CSM системе его делать, и где он будет актуален на рынке приложений. Была взята статистика наиболее популярных CSM на сегодняшний день, представленная на рисунке 1.

Всего было опрошено 5 405 809(+3,25%) доменов зоны RU, 59,8%(+3,4) опрошенных доменов ответили в течение 30 секунд, а CMS обнаружена на 20,9% - 0,9 доменов. Доля платных тиражных CMS составляет примерно 14,2% от общей доли обнаруженных CMS, а доля узкоспециализированных — 7,7%.

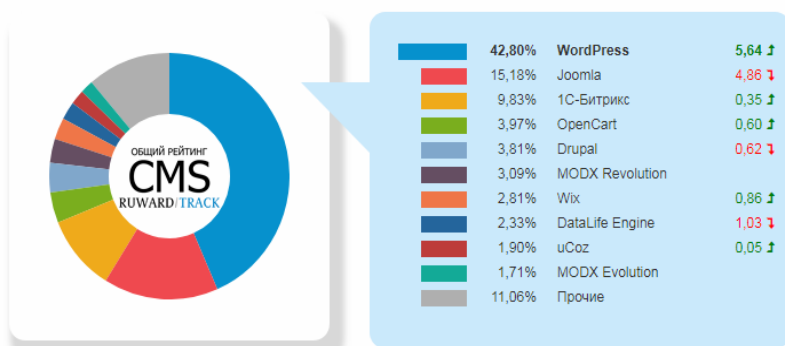


Рис. 1 – Общий рейтинг CMS

Бесплатный движок WordPress в явных фаворитах с впечатляющей долей 42,8%; Joomla и Drupal следуют за лидером с безнадежным отрывом — 15,18 и 3,81% мирового рынка CMS. Замечены в рейтинге 2017 и новички, такие как CMS Битрикс.

Выбор среды для разработки был между:

- WordPress;
- Joomla;
- Drupal;
- 1С-Bitrix.

Как удалось выяснить, у CMS WordPress [1] довольно много плагинов, которые создают версию сайта для слабовидящих пользователей.

Популярные плагины на WordPress:

1. Button visually impaired - бесплатный;
2. Comfortable Reading - бесплатный;
3. Comfortable Reading – платный, расширенная версия;
4. For the visually impaired.

По качеству разработки плагинов, для бесплатной CMS данные плагины соответствуют требованиям ГОСТ и просты в установке и настройке.

У CMS Joomla тоже есть модуль, который создает версию сайта для слабовидящих пользователей.

Но из-за сложности, данной CMS и отсутствия документации, было принято решение не разрабатывать модуль для неё.

В CMS 1С-Bitrix не встроена поддержка версии для слабовидящих, есть только 2 модуля доступных в Marketplace с версией для слабовидящих. Один не выполняет требований ГОСТ, а другой содержит большой функционал, который не всегда нужен сайтам с определенной тематикой, но они хотели бы привлечь данную категорию людей к себе на сайт. Поэтому было принято решение разрабатывать модуль именно на данной CMS.

Система управления сайтами 1С-Bitrix имеет модульную архитектуру, что означает, что весь функционал системы сгруппирован в более или менее самостоятельные единицы, называемые модулями. В стандартной поставке системы есть достаточно большое количество стандартных модулей, удовлетворяющих большинству типовых потребностей сайтов.

Однако ни одна, даже самая большая и сложная система управления не может удовлетворить всех потребностей клиентов и требований больших или не типовых проектов.

Тогда перед разработчиками встает задача создания на базе 1С-Bitrix [2] собственного функционала. Хорошим решением является оформление такого функционала в виде самостоятельного модуля.

Разработка модуля состояла из нескольких этапов: разработать и внедрить универсальный шаблон в 1С-Bitrix, который позволяет людям с ограниченными возможностями пользоваться специальной версией сайта; создать мастер-установки данного шаблона; создать «чистый» модуль 1С-Bitrix, который будет служить своеобразным шаблоном для дальнейшей доработки.

Соединить два предыдущих пункта в полноценный модуль, который можно будет полноценно использовать на различных сайтах.

Перейдем к результатам первого этапа. На основе всех рекомендаций ГОСТа был спроектирован и разработан универсальный шаблон для сайтов, а также внедрен в систему «1С – Битрикс: Управление сайтом».

Он позволяет людям с ограниченными возможностями пользоваться специальной версией сайта, без определённых сложностей для них.

Для проверки проделанной работы были проведены следующие виды тестирования:

- тестирование верстки (расположение элементов, валидация кода, проверка на кроссбраузерность);
- тестирование производительности.

Обнаруженные проблемы в ходе тестирования были устранены.

В результате созданный универсальный web-шаблон, внедрялся в разрабатываемый универсальный модуль, он позволит подключать версию для слабовидящих, для всех сайтов под управлением 1С-Bitrix.

Второй этап, с помощью официальной документации API от CMS 1С-Bitrix был разработан Мастер установки. Мастер – это диалог, состоящий из нескольких шагов.

Каждый из мастеров имеет свое предназначение. Мастер данной работы предназначен как раз для смены решения на универсальный шаблон.

Третий этап, включал разработку собственного модуля, что дает нам возможность использовать административный функционал 1С-Bitrix и дорабатывать административную панель, во-вторых, логичное структурирование своего кода, и наконец, что самое приятное, возможность повторно использовать созданный функционал и включать его в другие проекты.

Завершающим этапом всей работы является объединение простых кусочков в полноценный изолированный модуль для CMS 1С-Bitrix. Данный модуль был построен по правилам архитектуры системы 1С-Bitrix, что в дальнейшем даёт нам возможность доработки текущего функционала, а со стороны пользователя беспрепятственное получение и обновление до актуальной версии модуля.

Данный модуль предоставляет удобный графический интерфейс для конечного пользователя.

По итогу получаем изолированный, самодостаточный модуль для CMS 1С-Bitrix и полностью удовлетворяющий нашей задачи.

Литература:

1. Уильямс Брайан. WordPress для профессионалов / Б. Уильямс, Х. Стэрн, Д. Дэмстра. - Издательство: Питер, 2014 г. – 464 с.

2. Басыров, Р.И. 1С-Битрикс. Корпоративный портал. Повышение эффективности компании (+ CD-ROM) / Р.И. Басыров. - М.: Питер, 2016. - 265 с.

ФИЛЬТРАЦИЯ ИСКАЖЕННОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛЮ

Н.Ю. Филипенко

Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, nikita1994@ngs.ru

Представлены результаты фильтрации импульса, состоящего из двух наложившихся сигналов, параметрической моделью. Приведены изображения сигналов до наложения их сумма и сигналы, восстановленные с помощью параметрической модели. Также представлены критерии оценки точности нахождения восстановленного сигнала и их значения.

The results of filtering a pulse consisting of two superimposed signals by a parametric model are presented. The images of the signals before overlapping their sum and the signals restored using the parametric model are shown. Criteria for assessing the accuracy of the reconstructed signal and their values are also presented.

При работе с сейсмотрассами возникают ситуации, когда несколько сигналов накладываются друг на друга, образуя искаженный несимметричный сигнал. Задача фильтрации такого сигнала является очень важной, так как, получив исходный неискаженный сигнал, можно продолжить работу с ним по получению необходимой информации об источнике импульса (расстояние до источника, скорость его движения). Данная информация необходима при работе с импульсом, возникающем при гидравлическом разрыве пласта.

В данной работе приведена фильтрация импульса, состоящего из двух сигналов, с помощью параметрической модели. [1]

Параметрическая модель (1).

$$s(X, t) = cA \frac{\cos(kX - \omega t + \theta)}{\operatorname{ch}\left(\frac{X - vt}{T}\right)} \quad (1)$$

В параметрической модели c – коэффициент пропорциональности, зависящий от вида эволюционного уравнения, A и T_0 – амплитуда и длительность импульса, $X = x - x_0$ – расстояние между сейсмоприемником и источником импульса, $\omega = kv$ – угловая частота, которая равна произведению волнового числа k и фазовой скорости волны v , θ – фазовый сдвиг волны. На рисунках 1 (без учета положения импульсов друг относительно друга) и 2 (с учётом положения импульсов друг относительно друга) представлены 2 сигнала, которые накладываются, образуя импульс.

1-й и 2-й сигналы, получены с помощью параметрической модели 1 и отличаются следующими параметрами: $\omega_1=2$ Гц, $\omega_2=2\pi$ Гц и $T_1=1$ с, $T_2=2$ с.

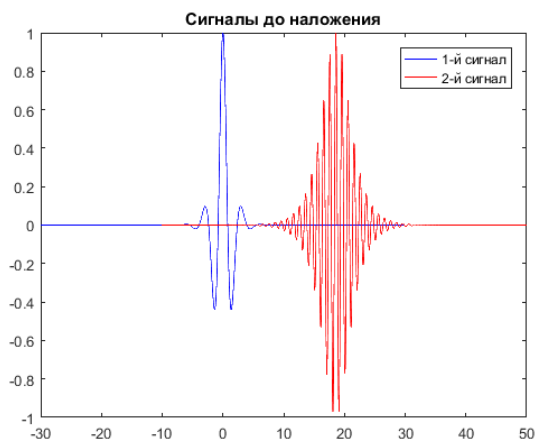


Рис. 1 – Сигналы до наложения (без учёта их положения друг относительно друга)

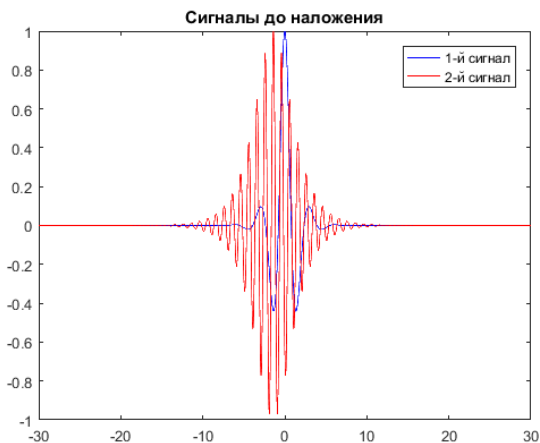


Рис. 2 – Сигналы до наложения (с учётом их положения друг относительно друга)

На рисунке 3 показан суммарный импульс, полученный в результате сложения двух сигналов.

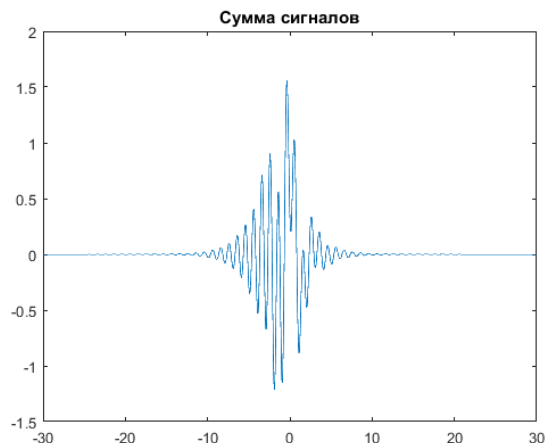


Рис. 3 – Сумма сигналов, подаваемая в программу для фильтрации
 На рисунке 4 показаны восстановленные сигналы из их суммы. По форме они полностью идентичны. О высоком качестве фильтрации говорят и значения критериев точности подбора, которые представлены в конце статьи.

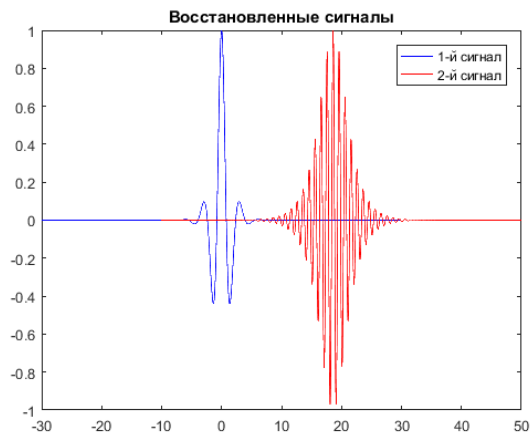


Рис. 4 – Восстановленные сигналы (без учёта их положения друг относительно друга)

Для того чтобы провести фильтрацию, сумму сигналов, помещают в программу с параметрической моделью с некоторыми заданными коэффициентами. Далее программа выделяет первый сигнал из суммы, а затем он вычитается из суммы и получается 2-й восстановленный сигнал.

Для того чтобы показать качество восстановления сигналов, приведены критерии точности подбора коэффициентов.

Сумма квадратов ошибок (SSE): $6.295e-21$;

Квадрат смешанной корреляции (R -square): 1;

Уточненный квадрат смешанной корреляции ($Adjusted R$ -square): 1;

Корень из среднего для квадрата ошибки ($RMSE$): $1.025e-12$;

Средняя абсолютная ошибка (MAE): $1.636e-07$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Параметрическая модель позволяет восстановить исходные сигналы с высокой точностью, если произошло наложение двух сигналов, вне зависимости от их смещения относительно друг друга.

Литература:

1. Модель сейсмического импульса, возникающего при гидравлическом разрыве пласта / Е.В. Рабинович, К.С. Ганчин, И.М. Пупышев, Г.С. Шефель // Математические структуры и моделирование. – 2014. №4. – С. 105–111.

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТОВ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОМ МОДЕЛИРОВАНИИ И РЕШЕНИИ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ НА ПРИМЕРЕ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ КУБИЧЕСКИМ СПЛАЙНОМ

К.В. Шалда

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, shalda.2012@stud.nstu.ru**

Наиболее эффективным и простым методом параметризации поверхностей с точки зрения разработки, скорости выполнения программы и её ресурсозатратности является метод моделирования кривых и поверхностей при помощи сплайн-функций или просто сплайнов. Такие методы различаются точностью моделирования, скоростью выполнения, сложностью разработки. В данной работе будет рассмотрен метод параметризации на основе кубического сплайна, и представлена общая структура такого инструмента.

The most effective and simple method of surface parameterization from the point of development, program performance and its resource consumption is the method of curves and surfaces parameterization using spline functions or simply splines. Such methods differ in modeling accuracy, performance, complexity of development. In this paper we will consider a parameterization method based on a cubic spline, and present general structure of such a tool.

Многие реальные физические процессы описываются дифференциальными и интегральными уравнениями. Например, это такие проблемы, как задачи теплообмена, электродинамики, деформации тел, георазведки. Одним из методов, позволяющих решить данные типы задач, является Метод конечных элементов (МКЭ) [1]. Согласно этому методу, область решения задачи разбивается на конечное число подобластей, при помощи которых вычисляется решение задачи на всей области. Для использования метода эти области необходимо определённым образом сформировать. При этом, чем более точно будет смоделирована область, тем точнее будет полученное решение к искомому.

Например, представим задачу проектирования крыла самолёта. В процессе полёта самолёт испытывает огромные нагрузки, как тепловые, так и физические. Чтобы самолёт не упал и не разбился, его фюзеляж, крылья и другие компоненты корпуса должны выдерживать эти нагрузки. Соответственно, на этапе проектирования инженеры должны не просто нарисовать крыло, а выполнить его моделирование, построить модель, выполнить расчёты, например, методом МКЭ и протестировать на целевые нагрузки. В случае, если крыло их не выдерживает, необходимо изменить его форму и повторить процесс. Таким образом, используя инструменты моделирования и параметризации, можно не только спроектировать сложную поверхность, но и проверить её поведение.

Одним из методов параметризации таких поверхностей является метод параметризации сплайном. В общем случае, сплайном называют любую составную кривую, или функцию, состоящую из полиномиальных областей, которые удовлетворяют заданным на границах этих областей условиям непрерывности [2]. На основе полиномиальных функций, так же именуемых базовыми, различают линейные, квадратичные, кубические и другие сплайны [3].

Кубический сплайн, или сплайн третьей степени, является компромиссом между сплайнами более высокого порядка, которые имеют более высокую вычислительную сложность, и сплайнами более низкого порядка, чья точность может быть заметно ниже. Благодаря своим свойствам, кубические сплайны позволяют смоделировать большинство сложных поверхностей [4].

Представим формулы, описывающие интерполяционный кубический сплайн, где i - некоторые базисные функции:

$$P(x) = \sum_{i=1}^n f_i \psi_{2i-1}(x) + \sum_{i=1}^n f_i' \psi_{2i}(x),$$

$$f'_i = \frac{h_i}{h_{i-1}(h_{i-1} + h_i)} f_{i-1} + \frac{h_i - h_{i-1}}{h_{i-1}h_i} f_i + \frac{h_{i-1}}{h_i(h_{i-1} + h_i)} f_{i+1},$$

$$h_{i-1} = x_i - x_{i-1}, h_i = x_{i+1} - x_i$$

Для параметризации различных сложных поверхностей необходимы специальные инструментальные средства. Представим общую архитектуру такого инструмента.

Во-первых, необходим модуль инициализации и ввода исходных данных. Задачей данного модуля может являться инициализация ресурсов ВУ, получение исходных данных, их конвертация в необходимый формат, группировка и другая подготовка для непосредственной работы с ними. Так же в этом модуле могут генерироваться какие-то дополнительные данные, необходимые для работы программы.

Во-вторых, необходим модуль моделирования, который и будет выполнять основную задачу - обрабатывать данные, на основе которых будет производиться параметризация поверхности.

В-третьих, немаловажны модули визуализации и взаимодействия с пользователем, которые обеспечат представление промежуточных и конечных результатов моделирования на экране ЭВМ и позволят пользователю изменить какие-то параметры в процессе выполнения программы.

В-четвёртых, потребуются модули мониторинга, вывода данных и финализации, которые позволят следить за процессом моделирования, обрабатывать ошибки, которые могут возникнуть в процессе выполнения программы, логировать какую-то техническую информацию, производить замеры производительности, освобождать ресурсы ЭВМ в конце выполнения программы и т.д.

С точки зрения средств разработки, такие инструменты могут быть разработаны на любом языке программирования, однако, наиболее оптимальными на мой взгляд являются языки C++ и C#. В качестве инструментов для визуализации можно выбрать API DirectX или OpenGL. Стоит отметить, что в случае разработки под несколько платформ, наиболее универсальной будет связка C++ & OpenGL.

В процессе проектирования и разработки программы необходимо решить следующие важные проблемы:

1. Разработка эффективных по скорости выполнения алгоритмов;
2. Выбор инструментов и методик в зависимости от целевых платформ;

3. Возможность интеграции разработанного ПО в существующие комплексы моделирования.

Литература:

1. Соловейчик, Ю.Г. метод конечных элементов для решения скалярных и векторных задач : учеб. пособие / Ю.Г. Соловейчик, М.Э. Рояк, М.Г. Персова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2007. - 896 с.
2. Завьялов, Ю.С. Сплайны в инженерной геометрии / Ю.С. Завьялов, В.А. Леус, В.А. Скорospelов. - Москва, 1985. - 224 с.
3. *Birkhoff, G.* Fluid dynamics, reactor computations, and surface representation. / *A History of Scientific Computation.* – New York: Addison-Wesley, 1990. – p. 63-87.
4. *Boor, Carl de A* Practical Guide to Splines – New York: Springer-Verlag, 1978. – 348 p.

**НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ – ИНФОРМАТИКА,
АВТОМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ
ТЕХНИКА**

**Секция ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЦИФРОВОЙ
ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ**

**СИСТЕМА ЕЖЕДНЕВНОГО ВНУТРИФАКУЛЬТЕТСКОГО
АНАЛИЗА НЕЯВОК И ДОСТИЖЕНИЙ**

Е.А Андреев, Б.В. Хабитуев
Бурятский государственный университет,
г. Улан-Удэ, gjhonic.bsu@gmail.com

Одной из задач, которая возникает в ходе учебного процесса в университете, является контроль посещаемости занятий. В Институте математики и информатики предложена схема контроля посещаемости, которая подразумевает работу старост, кураторов групп и деканата. Внедрение информационной системы сбора и учёта данных посещаемости может решить часть этих проблем. В работе описан прототип информационной системы учета посещаемости студентов.

One of the tasks that arise during the educational process at the university is the control of attendance of classes. At the Institute of Mathematics and Informatics, a scheme for monitoring attendance has been proposed, which implies the work of elders, group supervisors and the dean's office. The integration of an information system for collecting and recording attendance data can solve some of these problems. The paper describes a prototype of the student attendance information system.

В Бурятском государственном университете существует ряд сервисов, формирующих интерактивную обучающую среду и позволяющих осуществлять контроль за учебным процессом (в частности подсистема учета посещений в личном кабинете). Данный сервис позволяет получать данные о посещаемости, однако ответственным по воспитательной работе необходимо постоянно контролировать посещаемость студентов и формировать различные выгрузки и отчёты. Для контроля посещаемости в Институте математики и информатики было предложено использовать бумажный журнала посещаемости, а также привлечением старост групп, которые заполняют аналогичный журнал. После чего эта информация аккумулируется в виде Excel таблиц для формирования отчетов.

В 2015 году ученым советом Института математики и информатики Бурятского государственного университета (ИМИ БГУ) было принято

решение о разработке и внедрении рейтинга КОНУС (Культурной общественной научной учебной и спортивной деятельности). За участие в мероприятиях студентам начисляются баллы, таким образом, рейтинг КОНУС мотивирует студентов к участию в мероприятиях и способствует воспитанию у студентов активной жизненной позиции. С другой стороны, использование рейтинга КОНУС позволяет администрации института выявлять и поощрять активных студентов. Баллы начисляются с учетом уровня мероприятия (факультетское, внутри вуза, межвузовский, и выше) и того, какую функцию выполнял студент, участвуя в мероприятии – был он в группе поддержки, участвовал или стал призером и т.п.. После каждого мероприятия ответственные лица должны оперативно обновлять рейтинг. Также рейтинговые баллы могут быть сняты за непосещение важных мероприятий, за действия, направленные на срыв мероприятий и т.п. Сумма штрафных баллов определяется лицом, ответственным за проведение мероприятия и согласовывается с заместителем директора по воспитательной работе.

Очевидно, что описанные процессы подразумевает много «бумажной» работы, что может стать причиной ошибок, недочетов, искаженных результатов и т.д. при обработке. Внедрение системы сбора, хранения и обработки данных может автоматизировать ведение учета успеваемости и анализ их результатов. Авторами разработана система сбора и публикации данных посещаемости и рейтинга КОНУС. В системе предусмотрены различные виды пользователей см (Таблица 1).

Таблица 1 - Роли пользователей

Пользователь	Функции
Староста	Ежедневное заполнение формы посещаемости группы
Куратор	Контроль правильности заполнения данных старостой.
Деканат	Администрирование рейтинга КОНУС, учёт контингента, формирование отчётов

Администратор	Администрирование системы, добавление учетных записей пользователя
---------------	--

Также в системе предусмотрен беспарольный гостевой вход для студентов, где каждый может посмотреть на интересующую ему информацию. На данный момент система внедрена в учебный процесс института. В базе данных хранится информация о посещаемости всех студентов института.

Система реализована на фреймворке Yii2, также использовалась библиотека D3js для создания графиков. Система размещена в открытом доступе в сети Интернет и доступна по адресу vimi.bsu.ru. На рисунке (Рисунок 1), (Рисунок 2) представлены скриншоты панели системы для пользователя «Староста» и «Деканат».

ИС Посещения																
База Учет Отчеты Посещение Конусы Главная Выйти																
Посещаемости группы:100 на Ноябрь месяц 2019 года																
	Назад	Расписание группы														
Студент	01.11.19	02.11.19	04.11.19	05.11.19	06.11.19	07.11.19	08.11.19	09.11.19	11.11.19	12.11.19	13.11.19	14.11.19	15.11.19	16.11.19	18.11.19	
Агафонова Дарья	1								2				1			
Буров Осип		1				1			2			1				
Иванов Иван		2				1										
Ларионова Влада							2									
Панов Елисей															1	
Петров Петр	1			1	1	1						1		1	1	

Рис. 1 - Таблица посещений группы

Рейтинг "КОНУС" ИМИ 2019-2020 учебный год

+ Добавить событие			
#	Студент	Баллы конуса	Последнее событие
1	Докур Аюна Мергеновна 05360	605	за работу старосты (за сентябрь 2019)
2	Очирова Дугма Нилоевна 05170	580	за участие в мероприятии "День учителя"
3	Жалсанова Адиса Амагалановна 05170	570	за помощь в проведении Самарской математической олимпиады для школьников
4	Дугаров Александр Евгеньевич 05560	560	за работу старосты (за сентябрь 2019)
5	Евтюшкина Елена Сергеевна 05170	545	за работу старосты (за сентябрь 2019)
6	Симукина Ксения Игоревна 05570	450	за работу старосты (за сентябрь 2019)
7	Ховалыг Марта Маадыровна 05170	440	Малый ИМИ
8	Санжиев Владислав Арсланович 06370	400	Малый ИМИ
9	Баканин Артём Юрьевич 05170	390	Малый ИМИ
10	Аюшиева Саржана Байровна 05170	390	Малый ИМИ
11	Есин Александр Сергеевич 05960	370	за организацию мероприятия "День учителя"
12	Ванчиков Эрдэн Эдуардович 05370	360	Малый ИМИ
13	Чимитов Жамсо Чой-Балсанович 05370	320	Консультация в студ. деканате

Рис. 2 - Таблица рейтинга КОНУС

Литература:

1. Андреев Е.А., Хабитуев Б.В. Информационная система учета посещаемости студентов // Информационные системы и технологии в образовании, науке и бизнесе: материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Улан-Удэ, 5 июля 2019 г.) / науч. ред Е. Р. Урмакшинова, отв. ред А. А. Тонхонова. – Улан-Удэ: Издательство Бурятского государственного университета, 2019. – С. 4-11.

МОДУЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ В СРЕДЕ MS VISUAL STUDIO

А.В. Андрюшин, Е.М. Бухтоярова, Т.В. Преображенская
Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, ander.andryuschin@yandex.ru,
bukhtoyarovalena@gmail.com

Современные средства автоматизации разработки программных продуктов в сотни раз повышают производительность работ. Однако они сложны и требуют времени и квалификации для освоения. В статье приведена методика освоения MS Visual Studio для реализации модульного тестирования, которая положена в основу лабораторной работы по дисциплине Программная инженерия.

Modern automation tools for software development increase productivity of works by hundreds of times. However, they are complex and require time and skill to master. The technique of mastering MS Visual Studio for the implementation of unit

testing, which is the basis of laboratory work on the discipline of Software engineering, is presented in the paper.

Современные средства автоматизации разработки программных продуктов в сотни раз повышают производительность работ. Однако они сложны и требуют времени и квалификации для освоения.

Основная цель использования систем автоматизированного проектирования (CASE-систем) заключается в максимальной автоматизации стадий анализа и проектирования систем.

CASE-системы (например, MS Visual Studio) включают в себя большое число инструментов, необходимых программистам для их работы. Важными компонентами CASE-систем являются средства тестирования и отладки. Тестирование - один из обязательных этапов создания качественного программного продукта (ПП) [1]. Отладка и тестирование - деятельность для оценки и улучшения качества ПП, она необходима для устранения дефектов и проблем в работе программ [1-5].

Большинство современных программистов не использует тот огромный функционал, который предлагает система автоматизированного проектирования. В том числе средства тестирования и отладки. Это объясняется сложностью изучения системы на иностранном языке, непривычной структурой системы.

В связи с этим возникает проблема – как донести до студентов задачи программной инженерии в короткие сроки, в частности задачу тестирования и отладки программного продукта.

Один из способов решения сформулированной выше проблемы – создание краткого и в то же время понятного алгоритма работы со средствами тестирования. Поэтому ниже нами было сформулировано строгое методическое описание, следуя которому студенты могут за несколько часов лабораторной работы быстро изучить достаточно трудный для восприятия метод отладки и тестирования программных систем.

Каждая сложная программная система (ПС) состоит из отдельных частей - модулей, выполняющих ту или иную функцию в составе системы [3]. Для того, чтобы удостовериться в корректной работе всей системы, необходимо вначале протестировать каждый модуль системы по отдельности. В случае возникновения проблем при тестировании системы в целом это позволяет проще выявить модули, вызвавшие проблему, и устранить соответствующие дефекты в них. Такое тестирование модулей по отдельности получило название «модульное тестирование» (unit testing) [3].

Интегрированная среда разработки ПО – Microsoft Visual Studio является одной из сред, поддерживающих использование модульного те-

стирования. В её состав входит специальный обозреватель тестов, предназначенный для поддержки разработчиков и коллективов, применяющих модульное тестирование на практике при разработке программного обеспечения [2].

Ниже приводится наше описание технологии создания Unit-теста для консольного приложения Console App (.NET Framework), написанном на объектно-ориентированном языке программирования C# [4].

На первом этапе создаётся консольное приложение. Для этого запускается среда MS Visual Studio и вызывается следующая последовательность команд File -> New -> Project. В результате откроется окно New Project. Далее, происходит выбор шаблона консольного приложения. Для этого нужно перейти во вкладку Visual C# -> Windows Desktop -> Console App (.NET Framework). После этого новому приложению необходимо дать имя, например NameApp.

На втором этапе происходит подготовка текста модуля, который будет тестироваться. Для этого перед объявлением главной функции Main() вводится текст некоторой функции Fun() класса Program, которую необходимо протестировать. Важно иметь доступ к созданной функции Fun(), поэтому необходимо сделать класс Program общедоступным. Для этого для него устанавливается ключевое слово public. В Main() писать ничего не нужно, поскольку эта программа будет тестироваться из другого модуля. На этом этапе программа готова к тестированию.

На третьем этапе происходит непосредственное создание теста. Тест создается отдельным проектом (Project) в решении (Solution). Программа, которая будет тестироваться, не знает об этом. Программа-тест вызывает функции тестирующей программы. То есть, программа-тест будет вызывать функцию Fun().

Для имеющегося решения необходимо добавить новый проект с помощью последовательности команд File -> Add -> New Project. В окне Add New Project нужно выбрать Visual C# -> Test -> Unit Test Project (.NET Framework). После этого программе, которая будет производить тестирование, даётся имя, например NameTestApp.

В проекте NameTestApp автоматически создаётся файл теста UnitTest1.cs. В этом файле будут размещаться методы для тестирования функции проекта NameTestApp. Этот проект может содержать любое количество файлов теста.

Файл теста UnitTest1.cs содержит класс с именем UnitTest1. В классе есть общедоступный метод TestMethod1(). Над этим методом размещается атрибут [TestMethod]. Это означает, что в тело метода нужно вписать код, который будет тестировать функции проекта NameApp.

В классе можно написать любое количество методов для тестирования различных функций из разных модулей. Главное, чтобы эти методы были помечены атрибутом [TestMethod].

На четвёртом этапе осуществляется подключение проекта NameApp, содержащего функцию для теста, к проекту NameTestApp с методом, тестирующим эту функцию. Чтобы иметь доступ к функции Fun() из проекта NameTestApp, требуется подключить пространство имен, в котором она размещается.

Для этого вызывается контекстное меню для проекта NameTestApp. Вызов происходит щелчком правой кнопкой мыши на проект NameTestApp в обозревателе решений (Solution Explorer). Затем осуществляется выбор последовательности команд Add -> Reference.

В результате отрывается окно Reference Manager, в котором нужно активировать вкладку Projects и выбрать в ней проект NameApp. Теперь функции проекта NameApp будут доступны для использования в проекте NameTestApp.

На последнем, пятом этапе происходит запуск теста на выполнение и проверка результата тестирования.

В Microsoft Visual Studio для работы с Unit-тестами реализовано специальное меню команд, которое называется Test. Чтобы запустить тест на выполнение, нужно выбрать одну из команд: Test -> Run -> Selected Test или Test -> Run -> All Tests.

Результат выполнения теста можно просмотреть в левой части экрана в окне обозревателя теста Test Explorer. По завершении тестового запуска строка состояния становится зеленой, если метод теста TestMethod1() успешно пройден, или красной, если тест не пройден.

Модульное тестирование помогает устранить сомнения по поводу корректности работы отдельных модулей программы и может быть использовано для подхода к тестированию «снизу вверх»: сначала тестируя отдельные части программы, а затем программу в целом.

Использование такого тестирования даёт наибольший эффект, когда оно является неотъемлемой частью рабочего процесса разработки ПО. Приведенная методика освоения MS Visual Studio для реализации модульного тестирования положена в основу лабораторной работы по дисциплине Программная инженерия.

Литература:

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010. Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств = Information technology. System and software en-

gineering. Software life cycle processes. – Введ. 2012–03–01. – М.: Стандартинформ, 2011. – 99 с.

2. *Потапенко В.Я.* Тестирование и отладка программного обеспечения/: Методические указания для практических занятий / Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И.Платова. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016 – 40 с.

3. Лекция 11: Модульное тестирование [Электронный ресурс] // Национальный открытый университет ИНТУИТ. – URL: <https://www.intuit.ru/studies/curriculums/4079/courses/209/lecture/5409?page=1> (дата обращения: 28.10.2019)

4. Документация по Visual Studio [Электронный ресурс] // Официальный сайт Microsoft. – URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/windows/?view=vs-2017> (дата обращения: 28.10.2019)

5. *Вичугова А.А.* Автоматизация процесса разработки программного обеспечения: методы и средства // Прикладная информатика / Journal of applied informatics. – 2016. – Том 11. №3 (63) – С. 63-75

РАСПОЗНАВАНИЕ ЖЕСТОВОЙ РЕЧИ

М.А. Богомолов, И.И. Оглоблин, М.Г. Гриф

**Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, mocrobs@gmail.com**

Данный научный проект будет рассматривать проблемы общения людей с ограниченным слухом, и решения этих проблем с помощью аппаратно-программного комплекса, основанного на системе нейронных сетей и аппаратных ускорителей. Разработка будет производиться с помощью библиотечного компьютерного зрения Openpose и Hand Tracking.

This scientific project will consider the problems of communication between people with hearing impairments and solve these problems using a hardware-software complex based on a system of neural networks and hardware accelerators. Development will be done using Openpose library vision and Hand Tracking.

В Российской Федерации и во всём мире 9% населения являются глухими или слабослышащими [1]. Слабослышащие люди часто пользуются слуховыми аппаратами, но глухие чаще всего общаются при помощи жестового языка. Люди с ограничениями по слуху часто связаны со значительными ограничениями жизнедеятельности. Для такой категории населения коммуникация сильно затруднена. Люди с ограничениями по слуху воспринимают информацию намного медленнее, чем

люди без ограничений, даже если владеют языком жестов. Несмотря на федеральный закон "О социальной защите инвалидов в Российской Федерации"», который гарантирует людям с нарушением слуха услуги сурдоперевода в государственных органах самоуправления в объёме 40 часов в год, этого объема катастрофически не хватает. В стране имеется острая нехватка переводчиков жестового языка [2].

Задача улучшения социальной адаптации слабослышащих людей была и является одной из самых актуальных на сегодняшний день. Использование современных электронно-информационных технологий позволит увеличить возможности коммуникации между людьми с ограничениями по слуху и обществом.

В данной работе будут рассматриваться алгоритмы распознавания языка жестов, которые помогут создать систему перевода жестов на естественные языки.

На данный момент уровень развития компьютерных технологий, как аппаратных, так и программных, позволяет разработать систему распознавания жестовой речи для облегчения условий жизнедеятельности глухих и слабослышащих людей, владеющих жестовой речью.

Результат разработки планируется внедрить вначале в государственные сферы услуг, а затем и в коммерческие организации. Сначала аппаратно-программный комплекс будет разрабатываться на стационарных вычислительных машинах, а в дальнейшем и на мобильных устройствах.

Планируется разработать систему нейронных сетей для распознавания как отдельных крупных статических частей тела (зональность), таких как голова, шея, грудь, живот, пояс, так и мелких динамических частей, таких как руки, кисти, пальцы и мимика.

В структуре жестового языка особое внимание обращено на фокусную область "пространство жеста" [3]. В основном все жесты сконцентрированы в этом пространстве. Жестовая область распространяется вперёд от груди человека и включает пространство от середины туловища до верха головы. И всю ширину плеч. Область жеста постоянно меняет свой размер в зависимости от ситуации.

Так как система, основанная только на программном уровне, будет работать в нынешних реалиях слишком медленно, было принято решение реализовывать распознавание жестовой речи с помощью аппаратных ускорителей и программного обеспечения.

После проведённого исследования в среде распознавания жестов с помощью видеокамеры, были выделены несколько библиотек, которые возможно использовать для реализации проекта.

- Openpose – большая открытая библиотека для контроля и интерпретации языка человеческого тела, разработанная исследователями в школе информатики Карнеги – Меллон. Эта кроссплатформенная программное обеспечение позволяет распознать ключевые точки человеческого тела (всего 135 ключевых точек) как отдельные изображения. Библиотека может распознавать изображения как с 3D, так и 2D видеопотока. Распознавание основано на алгоритмах нейронных сетей и машинного обучения.

- Hand Tracking (GPU) – библиотека, разработана компанией Google, с открытым исходным кодом, позволяющая отслеживать движения руки по 21 точке. У библиотеки достаточно высокая скорость обработки изображения, что положительно скажется на результатах выполненной задачи и дальнейшего её развития. Данная библиотека разработана под платформы Android и IOS, но вполне возможно, что её адаптируют и под другие операционные системы.

С помощью этих библиотек планируется разработать систему распознавания жестового языка, аналогии которой уже разрабатываются многими людьми, но необходимого эффекта пока достигнуть не удалось.

Проект, в отличие от аналогов, направлен на компиляцию соответствующих мелких жестов в совокупности с зоной распознавания соответственно, как показано на рисунке 1. Тем самым, разработка аппаратно-программного продукта для определения жестов может объединить в себе лучшие части уже разработанных решений, охватывая большую область применения и новые возможности.

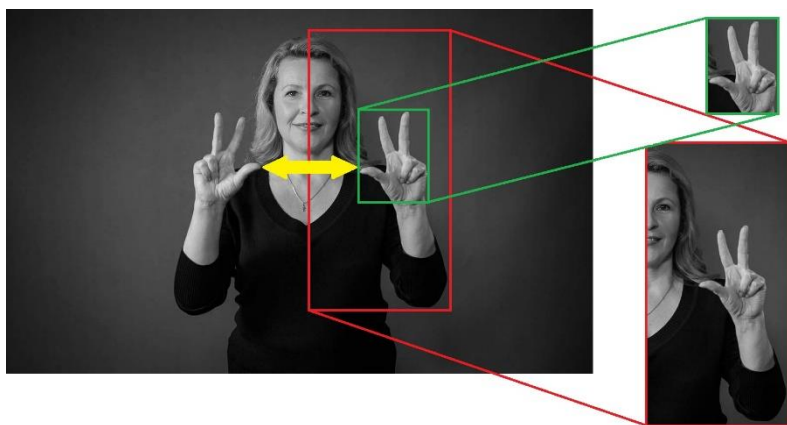


Рис. 1 – Структурные части

В качестве аналога правильно было бы рассмотреть контроллер Leap Motion, состоит из пары инфракрасных камер и светодиодов, который может служить для распознавания дактильной азбуки [4-5]. Дактилемы являются буквами из дактильного алфавита — различные положения пальцев воспроизводят знаки, функционально равно буквенной азбуке; и по очертанию многие из них отдалённо напоминают буквы печатного шрифта (в частности, «г», «р», «у», «о»). Каждое положение пальцев при этом означает букву, представлено на рисунке 2.

Но такой контроллер возможно и интегрировать в разрабатываемую систему в качестве модуля. Что позволит более четко распознавать конечную жестовую конструкцию.

Разработанная система нейронных сетей позволит максимально быстро и точно определять какой именно жест показал человек в тот или иной момент времени. А в дальнейшем связывать совокупность жестовых конструкций в слова и предложения. Чтобы распознать один жест необходимо отдельно выделить две компоненты, первая – рабочая зона, вторая – мелкая моторика. Обе эти составляющие в комбинации дают описание конкретного жеста. А так как количество вариантов для каждой составляющей ограничено, то и комбинации имеют предел.

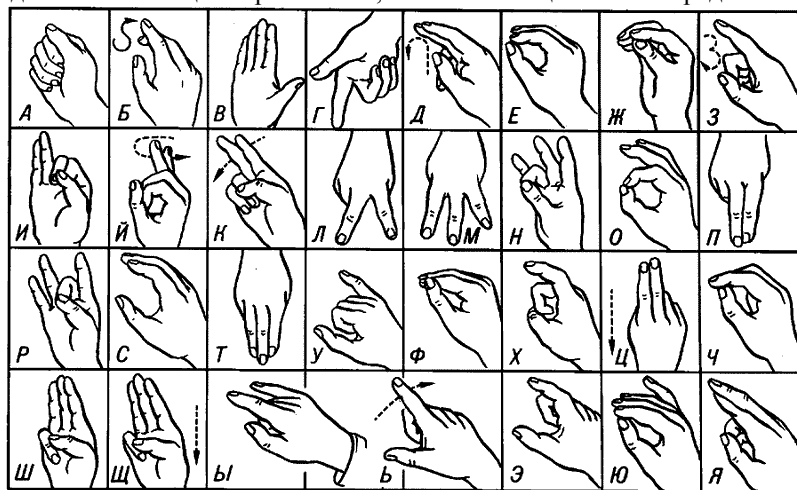


Рис. 2 – Дактильная азбука русского жестового языка (РЖЯ)

Из этого следует вывод, что распознав каждую составляющую из комбинации, мы можем с высокой вероятностью предположить, что хотел передать пользователь. Внутренние нейронные сети работают

независимо друг от друга, что не только ускоряет процесс обработки, но и повышает точность конечного результата.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ (проект № 19-57-45006).

Литература:

1. National Institute on Deafness and Other Communication Disorders [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nidcd.nih.gov/health/statistics/quick-statistics-hearing> (дата обращения 20.10.2019).
2. Корпус русского жестового языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rsl.nstu.ru/site/signlang> (дата обращения 16.10.2019).
3. Kegl, J.A. ASL syntax: research in progress and proposed research // Sign Language & Linguistics - 2004. – 7 (2) P. 173–206.
4. 3dNews [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.3dnews.ru/908660> (дата обращения 23.10.2019)
5. Leap Motion Controller [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.leapmotion.com/> (дата обращения 22.10.2019).

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.С. Ведуто, Г.И. Курчеева

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, vveduto@mail.ru**

В данной статье будут рассмотрены показатели развития информационного общества по Новосибирской области, на которые необходимо обратить внимание в первую очередь, с точки зрения подготовленности «Умного населения» - населения будущих «Умных городов» к грядущим нововведениям.

This article will consider the indicators of the development of the information society in the Novosibirsk region, which should be paid attention firstly, in terms of preparing the "Smart people" - the population of future "Smart Cities" to innovations.

Города стремительно растут, и урбанизация оказывает огромное влияние на повседневную жизнь. На сегодняшний день около 55% населения мира проживает в городских районах, однако к 2050 году по прогнозам департамента Организации объединенных наций по экономическим и социальным вопросам [1] эта доля возрастет до 68%. Прогнозы показывают, что урбанизация стимулирует постепенное переселение людей из сельских местностей в городские, учитывая общий прирост населения, порядка 2,5 миллиардов человек могут прибавиться в город-

ских районах к 2050 году. В этом контексте, органы власти и частные компании с опорой на информационно-коммуникационные технологии играют ключевую роль в реализации инновационных решений, услуг и приложений, способствующих развитию умных городов и стимулированию цифровой экономики. В последние годы это развитие набирает большие обороты. Национальная программа Российской Федерации «Цифровая экономика» [2] – прямое тому подтверждение. В рамках данной программы выдвигается множество инновационных идей, ориентированных на граждан, по созданию и применению различных сетевых технологий для обеспечения управления городскими службами и регулирования городской жизни. Однако опыт реализации и критика подобных зарубежных проектов показывает, что принцип «Ориентации на человека» соблюдается с большим трудом [3], также определенный процент населения не готов к стремительной цифровизации. Для того, чтобы подтвердить или опровергнуть эти поводы для беспокойства необходимо тщательный анализ показателей развития информационного общества в субъектах Российской Федерации с позиции граждан.

В данной работе приведены сводные таблицы с показателями развития информационного общества по Новосибирской области, которые требуют первоочередного внимания, на основе статистических данных, предоставленных Национальным университетом «Высшей школой экономики», [4] и их анализ. Статистическая информация из сборника охватывает период 2016-2017 годов, поэтому выполнено прогнозирование более актуальных данных на основе метода экспертных оценок, основанных на мнениях студентов Новосибирского государственного технического университета очной и заочной форм обучения.

Первая группа показателей - использование информационно-телекоммуникационных технологий в домашних хозяйствах и населением. Домашние хозяйства – один из важнейших субъектов экономической деятельности, поэтому анализ их цифровизации так важен для понимания подготовленности общества к цифровой экономике.

С развитием программы «Цифровая экономика» все причины неиспользования интернета, кроме недостатка навыков для работы в сети, будут планомерно снижаться (Таблица 1). Процент населения, владеющий навыками работы на ПК (Таблица 2), будет возрастать, однако недостаточно быстро. Именно поэтому необходимо организовать специальные программы повышения навыков взаимодействия с ПК и сетью, а также увеличивать осведомленность населения об уже существующих.

**Таблица 1 - Причины неиспользования сети Интернет
в домашних хозяйствах**

Показатель\Год	2016	2017	Прогнозирование	
			2018	2019
Нет необходимости	68,8	82,4	65,0	55,0
Недостаток навыков	14,1	16,1	20,0	30,0
Высокая цена подключения	14,9	20,4	15,0	10,0
Отсутствие подключения	13,9	8,8	7,0	5,0

**Таблица 2 - Навыки работы населения на персональном
компьютере**

Показатель\Год	2016	2017	Прогнозирование	
			2018	2019
Работа с текстовым редактором	46,9	52,3	60,0	75,0
Передача файлов	38,8	34,8	45,0	50,0
Работа с таблицами	28,7	33,8	35,0	40,0
Редактирование мультимедиа	25,6	29,5	35,0	40,0

Вторая группа показателей - использование сети Интернет для приобретения, заказа товаров и услуг населением. Электронная торговля является частью цифровой экономики, соответственно показатели развития электронной торговли определяют развитие цифровой экономики.

В рамках показателя (Таблица 3) наибольший интерес для понимания степени цифровизации населения представляет процент заказа финансовых услуг через интернет. Этот пункт отражает повышение доверия людей к электронной торговле.

**Таблица 3 - Население, использующее сеть Интернет для заказа
популярных товаров и услуг**

Показатель\Год	2016	2017	Прогнозирование	
			2018	2019
Одежда	50,8	43,1	55,0	60,0
Финансовые услуги	8,4	44,1	55,0	70,0
Предметы для дома	20,6	21,7	25,0	30,0

Процент людей, предпочитающих личные покупки (Таблица 4), в ближайшее время будет оставаться на достаточно высоком уровне, поскольку передать тактильные ощущения при помощи существующих технологий невозможно, однако, качественные 3d модели могут помочь населению в получении достаточно точного визуального представления товара.

Проблема отсутствия доверия, вероятнее всего, будет становиться более актуальной в связи с недобросовестными продавцами и интернет-

мошенниками. Лояльность населения можно повышать путем введения дополнительных лекций по кибербезопасности в рамках, существующих и предложенных ранее курсов повышения навыков.

Таблица 4 - Основные причины отказа населения от использования сети Интернет для заказа товаров и услуг

Показатель\Год	2016	2017	Прогнозирование	
			2018	2019
Предпочтение личных покупок	54,2	52,7	50,0	45,0
Отсутствие необходимости	43,0	52,3	45,0	40,0
Отсутствие доверия	14,2	11,7	15,0	17,0

Третья группа показателей - использование сети Интернет для получения населением государственных и муниципальных услуг в электронной форме. Программа «Цифровая экономика» содержит целый раздел, посвященный цифровому государственному управлению, поэтому анализ показателей, предоставленных в данном разделе, очень важен.

Очевидно, что большая часть населения, использующего интернет для получения государственных и муниципальных услуг находится именно в городской местности (Таблица 5), однако в связи с цифровизацией процент селян, получающих услуги, также будет возрастать. Для ускорения этого роста можно проводить специальные агитационные программы, ориентированные на жителей сельской местности.

Таблица 5 - Население, использующее сеть Интернет для получения государственных и муниципальных услуг, по типу местности

Показатель\Год	2016	2017	Прогнозирование	
			2018	2019
Всего	50,6	51,9	55,0	60,0
Городская местность	59,7	59,5	60,0	65,0
Сельская местность	17,6	15,0	20,0	25,0

Анализ статистических и спрогнозированных данных показал, что Новосибирская область готова к внедрению программы «Цифровая экономика». Люди активно пользуются интернетом для совершения покупок, финансовых операций и взаимодействия с государством. Однако, уже на сегодняшний момент существует ряд проблем, для решения которых необходимо: Во-первых, создание курсов повышения навыков использования персональных компьютеров и работы в сети Интернет с

дополнительными лекциями по основам кибербезопасности, и повышение информированности населения о существующих. Во-вторых, проведение агитационных программ, ориентированных на жителей сельской местности для ускорения темпов цифровизации.

Литература:

1. 2018 Revision of World Urbanization Prospects [Electronic resource] // United Nation. Department of Economic and Social Affairs. – 2018, may. – URL: <https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html> (accessed 01.10.19)
2. Программа «Цифровая экономика» Россия 2024 [Электронный ресурс] // Экономика. – 2019, май. - URL: <https://data-economy.ru/2024> (дата обращения: 01.10.19)
3. Paolo Cardullo, Rob Kitchen. (2019). Being a ‘citizen’ in the smart city: up and down the scaffold of smart citizen participation in Dublin, Ireland // Geo Journal. – 2018, January. – Vol. 84, iss. 1. P. 1–13.
4. Информационное общество в Российской Федерации. 2018. [Электронный ресурс] // Статистический сборник ВШЭ. - 2018. - URL: <https://issek.hse.ru/data/2019/01/21/1147364531/io.pdf> [дата обращения 02.10.2019]

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТА ОТ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Э.И. Гаврильев, М.Ш. Муртазина

**Новосибирский государственный технический университет,
г.Новосибирск, erchimen_gavriliev@outlook.com**

Разработка информационной системы является проектом, обладающим высокой степенью риска, что ставит перед организацией проблему оценки эффекта вложений в IT-проекты. Целью работы является разработка информационной подсистемы, повышающую объективность и оперативность оценки эффекта от внедрения информационной системы. Рассмотрены существующие методики оценки эффективности информационных систем.

The development of an information system is a project with a high degree of risk, which poses a challenge for the organization to assess the effect of investments in IT projects. The aim of the work is to develop an information subsystem that improves the objectivity and efficiency of evaluating the effect of the implementation of an information system. Existing methods for assessing the effectiveness of information systems were reviewed.

Разработка и внедрение информационной системы является дорогостоящим и длительным проектом, обладающим высокой степенью риска [1]. Эти характеристики ИТ проекта ставят перед организацией актуальным вопрос оценки эффекта внедренной информационной системы. Однако из-за специфики использования информационных технологий определить прямой эффект от их внедрения довольно затруднительно.

Суть этой проблемы заключается в том, что информационные технологии, используемые в управлении, непосредственного участия в создании стоимости и формировании финансового результата деятельности предприятия не принимают [2]. Соответственно, стандартные методики оценки экономической эффективности проектов для оценки информационных систем могут не подойти.

Для повышения объективности оценки необходимо собрать и проанализировать данные из большого количества источников. В связи с чем необходимо разработать информационную подсистему, которая бы агрегировала данные из различных источников и проводила оценку эффекта информационной системы.

Целью работы является разработка информационной подсистемы, повышающую объективность и оперативность оценки эффекта от внедрения информационной системы.

Для достижения этой цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Исследование методик оценки эффекта информационных систем.
2. Доработка выбранной методики по оценке эффекта.
3. Разработка прототипа информационной системы оценки.
4. Анализ и оценка результатов работы прототипа.

Обычно выделяют несколько основных групп методов для оценки фактического и будущего эффекта от информационной системы:

- методы на базе бенчмаркинга – сравнительный анализ эффективности компаний, который основывается на наборе взаимосвязанных показателей;
- методы на базе сравнения финансовых затрат и выгод – оценка «доходной» и «затратной» части проектов с последующей их интеграцией при расчете обобщенного «денежного потока» проекта;
- методы на базе показателей работы компании – эти методы расширяют базу для оценки по сравнению с учетом финансовых затрат и выгод;
- методы на базе показателей информационных систем.

Реализация методов количественной оценки отдачи от инвестиций для ИТ-проектов связана с трудностями измерения нематериальных вы-

год, которые создает ИС. Инвестиции в ИТ имеют сложную структуру возврата и могут не иметь явной положительной отдачи.

Актуальной становится методика оценки успеха информационной системы Делона и Маклина, которая учитывает, как показатели качества информационной системы, так и степень влияния системы на деятельность предприятия.

Данная модель состоит из шести взаимосвязанных компонентов (Рисунок 1).

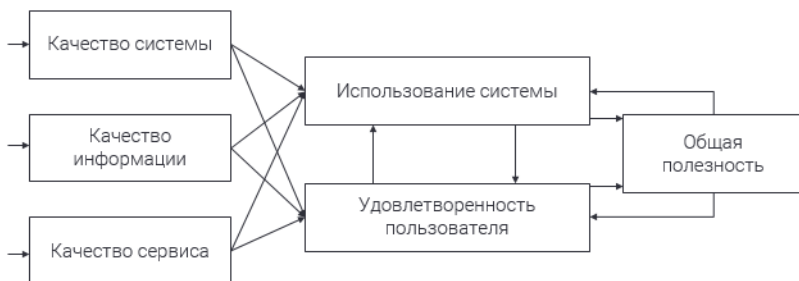


Рис. 1 – Модель успеха Делона и Маклина [3]

1. Качество системы – желаемые характеристики информационной системы.
2. Качество информации – желаемые характеристики получаемой информации.
3. Качество сервиса – качество поддержки, которую оказывает персонал, сопровождающий систему.
4. Использование системы – характеристики оценки уровня использования системы.
5. Удовлетворенность пользователя – уровень удовлетворенности пользователя системой.
6. Общая полезность – польза, которую использование данной системы приносит отдельным людям, группам, организации в целом.

На основе этих переменных можно провести оценку эффекта внедрения информационной системы.

Для реализации информационной подсистемы был выбран FIS Platform, конструктор, позволяющий оперативно создавать и исполнять различные бизнес-приложения.

Схема работы подсистемы выглядит следующим образом: пользователь устанавливает веса для критериев оценки, после настройки весов запускается процесс расчета эффекта информационной системы.

Происходит выгрузка данных из различных источников, например, для оценки качества сервиса загружаются данные из тикетной системы, для оценки использования системы выгружаются данные о работе системы, после чего происходит расчет результатов и формируется отчет, в котором указано, насколько «успешна» система, и сколько баллов было получено по каждому критерию.

Информационная подсистема будет внедрена в банк для оценки информационной системы заведения заявок на получение кредита.

В качестве тикетной системы, откуда будут получены данные для анализа ИТ сервиса, будет выступать Atlassian Jira, системы отслеживания ошибок, предназначенная для организации взаимодействия с пользователями [4].

В основе построения архитектуры системы, разрабатываемой на FIS Platform, используется модульный принцип, предполагающий декомпозицию поставленных целей на задачи, в соответствии с которым будут определены соответствующие модули.

Для загрузки данных из Atlassian Jira был разработан отдельный модуль, который производит импорт данных по пользователям и заведенным задачам. Процесс импорта данных по заведенным задачам состоит представлен на рисунке 2.

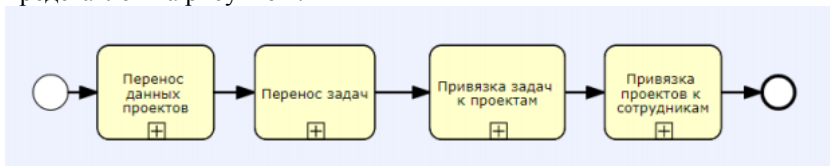


Рис. 2 – Процесс импорта данных по заведенным задачам

Информация загружается с помощью JDBC драйвера из базы данных Atlassian Jira.

Информационная подсистема оценки, в основе которой лежит модель успеха Делона и Маклина, будет внедрена в коммерческом банке для анализа результатов работы системы по оформлению заявок на выдачу кредита. До этого модель была использована для оценки систем в медицинской сфере и в сфере образования, применение модели Делона и Маклина в банковской сфере позволит выделить новые особенности оценки ИТ-проектов в банках [3].

Существующие решения по оценке эффекта внедрения информационных систем, например, средства отчетности в Atlassian Jira для оценки качества ИТ сервисов и средства мониторинга Zabbix для оценки использования системы, затрагивают только определенную область работы

информационной системы. Информационная подсистема оценки эффекта, использующая модель успеха Делона и Маклина, предоставит более комплексную оценку, учитывая не только качество поддержки и качество системы, но и её влияние на работу сотрудника и организации в целом.

Литература:

1. Sundqvist E. What is Project Efficiency and Effectiveness? // *Procedia: Social and Behavioral Sciences*. – 2014. – № 119. – P.278–287.
2. Павлова Ю.А. Особенности оценки экономической эффективности проектов использования информационных систем на предприятии // *Интернет-журнал Науковедение*. – 2016. – № 4 (35) – С. 120–125.
3. DeLone W.H., McLean E.R. The DeLone and McLean model of information systems success: a ten-year update // *Journal of Management Information Systems*. – 2003. – № 4 (19). – P.9–30.
4. Меццержаков Н.А. Управление созданием учётной информационной системы на базе системы отслеживания ошибок Jira // *Juvenis scientia*. – 2017. – № 5 (23). – С.5–7.

ОБЗОР МЕТОДОВ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ СУРДОПЕРЕВОДА НА ОСНОВЕ ГРАММАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Ю.А. Грабовская, М.Г. Гриф

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, grabovskaya.yu@gmail.com**

Рассмотрены подходы к семантическому анализу текста для решения задачи перевода с письменного русского языка на русский жестовый язык

The approaches to semantic analysis of text are considered in the article for translation from written russian text to russian sign language

По данным Всемирной организации здравоохранения на 20 марта 2019 года около 466 миллионов людей по всему миру имеют нарушения слуха, а к 2030 году может составить до 630 млн. человек [1]. В России от такого рода нарушений страдает около 13 миллионов человек. Коммуникация для слабослышащих людей осуществляется посредством жестового языка, причем, в каждой стране и культуре жестовый язык свой. В России помощь слабослышащим людям предоставляются услу-

ги сурдопереводчика в размере 40 часов в год, что является недостаточным количеством для полноценной коммуникации и обмена знаниями.

При решении задачи перевода текстового языка на жестовый необходимо провести анализ текста, позволяющий точно определить значения слов в предложении, а также связи между ними. Технология обработки естественного языка для перевода включает в себя в общем виде этапы морфологического, синтаксического и семантического анализа. В случае многозначности или омонимии морфологический анализ представляет сложности, поэтому имеет смысл в начале обработки текста снимать многозначность.

В сфере текстового перевода на жестовый язык актуальна проблема семантического анализа, связанная с пониманием не только смысла отдельных слов, но и связей между ними. Для жестового языка также актуально правильное представление отношений между словами. Семантика слов русского письменного языка представляет наибольшую сложность для перевода на жестовый, поскольку представление значений в жестовом языке иконическое, это значит, что слово представляется похожим на его образ жестом. Отношения между понятиями в русском письменном языке выражаются с помощью падежей, вида и предлогов, в то время как в русском жестовом языке таких элементов нет. Для решения задачи сурдоперевода необходимо снятие многозначности и определение значений как отдельных слов, так и связей в предложении. Таким образом, для корректного перевода на русский жестовый язык ключевым этапом анализа является определение лексической семантики слов в предложении.

На сегодняшний день существует 3 основных подхода к анализу семантики письменного текста. Один из них фреймы – сущности, описывающие контекст ситуации и связанные с ними слова, например, в фрейме, связанном с футболом будет содержаться футбол, поле, мяч, футболист. Также используется подход, основанный на обучении нейронной сети для предсказания слова по контексту.

Вторым наиболее частым подходом в автоматической обработке текста являются методы, основанные на словарях и тезаурусах. Рассмотрим некоторые из них. WordNet – словарь с наборами значений, используется в компьютерной лингвистике и обработке естественного языка, существует русская версия этого семантического ресурса. Состоит из синсетов (наборы синонимов), а также набором отношений между ними (синонимия, антонимия, род-вид, часть-целое). Понятия в WordNet представляют собой таксономию и сводятся к более общим понятиям, таким как “сущность”, “субстанция”, “вещество” и т.д. Проблема подхода, реализованного в WordNet состоит в том, что семанти-

чески близкие в контексте слова могут находиться далеко друг от друга в структуре данных, например, колесо и автомобилист, хотя и принадлежат одной предметной области. Тезаурус русского WordNet от СПбГУ включает в себя около 15 тысяч лексико-семантических вариантов, организованных в примерно 5500 синсетов, между которыми установлены отношения [2].

РуТез включает 158 тысяч слов и выражений, уложенных в сеть 55 тысяч понятий. Помимо понятий РуТез содержит отношения между понятиями, а также отношения между понятиями и текстовыми входами. Также разметка РуТез содержит предметные области значений и понятия общественно-политической жизни [3].

Проект “Открытая семантика русского языка” представляет собой словарь и содержит около 10 тысяч размеченных понятий с помощью семантических меток, таких как предмет, одушевленное и т.д., а также частотность использования в контекстах в случае многозначности слова.

Семантический словарь русского языка, составленный профессором В. А. Тузовым из СПбГУ, содержит более 160 тысяч слов и включает в себя базовые понятия, составляющие русский язык, и производные понятия, позволяет определять фразеологизмы в предложении.

Третьим подходом к анализу семантики языка, помимо словарей и тезаурусов, являются корпуса текстов – лингвистически подобранные и размеченные тексты, широко используемые в лингвистических процессорах на основе машинного обучения. В русском языке наиболее популярными являются Национальный корпус русского языка (НКРЯ), включающий тексты общим объемом 140 миллионов словоупотреблений, включает морфологическую и семантическую разметки отдельных слов, в том числе набор текстов со снятой омонимией.

OpenCorpora – открытый корпус с морфологической разметкой, содержащий более 110 тысяч предложений и включающий в себя подкорпус со снятой грамматической омонимией в более 13 тысяч предложений [4], однако не на данный момент имеет семантической разметки. Разработчики сообщают, что OpenCorpora предназначен для обучения и тестирования лингвистических инструментов, однако целью разработки является и семантическая разметка силами сообщества.

Выводы.

Семантический анализ играет ключевую роль в переводе на жестовый язык, поэтому критично использовать семантические инструменты, позволяющие определить точное или наиболее подходящее контексту значение, снятие многозначности значительно оптимизирует процесс анализа. Методы, основанные на словарях и тезаурусах, позволяют

определить значение слова через базовые понятия языка, а также на основе базовых понятий построить систему отношений между понятиями в предложении. Текстовые корпуса, содержащие большие объемы текста, могут служить дополнением для поиска значений слов в предложении в контексте, но в случае перевода на жестовый язык не могут использоваться для семантического анализа отдельно, поскольку определяют лишь категорию понятий. Тезаурусы и словари распространяются в формате языков разметки, поэтому могут быть обработаны программными парсерами, написанными на любом языке программирования и платформе.

Литература:

1. Глухота и потеря слуха [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения – URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss> (дата обращения: 28.10.2019).
2. RussNet: тезаурус русского языка [Электронный ресурс] // Санкт-Петербургский государственный университет – URL: http://project.phil.spbu.ru/RussNet/index_ru.shtml (дата обращения: 28.10.2019).
3. Лукашевич Н.В. Тезаурусы в задачах информационного поиска. – М.: Изд-во Московского университета, 2011. – 512 с.
4. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных : учеб. пособие / Большакова Е.И., Воронцов К.В., Ефремова Н.Э., Клышинский Э.С., Лукашевич Н.В., Сапин А.С. — М.: Изд-во НИУ ВШЭ, 2017. — 269 с.
5. Тузов В.А. Компьютерная семантика русского языка. // СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. — 400 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФРЕЙМВОРКОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ

К.А. Елачева, А.И. Павлова

**Новосибирский государственный университет экономики и
управления, г. Новосибирск, [kseniya.bobrikova@mail.ru](mailto:kсениya.bobrikova@mail.ru)**

В статье рассматриваются недостатки локальных запусков тестов для проверки web-приложений. В качестве решения недостатков предлагается использовать инструмент Selenoid, который запускает тесты в контейнерах. В результате доказывается преимущество такого подхода.

The article discusses the disadvantages of local launches of tests for testing web-applications. As a solution of that problem it had to use Selenoid which runs tests in the containers. The advantage of that solution was proved in the result.

В области автоматизации тестирования web-приложений популярным является Selenium WebDriver [1]. Однако его использование в процессе автоматизированного тестирования фреймворков пользовательского интерфейса UI вызывает трудности. При каждом запуске теста на локальной машине запускается новая сессия браузера и вычислительные ресурсы персонального компьютера (ПЭВМ) ограничены для других параллельных вычислений. Другая трудность связана с невозможностью проведения нескольких тестов одновременно в параллельном режиме. Тестирование осуществляется последовательно, увеличивая время на выполнение всего комплекта тестов. В связи с этим возникает необходимость установки и использования на локальной машине нескольких браузеров, что связано с определенными неудобствами и техническими ограничениями.

В процессе тестирования web-приложений часто необходимо осуществить тестирование в одном браузере разных версий. Selenium WebDriver при запуске вызывает исполняемый файл браузера, поэтому настроить запуск различных версий представляется сложной задачей.

Для решения данной проблемы в проекте web-приложения используются несколько различных веб-драйверов для разных браузеров или разных версий одного браузера. Тестировщик сайта должен контролировать несовместимость версий браузеров и устанавливать необходимый веб-драйвер.

При автоматизированном тестировании на персональном компьютере, а не на виртуальной машине браузер генерирует кэш и временные файлы занимают оперативную память.

Для увеличения производительности работ тестирование web-приложения необходимо осуществлять параллельно в нескольких браузерах. При этом фокус будет теряться и события выполняться незапланированным образом. Для решения описанных проблем разработчики и тестировщики используют виртуальную машину и ПО Selenium Grid [2-3].

Данное программное обеспечение представляет собой распределенную сеть с центральным сервером (хаб) и побочными узлами (ноды), подключенные к хабу.

Применение виртуальных машин для тестирования требуется окружение в виде операционной системы. Для запуска selenium-сервера на каждой виртуальной машине должна быть установлена Java (JDK или JRE).

Для одновременного запуска тестов в разных браузерах необходимо много виртуальных машин, соответственно это существенно замедляет работу в целом. Кроме того, для каждой виртуальной машины необходимо следить за совместимостью веб-драйвера и браузера.

Запустить параллельно тесты в разных браузерах в рамках одной виртуальной машины не получится – возникнет упомянутое выше соревнование за фокус.

Следует еще упомянуть трудности, связанные с неудобством отслеживать выполнения тестов в реальном времени.

Альтернативным подходом, является запуск тестов в контейнерах. Подходящий инструмент, реализующий такую возможность ПО Selenium. Selenium использует docker-контейнеры, его отличительной особенностью является автоматический запуск и остановка контейнера. При каждом новом запуске браузера, разворачивается отдельный контейнер, который будет остановлен после закрытия сессии браузера. Каждый контейнер содержит в себе правильную версию браузера и правильный веб-драйвер (Рисунок 1). При таком подходе решается проблема с параллельными запусками тестов на разных браузерах и потерей фокуса, поскольку Selenium параллельно запускает несколько контейнеров с разными браузерами и разными версиями, в отличие от Selenium Grid [4].

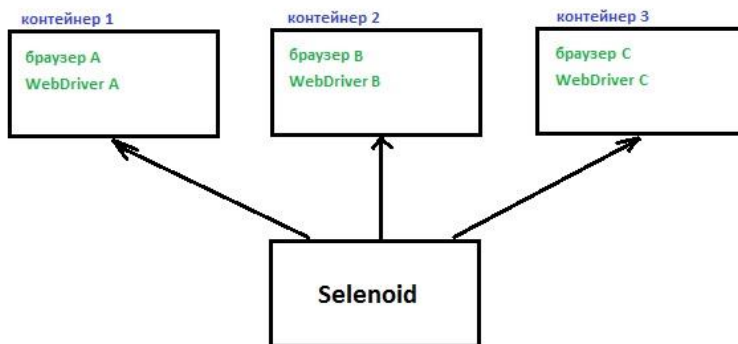


Рис. 1 - Архитектура Selenium

В результате экспериментов было выполнено тестирование графического интерфейса web-приложения. Тестирование было выполнено на локальной машине и использованием Selenium в 4- контейнерах. В табл. Приведены сводные характеристики результатов тестирования (Таблица 1).

**Таблица 1 – Результаты автоматизированного тестирования
графического интерфейса web-приложения**

Характеристика	На локальной машине	Selenium
Время выполнения	13 минут 8 секунд 954 миллисекунды	4 минуты 9 секунд 206 миллисекунд
Количество потоков	1 поток	4 потока
Использование ресурсов оперативной памяти	Затраты ресурсов	Экономия ресурсов

Использование Selenium позволяет ускорить процесс тестирования в 3 раза. При этом использование оперативной памяти сокращается примерно на 50%. Выполнение тестов в контейнерах в разных потоках существенно улучшает процесс тестирования. Применение Selenium позволяет отслеживать процессы тестирования в контейнерах, вмешиваться тестируемому в происходящие процессы, а также записывать видео посредством интерфейса.

Литература:

1. Selenium [Electronic resource] – URL: <https://aerokube.com/cm/latest/> (accessed 28.09.2019)
2. Selenium testing: a new hope. Part II. Losing weight and going to containers [Electronic resource] – URL: <https://hackernoon.com/selenium-testing-a-new-hope-a00649cdb100> (accessed 14.10.2019)
3. Gundecha U. Selenium Testing Tools Cookbook. Second Edition. - Birmingham, UK:Packt Publishing Ltd, 2015. - 351p.
4. Моуэт Э. Использование Docker. – М.: ДМК-Пресс, 2017. - 354с.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РЕШЕНИЯ
СКАЛЯРНЫХ И ВЕКТОРНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ
МЕТОДАМИ СТОХАСТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

П. А. Журкин, М.Г. Гриф

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, zhur.pav@yandex.ru**

Работа посвящена разработке программного обеспечения для решения задач оптимизации методами стохастического программирования. В статье приводится описание задач, стоящих перед разрабатываемым ПО, приводится

его состав, дается обоснование для выбора инструментов и описывается текущее состояние разработки.

The work is devoted to the development of software for solving optimization problems using stochastic programming methods. The article describes problems that the software aims to solve, the software components, reasons for choosing development tools, current state of development described.

При разработке программных продуктов, в число задач которых входит решение задач оптимизации, возникает проблема выбора инструментария, который можно использовать, чтобы эти задачи решать.

Целью работы является разработка программного обеспечения, предназначенного для решения задач оптимизации методами стохастического программирования.

Данное программное обеспечение представляет собой библиотеку. Это позволяет встраивать реализованные методы стохастической оптимизации в любое клиентское приложение, которое согласно своей логике должно решать какие-либо задачи оптимизации. Такое приложение, опираясь на свои входные данные, либо же основываясь на действиях пользователя, само генерирует задачу оптимизации (т.е. набор параметров, целевую функцию, ограничения), после чего использует библиотеку, чтобы эту задачу оптимизации решить. Примером таких клиентских приложений могут выступать пакеты автоматизированного проектирования человеко-машинных систем [1].

Предполагается возможность решать задачи оптимизации как в скалярной, так и в векторной форме. Задача в векторной форме решается путем сведения к скалярной форме, с использованием метода обобщенного критерия [3].

В состав разрабатываемой библиотеки входят следующие модули:

- модуль, содержащий реализации алгоритмов стохастической оптимизации: метод роя частиц, генетический алгоритм;

- модуль, предназначенный для визуализации работы алгоритма: построения графиков функций (одной и двух переменных), отображения поверх графиков линий, маркеров и прочих графических примитивов, позволяющих пошагово показать работу алгоритма;

- парсер. Ключевая возможность данного ПО – работать с целевыми функциями и ограничениями, заданными аналитически, которые подаются на вход программе в текстовом виде, привычном пользователю. Такой подход позволит пользователю работать с ПО, не прибегая к программированию. Функции и ограничения задаются в виде обычных математических формул и выражений. Задача парсера – проанализировать поданное на вход математическое выражение, транслировать его во внутреннее представление – абстрактное синтаксическое дерево, кото-

рое можно использовать для вычисления значений поданной на вход функции в любых допустимых точках.

- программный интерфейс, позволяющий клиентскому приложению задавать любые целевые функции и ограничения, вычисляемые алгоритмически. Это полезно в тех случаях, когда логика работы приложения такова, что задание функции в аналитическом виде в текстовом представлении не возможно или не применимо по тем или иным причинам.

При разработке используются следующие инструменты:

- язык программирования C++. Выбор данного языка обусловлен тем, что он позволяет использовать разрабатываемую библиотеку в клиентских приложениях, которые пишутся на множестве других языков (таких как C#, Java, Python), поскольку они позволяют вызывать код, написанный на C/C++. Кроме того, язык C++ в отличие от C, является объектно-ориентированным. Это позволяет достаточно просто создать обертки для классов библиотеки на других объектно-ориентированных языках;

- утилиты GNU Flex и GNU Bison[5] – генераторы парсеров. Используются при разработке модуля-парсера;

- мультимедийная библиотека SFML. Используется при разработке модуля визуализации работы алгоритмов.

На данный момент в библиотеке реализованы следующие возможности:

- решение скалярных задач оптимизации методом роя частиц[6];
- возможность задания таких параметров алгоритма как количество частиц, число итераций;

- парсинг целевых функций и ограничений, заданных в текстовом виде;

- возможность нахождения минимумов (максимумов) функций, заданных алгоритмически, реализованных в виде функции на языке программирования;

- возможность задания типа параметра – дискретный или непрерывный;

- возможность указания интервала, в котором изменяется каждый из параметров;

- визуализация работы метода роя частиц.

Для тестирования работы библиотеки и демонстрации ее возможностей параллельно разрабатывается небольшое desktop-приложение, предназначенное для решения задач оптимизации. На рисунке 1 приведен интерфейс и пример работы разработанного клиентского приложения.

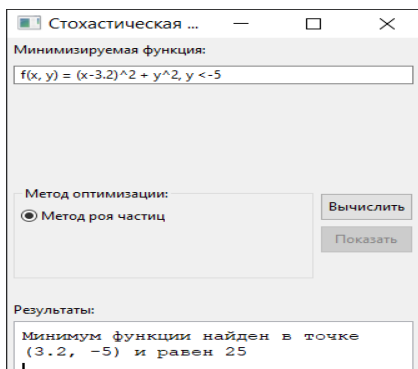


Рис. 1 – Пример работы тестового клиентского приложения

На рисунке 2 показано окно клиентского приложения, которое позволяет задать интервалы, в которых могут изменяться параметры, а так же указать, какие из параметров должны быть дискретными.

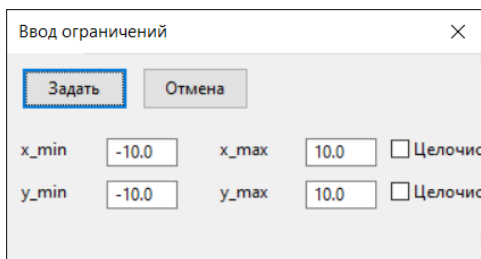


Рис. 2 – Окно задания ограничений на параметры

На текущей стадии разработки приложение позволяет задать целевую функцию и ограничения в текстовом виде, решить поставленную задачу оптимизации методом роя частиц, визуально отобразить работу алгоритма.

Результаты работы, которой посвящена данная статья, можно применять при разработке программных продуктов, в число задач которых входит решение задач оптимизации.

Литература:

1. Зайков А.В., Кочетов С.А., Гриф М.Г. Методы и средства оптимального проектирования процессов функционирования человеко-машинных систем на основе функционально-структурной теории // Научный вестник НГТУ. – 2008. – № 3(32). – С. 95–110.

2. Гриф М.Г., Кочетов С.А., Цой Е.Б. Стратегии проектирования множества альтернатив в задачах оптимизации на основе функционально-структурной теории // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2015. – № 4 (29). – С. 44-51.

3. Подиновский В. В. Многокритериальные задачи с упорядоченными по важности однородными критериями // Автоматика и телемеханика. – 1976. – № 11 – С. 118–127.

4. Методы вычислений / И.С. Березин, Н.П. Жидков / – 2-е изд, стереотип. – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – Т. 1. – 464 с. : ил.

5. Levine J. R. Flex and bison. – O'Reilly, 2009. – 294 p.

6. Матренин П. В. Методы стохастической оптимизации : учебное пособие / П. В. Матренин, М. Г. Гриф, В. Г. Секаев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 65, [1] с. : ил., табл.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СКЛАДСКОГО ПРОСТРАНСТВА

И.О. Кислицын, В.Ю. Шеколкин

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, i.kislitsyn.2014@stud.nstu.ru**

Для исследования влияния конфигурации складского пространства на эффективность его работы разрабатывается программный комплекс, симулирующий работу склада. Проведен анализ существующих инструментов для симуляции склада.

The simulation software is being developed to research a relation between warehouse's configuration and its efficiency. An analysis of the existing simulation software was performed.

Цель работы

Разработать обучающий инструмент моделирования работы склада для оценки эффективности способов организации складского пространства и определения оптимальной конфигурации склада с точки зрения временных затрат на доставку товара в зону отгрузки.

Постановка задачи

Расстановка стеллажей на складе и распределение товаров по ним существенно влияют на эффективность погрузчиков и время загрузки и выгрузки товаров. На данный момент, самой популярной конфигурацией склада является расстановка стеллажей строго параллельно друг другу (Рисунок 1а). На достаточно больших складах может присутствовать дополнительный коридор, перпендикулярный основным.

Данная схема является самой простой в реализации, но не является самой эффективной. Согласно [1], конфигурация Flying V позволяет увеличить производительность погрузчиков на 12% по сравнению с традиционной, а конфигурация Fish-bone Aisles (Рисунок 1б) — на все 20%.

Для определения эффективной схемы расстановки стеллажей можно воспользоваться имитационным моделированием. Преимущество данного подхода по сравнению с аналитическим расчётом состоит в том, что просимулировать можно практически любую возможную конфигурацию. Это позволяет исследователям быстро проверять свои самые смелые гипотезы.

Основное предназначение разрабатываемого продукта — это обучение студентов. Выбор метода имитационного моделирования для расчёта характеристик конфигураций позволит студентам наглядно увидеть последствия принятия тех или иных решений при проектировании склада.

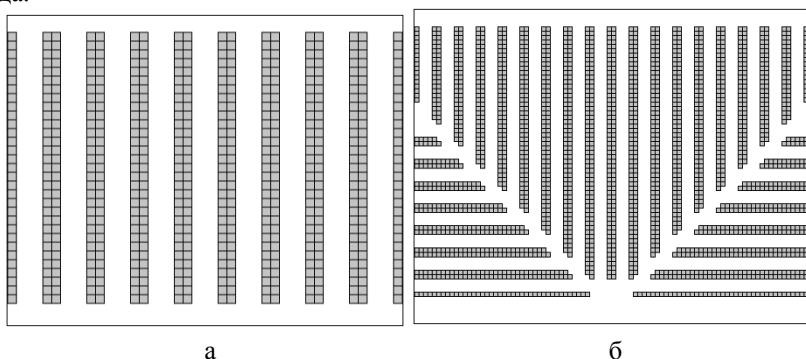


Рис. 1 — Различные конфигурации складского пространства

Сравнение альтернатив

Для имитационного моделирования складов используют:

- FlexSim;
- Arena;
- AnyLogic.

Данные программные пакеты являются профессиональными средами для проведения имитационного моделирования и их возможности не ограничиваются симуляцией работы склада.

FlexSim

Данный симулятор позволяет проводить имитацию логистических процессов, производства, транспортных потоков и складов. В основе

интерфейса лежит принцип Drag & Drop, что позволяет быстро и интуитивно собрать модель склада [2]. Однако, такой интерфейс не является удобным для быстрой проверки различных конфигураций склада, поскольку требует множества перемещений индивидуальных стеллажей и изменения размера каждого в отдельном окне.

Arena

Программный комплекс Arena Simulation — это одно из самых старых и проверенных временем решений для промышленного имитационного моделирования [3]. Он предоставляет широкие возможности для симуляции множества разнообразных процессов, в связи с чем может быть не прост в освоении.

AnyLogic

Самый мощный из представленных симуляторов, позволяет с большой точностью моделировать различные процессы. Поддерживает моделирование складов, но сложен в освоении, требует тонкой настройки и специфических знаний.

Вывод

Критический недостаток рассмотренных систем заключается в том, что они являются универсальными и сложными инструментами. Также данные инструменты были разработаны в начале двухтысячных и заложенные в их основу принципы проектирования интерфейсов значительно устарели. Это делает перспективу создания нового, специализированного инструмента, основанного на современных представлениях о дружелюбном интерфейсе, привлекательной.

Проект системы моделирования склада

В рамках данной работы разрабатывается программный продукт для имитационного моделирования различных конфигураций склада. Данный продукт позволяет изучить влияние расстановки стеллажей и распределения различных товаров по ним на эффективность работы погрузчиков, а также получить тепловую карту склада.

Моделируется взаимодействие следующих сущностей:

- Погрузчики;
- Стеллажи;
- Точка загрузки;
- Точка выгрузки;
- Поддоны с товаром.

Параметры склада, количество погрузчиков, распределение заказов и поставок во времени задаётся с помощью формы ввода. Размеры и положение стеллажей, местоположение точек загрузки и выгрузки и распределение видов товаров по стеллажам конфигурируются в редакторе.

Программа предусматривает два режима моделирования: наглядный (игровой) и статистический.

В наглядном режиме моделирование происходит в реальном времени, каждый шаг отрисовывается на стороне клиента. Это позволяет наблюдать работу склада в заданной конфигурации и устранить очевидные её изъяны. Предполагается, что данный режим будет в основном использоваться студентами при изучении работы склада.

Статистический режим предусматривает запуск большого количества симуляций одновременно для получения статистических свойств конфигурации и исследования получаемых эмпирических распределений вероятности различных показателей работы склада.

При проведении большого количества симуляций остро встаёт вопрос об эффективности программы с точки зрения времени исполнения. Для повышения эффективности желательно предусмотреть возможность запуска программы в многопоточном и распределённом режимах. Чтобы осуществить это, в программе используется агентный подход к моделированию: каждый погрузчик является агентом, действует независимо от остальных и, при необходимости взаимодействия, осуществляет его с помощью сообщений.

На возможность распараллеливания процесса также влияет выбор используемых технологий. Для упрощения реализации агентного подхода и обеспечения возможности запуска программы в параллельном режиме при разработке программного продукта на стороне сервера используется язык Erlang [4, 5].

Заключение

Инструмент, разрабатываемый в рамках данной работы не только позволит студентам изучить как различные конфигурации складского пространства влияют на его эффективность, но и, в перспективе, позволят компаниям с помощью имитационного моделирования принимать взвешенные решения по конфигурированию складов.

Литература

1. Gue K. R., Meller R. D. Aisle configurations for unit-load warehouses // IIE transactions. – 2009. – Vol. 41, N 3. – P. 171-182.
2. Nordgren W. B. Flexible simulation (Flexsim) software: Flexsim simulation environment // 35th conference on Winter simulation: driving innovation, 2003: Proceedings. – P. 197-200.
3. Hammann J. E., Markovitch N. A. Introduction to Arena [simulation software] // Winter Simulation Conference, 1995: Proceedings. – P. 519-523.

4. Stefano D., Santoro A., Santoro C. On the use of Erlang as a Promising Language to Develop Agent Systems // AI* IA/TABOO Joint Workshop on Objects and Agents, 2004.

5. Armstrong J., Virding R., Wikström C., Williams M. Concurrent programming in ERLANG. 1993.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ И НЕЧЕТКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

А.В. Кладько, М.Г. Гриф

**Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, tonkladko@ya.ru**

В данной статье описывается процесс актуализации программного продукта с целью его дальнейшего усовершенствования, рассматриваются применяемые архитектурные решения и полученный результат.

This article describes the process of updating the software product and sets the goal to improve it in the future, considers the applied architectural solutions and summarizes the result.

На данный момент информационные технологии имеют большое количество направлений и задевают практически все сферы деятельности человека. Одним из важных направлений являются информационные системы, дающие возможность формализовывать и оценивать процессы функционирования (ПФ) человеко-машинных систем (ЧМС). Для проектирования ЧМС необходимо находить решение оптимизационных задач по набору критериев, имеющих разную природу происхождения. Требуется проведение анализа большого количества информации, учитывая экспертные оценки специалистов, обработка множества возможных вариантов реализации отдельных участков исследуемого процесса и прогнозирование их поведения. Для повышения точности применяемых моделей появляется необходимость учитывать большое количество факторов, что влечет за собой сложности с выбором оптимальных вариантов реализации ПФ ЧМС. Вследствие чего информационные системы развиваются, давая возможность качественного проектирования ЧМС с большим количеством альтернатив функционирования разных подсистем всего процесса. Актуальные модели ПФ ЧМС, которые могут применяться для решения такого типа задач, описаны в трудах [1-3].

Существует гибридная экспертная система (ГЭС) ИНТЕЛЛЕКТ-3, которая осуществляет поиск оптимального решения, используя алгоритм направленного перебора и обобщенный принцип последователь-

ного анализа с пошаговым моделированием частичных решений [4]. Система реализована средствами среды разработки C++ Builder 5.

Для полноценного развития имеющейся гибридной системы, которое подразумевает: внедрение нового набора алгоритмов поиска решений, распараллеливание процесса вычисления результата, было принято решение портировать ИНТЕЛЕКТ-3 на язык C#, так как платформа .NET упрощает процесс разработки алгоритмов и визуализации решений.

Портирование осуществлялось по принципам паттерна проектирования Model-View-Control (MVC), который характеризуется тем, что контроллер и представление зависят от модели, при этом модель ни как не зависит от этих двух элементов системы. Схематично MVC механизм представлен на рисунке 1.

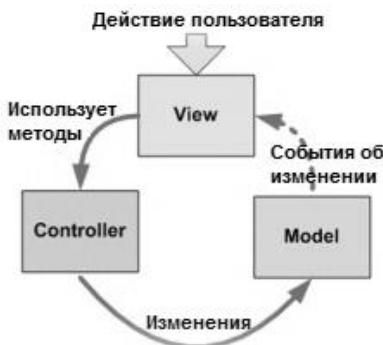


Рис. 1 – Паттерн Model-View-Control

В основу компоненты Model лег адаптированный набор вычислительных классов ГЭС ИНТЕЛЕКТ-3. Был добавлен ряд новых абстракций, обеспечивающих дальнейшую масштабируемость набора методов поиска оптимальных решений.

Controller и View элементы были реализованы по средствам Windows Forms. Компонента View используется для всей логики пользовательского интерфейса приложения. Контроллер действует как интерфейс между компонентами Model и View для обработки всей логики приложения и входящих запросов, манипулирования данными с использованием Model и взаимодействия с View для получения окончательного результата.

На рисунке 2 приведен пример задания параметрической альтернативы для процесса функционирования человеко-машинной системы в обновленной программе.

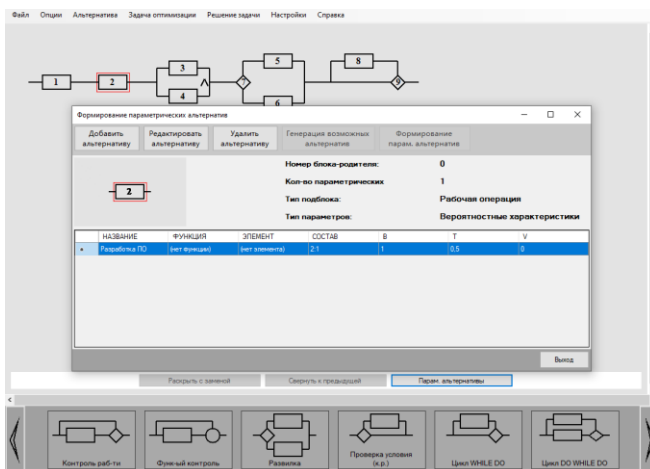


Рис. 2 – Главный экран гибридной системы

В результате проведенной работы была получена обновленная гибридная экспертная система, которая имеет актуальную реализацию, позволяющую ускорить процесс и улучшить качество поиска оптимальных решений.

Литература:

1. Зайков А.В., Кочетов С.А., Гриф М.Г. Методы и средства оптимального проектирования процессов функционирования человеко-машинных систем на основе функционально-структурной теории // «Научный вестник НГТУ». – 2008 No. 3(32). - Новосибирск: Изд-во НГТУ. - С. 95–110.
2. Гриф М.Г., Кочетов С.А., Цой Е.Б. Стратегии проектирования множества альтернатив в задачах оптимизации на основе функционально-структурной теории // Доклады Академии наук высшей школы Российской Федерации. – 2015 No. 4 (29). - С. 44-51.
3. Гениатулина Е.В. Методы проектирования и моделирования в задачах оптимизации процессов функционирования человеко-машинных систем / Е. В. Гениатулина, М. Г. Гриф // Труды СПИИРАН. – 2014 No. 5 (36). - С.151-167.
4. Гриф М.Г., Цой Е.Б. Автоматизация проектирования процессов функционирования человеко-машинных систем методами последовательной оптимизации. -Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005 – 264 с.

ОТ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ К ЦИФРОВОЙ ЖД. ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА И ПУТИ ЕЕ РАЗВИТИЯ

М.П. Лыкова

Сибирский государственный университет путей сообщения,
г. Новосибирск, mrl0904@yandex.ru

Безусловно, сегодня высокоразвитые и современные транспортные и логистические системы являются ключевыми факторами в экономической конкурентоспособности страны. В работе рассмотрено такое понятие как «цифровая экономика» и его связь с развитием железнодорожного транспорта. При написании работы использовались такие методы как сбор и анализ информации, обработка данных. Основным выводом к работе является то, что в нашей стране хорошие перспективы для развития инфраструктуры ЖД транспорта в цифровой экономике.

Of course, today highly developed and modern transport and logistics systems are key factors in the economic competitiveness of the country. The paper considers such a concept as "digital economy" and its connection with the development of railway transport. When writing the work, such methods as collection and analysis of information, data processing were used. The main conclusion to the work is that our country has good prospects for the development of railway transport infrastructure in the digital economy.

Мир непрерывно растет и развивается, растет роль информационных технологий и инноваций в экономике. Сложно точно оценить рыночный объем цифровой экономики т.к. ИКТ используется почти во всех сферах жизни людей. Основная проблема состоит в том, что изменились условия труда и структура потребления, а способы оценки ВВП и экономической активности устарели.

Цель исследования: изучить развитие цифровой экономики и ее связь с цифровой ЖД, произвести анализ проблемы и предложить решение.

Объект исследования: цифровая экономика.

Задачи, решаемые в исследовании:

- 1) Рассмотреть перспективы развития интеллектуальных транспортных систем в России
- 2) Решение проблемы внедрения информационных технологий в транспортный комплекс
- 3) Выявить перспективы развития инфраструктуры железнодорожного транспорта в цифровой экономике

Перспективы развития интеллектуальных транспортных систем в России

В России нет структур, которые были бы заняты разработкой и реализацией программ продвижения ИТС. Этот термин не употребляется в стратегических документах по транспортной политике страны. Основная проблема на пути развития и внедрения ИТС в России является отсутствие базового законодательства. Комитет Государственной Думы по транспорту ставит первоочередным вопросом создание нормативно-правовой базы для формирования единого информационного транспортного пространства и продвижения ИТС-технологий.

Первый результат их работы - проект концепции Федерального закона "Интеллектуальная транспортная система Российской Федерации", опубликованный в Интернете для открытого обсуждения.

В России пока отсутствуют примеры работы по комплексному развитию ИТС. Но при этом есть хорошие примеры создания элементов и систем, которые сейчас относятся к ИТС. Это созданные в конце XX века системы контроля и управления движением транспортных средств на всех видах транспорта, управления перевозками грузов и пассажиров, информирования и продажи билетов и другие информационно-управляющие системы.

Передовые позиции в этом отношении занимает железнодорожный транспорт. Здесь разработаны и успешно функционируют автоматизированные системы управления различными технологическими процессами и средствами обеспечения безопасности. Они обладают мощной современной телекоммуникационной сетью и сетью передачи информации. Центры обработки всей этой информации вполне могут быть использованы для создания полноценного сегмента ИТС. Недаром ОАО "Российские железные дороги" является одним из крупнейших потребителей услуг спутниковой навигации и позиционирования.

В РЖД озвучили основные направления развития интеллектуального железнодорожного транспорта: создание интеллектуальных поезда, локомотива, грузовой станции, системы диспетчерского управления движением поездов, вокзалов и ситуационных центров ОАО "РЖД".

Для реализации основных задач и создания важнейших инфраструктурных компонентов интеллектуального железнодорожного транспорта требуется множество профессионалов, которых на данный момент не хватает.

Решение проблемы внедрения информационных технологий в транспортный комплекс

Министр транспорта Максим Соколов сказал, что в эпоху начавшейся глобальной цифровизации транспортные системы прежде всего

должны взаимодействовать между собой в виртуальном пространстве. Необходимо создавать условия для развития тех транспортных средств, которые могут принимать информацию от инфраструктуры по линиям связи и передавать ее обратно. «ЭРА–ГЛОНАСС» является системой, которая уже умеет это делать, нужно активнее развивать ее возможно-сти, не останавливаясь на достигнутом.

Государственная политика в области информационного обеспечения транспортного комплекса направлена на цифровизацию. Об этом на выступлении на «круглом столе» «Цифровое будущее транспортной отрасли» сказал директор Департамента программ развития Минтранса России Алексей Семенов.

Россия связывает Европу и Азию, что позволяет ей получать доходы от экспорта транспортных услуг. Без цифровизации невозможно дальнейшее развитие этого стратегически важного направления работы транспортного комплекса. С этой целью разрабатывается единая цифровая платформа транспортного комплекса (ЕЦПТК). Она состоит из нескольких систем, финансируемых из бюджета и внебюджетных источников.

Цифровые технологии на транспорте — это удобно, современно, экономически эффективно. Но их работа возможна только при правильном использовании и поддержке этих систем.

Перспективы развития инфраструктуры железнодорожного транспорта в цифровой экономике

Будущее транспортной отрасли связано с цифровой экономикой и интеллектуальными транспортными системами. Внедрение цифровых технологий позволяет осуществить интеграцию процессов, их взаимосвязь и дает возможность свести в одну безопасную систему многие составляющие цифрового мира. Также это способствует упрощению и синхронизации процессов, всестороннему учету обстоятельств принятия решений, созданию преимущества над конкурентами в управлении всеми транспортно-логистическими процессами.

Объединение информационно-цифровых потоков будет обеспечиваться данными, поступающими из интеллектуальных инфраструктур общего и железнодорожного транспорта. Интеграция транспортно-логистических процессов и производственных активов обеспечит высокий уровень роста производительности системы.

Новый этап в развитии технологий стал главной темой в программе выставки TransRussia/TransLogistica. Первый заместитель генерального директора ОАО «РЖД» Александр Мишарин, выступил на сессии «Развитие грузоперевозок в России», посвященной точкам роста в транспортной отрасли. Он говорил о том, что в прошлом году было подписа-

но соглашение об электронном обмене данных с китайскими и финскими железными дорогами. Сейчас стоит вопрос о создании единых цифровых платформ организации и мониторинга, закладывается основа будущей цифровизации транспортной отрасли, и РЖД являются активным участником данного процесса.

Олег Белозёров, являющийся генеральным директором холдинга, на III Железнодорожном съезде говорил, что инновации в транспортной отрасли являются результатами системной деятельности научных, образовательных организаций и фондов, бизнес-инкубаторов и стартапов. В итоге будет создана цифровая модель управления железными дорогами, которая повысит эффективность всего железнодорожного комплекса.

Выводы

Пока что в России только началось развитие ИТС. Они еще не стали инновационным инструментом в решении сложных транспортных проблем. При этом в нашей стране хорошие перспективы для развития инфраструктуры ЖД транспорта в цифровой экономике. Сейчас формируется системы, на основе взаимодействия больших массивов информации и киберфизических систем, это позволит снизить производственные расходы и повысить эффективность и безопасность всей производственной и логистической цепи.

Литература:

1. Полякова И. Транспортный комплекс будет оцифрован [<http://transportrussia.ru/item/4045-transportnyj-kompleks-budet-otsifrovan.html>]// Транспорт России Всероссийская транспортная еженедельная информационно – аналитическая газета выпуск от 21 декабря 2017.
2. Сеницына А. С. Перспективы развития инфраструктуры железнодорожного транспорта в цифровой экономике [<http://www.sitebs.ru/blogs/37980.html>]// Бизнес сайт информационный портал от 05.05.2018
3. Некрасов А.Г., Сеницына А.С. Трансформация интегрированных транспортно-логистических систем в цифровую индустрию// Логистика. - 2017. - №8. – С.36-41.
4. Куприяновский В.П., Намиот Д.Е., Сиягов С.А. Кибер - физические системы как основа цифровой экономики // International Journal of Open Information Technologies. - 2016. - Т. 4. - № 2. - С. 19—25.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО РАССТОЯНИЯ ХАУСДОРФА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО РИСУНКУ ВЕН ТЫЛЬНОЙ СТОРОНЫ ЛАДОНИ

К.С. Морозов, В.Н. Васюков

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, k.morozov.2010@corp.nstu.ru, vasyukov@corp.nstu.ru**

В работе рассматриваются вопросы применения модифицированного расстояния Хаусдорфа (МРХ) как метрики для сравнения инфракрасного изображения, полученного сканированием тыльной стороны ладони, с образцами, хранящимися в базе данных, с целью идентификации личности. С помощью моделирования базы пользователей в виде наборов характерных точек проведены исследования влияния поворота изображения и потери характерных точек при идентификации с применением МРХ. Получены результаты применения МРХ к реальным изображениям.

In the paper, we discuss the use of the modified Hausdorff distance (MHD) as a metric for comparing the infrared image obtained by scanning the back of the hand with the samples stored in the database in order to identify a person. Using the modeling of the user base as a set of characteristic points, we studied the effect of image rotation and loss of the points on effectiveness of identification using MHD. Some results of applying MHD to real images are obtained.

Анализ изображений кровеносных сосудов используется при биометрической идентификации личности наряду с анализом отпечатков пальцев, голоса, геометрии лица, радужной оболочки глаза, геометрии руки и т.п. Основными преимуществами технологии распознавания рисунка вен тыльной стороны ладони являются её бесконтактный характер и слабая чувствительность к загрязнениям и порезам кожи. В 2019 году рисунок вен был включен некоторыми банками в список биометрических параметров для проверки клиентов при обслуживании; таким образом, исследования, направленные на повышение эффективности метода, представляются актуальными.

Для получения рисунка вен обычно используется камера с инфракрасным (ИК) фильтром и соответствующей ИК-подсветкой. При этом камера воспринимает излучение, отраженное от объекта (метод отражения) или прошедшее через объект (метод пропускания). Для метода отражения характерны меньшие размеры устройства и меньшая мощность излучения. Для идентификации по рисунку вен используют изображения вен пальцев, ладони, запястья. Процесс идентификации включает получение изображения, его предварительную обработку (в частности, скелетизацию), анализ с целью выделения клю-

чевых признаков, сравнение полученных признаков с базой данных пользователей и принятие решения.

В качестве ключевых признаков могут выступать точки ветвления, пересечения и окончания вен в скелетизированном изображении рисунка вен. В работах [1-3] в качестве меры близости для идентификации по рисунку вен пальцев использовалось модифицированное расстояние Хаусдорфа (MPX). Метрика Хаусдорфа определяет расстояние между множествами. Чтобы сделать эту метрику менее чувствительной к числу точек, входящих во множества, используют её усредненное значение, которое называется модифицированным расстоянием Хаусдорфа [4]

$$H(A, B) = \max[h(A, B), h(B, A)],$$

где

$$h(A, B) = \frac{1}{N_A} \sum_{\forall a_j \in A} \min_{\forall b_j \in B} \|a_i - b_j\|,$$

A и B — множества, между которыми вычисляется расстояние, $\|a_i - b_j\|$ — евклидово расстояние между точками этих множеств, N_A — количество точек множества A .

В данной работе этот метод рассматривается применительно к идентификации личности по рисунку вен тыльной стороны ладони.

Оценка качества алгоритмов идентификации обычно производится на основе вероятностей ошибочных решений, принадлежащих к одному из двух родов. Вероятность того, что предъявленный образец неправильно признается принадлежащим пользователю, данные которого имеются в базе (ошибочный допуск) называется в англоязычной литературе False Acceptance Rate (FAR). Вероятность того, что образец пользователя, имеющегося в базе, будет ошибочно отвергнут, называется False Rejection Rate (FRR). Решение принимается на основе сравнения расстояния между множествами точек предъявляемого образца и образца, имеющегося в базе, с некоторым порогом. Для сравнения алгоритмов идентификации между собой часто используют значение равной вероятности ошибок Equal Error Rate (ERR), получаемой при пересечении графиков зависимости FAR и FRR от порога.

Причинами ошибочных решений могут являться чувствительность метода к повороту изображений друг относительно друга, а также поте-

ря характерных точек ветвления и пересечения вен. В работе [5] было показано, что поворот на $\pm 10^\circ$ и смещение точек на ± 5 пикселей приводит к ухудшению показателя ERR на 15%. При потере более 4 точек тестовых изображений (20% от общего числа точек) ERR начинает быстро увеличиваться. Данные о влиянии недостатка точек в изображении из базы пользователей не приводятся.

В данной работе исследовалось влияние на качество решений поворота точечного изображения на различные углы, а также потери точек в тестовом или образцовом изображении. При этом предполагалось, что пороговое значение расстояния устанавливается из условия равенства вероятностей ошибок, поэтому сравнение велось по показателю ERR.

Были смоделированы 100 изображений размера 300×300 , содержащих по 14 белых точек на черном фоне со случайными координатами (этот набор далее называется базой пользователей). Тестовые изображения формируются путем их поворота на заданный угол. MPX рассчитывается для пары изображений и сравнивается с порогом.

На рисунке 1 представлены значения ERR и соответствующего порога для изображений базы пользователей и этих же изображений, повернутых на угол от 1 до 25° .

Для исследования влияния потери точек на ERR за начальное значение был принят предыдущий результат ERR для изображений, повернутых на 13 градусов. Затем были удалены от 1 до 10 точек в каждом тестовом изображении и снова определено ERR. При этом изображения базы пользователей не подвергались изменениям. Операция выполнялась повторно, при этом тестовые изображения оставались неизменными, а точки удалялись из изображений базы пользователей. Результаты представлены на рисунке 2.

Были получены снимки рук 9 человек (для каждого по 3 положения руки, по 4 кадра в каждом положении). Для эксперимента использовалась веб-камера разрешения 0,3 МПикс с фильтром на 850 нм и ИК-подсветкой. При идентификации с помощью MPX для данного набора изображений было получено значение ERR равное 16,67%.

Результаты. Эксперименты показали, что поворот точечного тестового изображения на угол до 12 градусов мало влияет на качество идентификации пользователя. Проведен эксперимент с изображениями вен тыльной стороны ладони реальных пользователей с применением MPX, для полученной системы показатель ERR составил 16,67%. Дальнейшие исследования целесообразно проводить в направлении совершенствования алгоритмов предварительной обработки ИК-изображения кисти руки с целью устранения искажений, связанных с поворотом и накло-

ном руки при сканировании, а также повышения качества выделения характерных точек ветвления и пересечения вен.

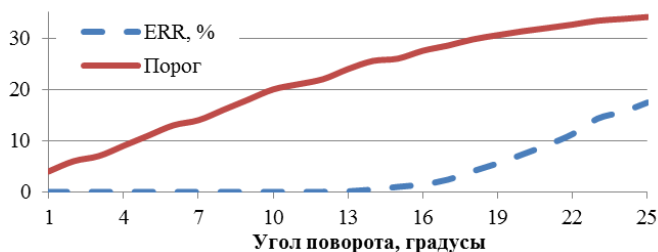


Рис. 1 — Зависимость ERR и порога от угла поворота

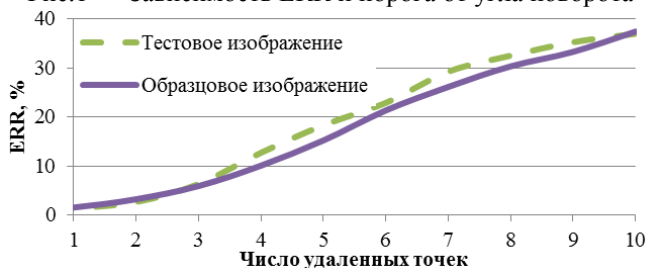


Рис. 2 — Зависимость ERR от числа удаленных точек

Литература:

1. Vehils D., Miguel J. Design and Implementation of a Finger Vein Identification. — 2011. — P. 68.
2. Yu C.B., Qin H.F., Cui Y.Z., & Hu X.Q. Finger-Vein Image Recognition Combining Modified Hausdorff Distance with Minutiae Feature Matching // Interdisciplinary Sciences: Computational Life Sciences. — 2009. — Vol. 1, No. 4. — P. 280-289.
3. Chen G., Dai Q., Tang X., Xu Z. 2018 5th International Conference on Systems and Informatics (ICSAI) // An Improved Least Trimmed Square Hausdorff Distance Finger Vein Recognition. — 2018. — P. 939-943.
4. Huttenlocher D.P., Klanderman G.A., & Rucklidge W.J. Comparing Images Using the Hausdorff Distance // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. — Vol. 15, No. 9. — 1993. — P. 850-863.
5. Wang L., Leedham G., Cho D.S.Y. Minutiae feature analysis for infrared hand vein pattern biometrics // Pattern Recognition Society. — 2007. Vol. 3. No. 41. — P. 920 – 929.

РАЗРАБОТКА ТИПОВЫХ МОДУЛЕЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕХОДА К ОБЛАЧНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Д.А. Пранкевич, С.В. Разумников
Юргинский технологический институт (филиал) Национального
исследовательского Томского политехнического университета,
г. Юрга, demolove7@inbox.ru

Работа посвящена разработке модулей для системы поддержки принятия решений к переходу на облачные технологии. В статье предлагается структура взаимосвязи компонентов СППР для стратегического управления процессом перехода. В основе каждого модуля лежат универсальные математические модели и методы, позволяющих производить оценку, расчеты и анализ для принятия решений по внедрению облачных ИТ-сервисов на предприятии.

The work is devoted to the development of modules for a decision support system for the transition to cloud technologies. The article proposes a structure for the interconnection of DSS components for strategic management of the transition process. Each module is based on universal mathematical models and methods that make it possible to evaluate, calculate and analyze decisions for the implementation of cloud IT services in an enterprise.

Процесс внедрения облачных технологий – ответственное мероприятие для предприятия, требующее глубокой проработки и анализа еще на стадии принятия решения о внедрении. В помощь в управлении такого процесса применяют системный подход и математические модели. Сложность математического аппарата можно существенно снизить разработкой и использованием системы поддержки принятия решений (СППР).

Под СППР понимаются интерактивные системы, которые помогают в принятии управленческих решений. При этом они объединяют в единую мощную систему большое количество данных, сложный математический и аналитический аппарат, а также удобное программное обеспечение для пользователя. Такая система может поддерживать принятие неструктурированных и слабоструктурированных решений [1].

Авторами ведется работа по созданию СППР при переходе к облачным технологиям. На рисунке представлена структура взаимосвязи компонентов СППР для стратегического управления переходом к облачным технологиям (Рисунок 1). Взаимосвязь моделей и программных компонентов определяется в зависимости от специфики решаемых процессов, этапов стратегического перехода к облачным технологиям. Практическая новизна результатов заключается в том, что основе СППР лежат разработанные оригинальные математические модели [2-

7], позволяющие проводить анализ, оценку, выбор, планирование на всех этапах перехода, учитывается специфика облачных технологий.

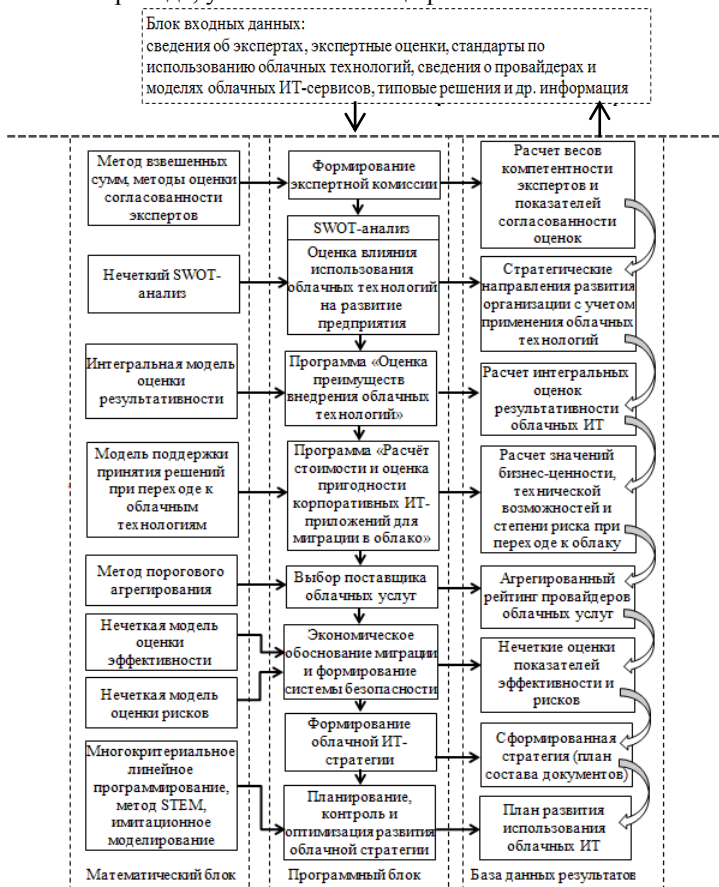


Рис. 1 – Структура взаимосвязи компонентов СППР для стратегического управления перехода к облачным технологиям

В структуру СППР входят четыре блока: «Блок входных данных», «Математический блок», «Программный блок», «База данных результатов».

Входная информация в СППР будет поступать через «Блок входных данных». Туда входят сведения об экспертах, экспертные оценки, стандарты по использованию облачных технологий, сведения о провайдерах и моделях облачных сервисах, типовые решения и т. д.

В «Математический блок» входят разработанные математические модели на основе методов системного анализа [2-7]. В «Программный блок» – соответствующая программная реализация этих моделей. В блоке «База данных результатов» указаны полученные результаты в процессе выполнения работы в программе, в соответствующих модулях, служащие для обоснования решений при переходе к облачным технологиям.

В состав СППР входит 8 модулей:

Модуль «Формирование экспертной комиссии» осуществляет расчет весов компетентности и показателей согласованности оценок.

Модуль «SWOT-анализ» позволяет получить количественные оценки значимости факторов среды для стратегии внедрения облачных ИТ, получить количественные оценки важности комбинаций факторов среды, в итоге сформировать стратегические направления организации с учетом применения облачных ИТ.

Модуль программы «Оценка преимуществ внедрения облачных технологий» позволяет произвести расчет интегральных оценок результативности облачных ИТ для каждого рассматриваемого сервиса.

Модуль программы «Расчет стоимости и оценка пригодности корпоративных ИТ-приложений для миграции в облачную среду» позволяет произвести расчет значений по критериям бизнес-ценности, технической возможности и степени риска при переходе в облако.

Модуль «Выбор поставщика облачных услуг» позволяет сформировать агрегированный рейтинг провайдеров облачных услуг.

Модуль «Экономическое обоснование миграции и формирование системы безопасности» позволяет провести расчеты по нечетким оценкам эффективности и рисков использования облачных сервисов.

Модуль «Формирование облачной ИТ-стратегии» – блок для формирования плана состава документов (стратегии).

Модуль «Планирование, контроль и оптимизация развития облачной стратегии» при помощи математических моделей и методов определяют наилучшие решения по обслуживанию сервисов и их применения.

В процессе проектирования системы поддержки принятия решений при внедрении облачных технологий была разработана структура взаимосвязи программных модулей, в основе которых лежат оригинальные математические модели. Приведено соотношение математического блока с программными модулями и указаны результаты, которые должны быть получены на выходе при работе с системой. Разработанные программные модули лягут в основу СППР, написанную в среде 1С: Предприятие 8.3.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-07-00031 «Модели, алгоритмы и программное обеспечение системы поддержки принятия стратегических решений к переходу на облачные технологии».

Литература:

1. Захарова А.А. Математическое и программное обеспечение стратегических решений об инновационном развитии региона: учебное пособие / А.А. Захарова, А.А. Григорьева; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 211 с.
2. Разумников С.В. Модель поддержки принятия решений о миграции корпоративных приложений в облачную среду // Научные труды Вольного экономического общества России. - 2015 - Т. 194. - С. 490-502.
3. Разумников С.В. Оценка эффективности и рисков от внедрения облачных ИТ-сервисов // Фундаментальные исследования. - 2014. - Вып. № 11-1. - С. 33-38.
4. Razumnikov S.V., Kremneva M.S. Decision support system of transition IT-applications in the cloud environment // International Siberian conference on control and communications SIBCON 2015 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7147186> (дата обращения 10.10.2019).
5. Razumnikov S.V., Kurmanbay A.K. Models of evaluating efficiency and risks on integration of cloud-base IT-services of the machine-building enterprise: a system approach // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2016 - Vol. 124 - №. 1, Article number 012089. - p. 1-5.
6. Разумников С.В. Некомпенсаторное агрегирование и рейтингование провайдеров облачных услуг // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, 2018, т. 21, № 4, ст. 64-69.
7. Разумников С.В. Интегральная модель оценки результативности внедрения облачных ИТ-сервисов // Научные труды Вольного экономического общества России. 2016. Т. 201. № 4. С. 492-504.

МЕТОД ДЭВИДОНА–ФЛЕТЧЕРА–ПАУЭЛЛА И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

В.С. Радич, Т.С. Зайцева

**Сибирский государственный университет путей сообщения,
г. Новосибирск, lerabrb@yandex.ru**

В разных областях теоретической и практической деятельности часто оказывается целесообразным принимать решения не сразу, а постепенно. Предметом динамического программирования является изучение многошаговых решений, которые являются оптимальными. Целью работы является изучение материала, связанного с методом Дэвидона-Флетчера-Пауэлла.

In a wide variety of areas of theoretical and practical activity, it is often appropriate to make decisions not immediately, but gradually, step by step. The subject of dynamic programming is the study of multi-step solutions that are optimal. The aim of the work is to study material related to the Davon - Fletcher – Powell.

В самых разнообразных областях теоретической и практической деятельности часто оказывается целесообразным принимать решения не сразу, а постепенно, шаг за шагом. Предметом динамического программирования является изучение многошаговых решений, которые являются оптимальными. В этом заключается актуальность метода.

Целью работы является изучение материала, связанного с методом Дэвидона-Флетчера-Пауэлла (ДФП), относящегося к динамическому программированию, и написание соответствующего программного обеспечения. Были поставлены следующие задачи:

- изучение теоретического материала;
- разработка и проектирование программного обеспечения;
- практическое применение метода.

Динамическое программирование в теории управления и теории вычислительных систем — способ решения сложных задач путём разбиения их на более простые подзадачи [1]. Лежащий в основе принцип оптимальности может быть реализован в виде функционального уравнения, решение которого более доступно методам современной математики, чем решение в условиях классической постановки задачи.

Первоначально метод был предложен Дэвидоном в 1959 году, а развит Флетчером и Пауэллом в 1963 году.

В данной работе используется среда разработки Visual Studio 2017, язык программирования - C#.

Если пользователь введет все данные и нажмет кнопку «Рассчитать», то программа произведёт соответствующие расчеты, которые будут отображены в таблице. Результат работы представлен на рисунке 1.

Итерация	Время	Длина маршрута	Средняя скорость	Максимальная скорость	Минимальная скорость	Средняя температура	Максимальная температура	Минимальная температура	Средняя влажность
1	0.00	10.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	0.01	10.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
3	0.02	10.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
4	0.03	10.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
5	0.04	10.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
6	0.05	10.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
7	0.06	10.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
8	0.07	10.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07	1.07
9	0.08	10.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
10	0.09	10.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09

Рис. 1 – Результат работы программы

После этого можно нажать кнопку «Построить график», и тогда откроется второе окно с графиком. Результат работы представлен на рисунке 2.

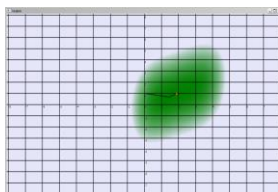


Рис. 2 – График

Рассмотрим практическое применение метода. Принятие решений ответственная и интеллектуальная сфера деятельности человека, и в первую очередь руководителя любого ранга[2]. Проект редко бывает успешным, если его руководители не используют методы принятия обоснованных решений.

В тех случаях, когда для решения задачи имеются все необходимые исходные данные, и она поддается формализации, то возможно принятие решения, которое удовлетворило бы всех. Таким решением будет найденное оптимальное решение.

Например, пусть требуется найти область на карте для размещения банковских терминалов. Они должны находиться в оптимальной зоне использования, для того чтобы были востребованы. Если формализовать эту задачу и объединить график с картой местности, то можно увидеть, в каких местах лучше всего расположить банковские терминалы.

Подводя итог, можно сказать, что динамическое программирование является одним из мощных методов оптимизации. Сфера приложения принципа оптимальности чрезвычайно широка. В данной работе был описан и реализован алгоритм минимизации функции нескольких переменных методом ДФП. Делая вывод нужно отметить, что метод ДФП является важным инструментом многомерной оптимизации.

Литература:

1. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. — М.: Изд-во Высшая школа, 1986. — 319 с.

2. Балыбин В.М., Лунев В.С. Принятие проектных решений: Учебное пособие Ч. 1. — Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. — 80 с.

КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ БАКАЛАВРА

П.Д. Сёмка, О.И. Шерстобоева, Т.В. Преображенская
Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, pollysemka@gmail.com

Рассмотрен процесс создания когнитивной модели деятельности студентов при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра. Построен оргграф и матрица смежности для перечня факторов, влияющих на достижение поставленной цели, дана экспертная оценка влияния выявленных факторов.

The process of creating a cognitive model of students' activities when performing graduate qualification work of a bachelor is considered. A digraph and an adjacency matrix are constructed for a list of factors affecting the achievement of the goal, an expert assessment of the influence of the identified factors is given.

Идею использования когнитивных моделей в виде ориентированных графов (орграфов, ребра которого имеют направление и веса +1 или -1 — положительную или отрицательную связь) впервые предложил Р. Аксельрод [1], для описания поведения сложных систем. В оргграфе обратные связи отображаются контурами двух типов: положительные и отрицательные. Большое количество положительных контуров свидетельствует о неустойчивости, в то время как отрицательные контуры, напротив, оказывают стабилизирующее воздействие, способствуют сохранению устойчивости системы [2]. В настоящее время когнитивные модели широко используют для исследования организационно-экономических систем [2-5]. В нашем случае смоделирована деятельность студента при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра (ВКРБ). Для выявления факторов влияния на достижение цели были использованы инструменты управления качеством (Рисунок 1).



Рис.1 - Логическая последовательность использования инструментов управления качеством при решении слабоструктурированных проблем

По результатам работы экспертов (студентов), авторы статьи выявили перечень факторов, оказывающих влияние на выполнение ВКРБ:

- 1 Взаимодействие с научным руководителем;
- 2 Самостоятельное выполнения от и до;
- 3 Определение структуры работы;
- 4 Применение принципов time-management'a;
- 5 Обращение за помощью к старшекурсникам;
- 6 Заказ работы за деньги;
- 7 Уход от проблемы (не выполнять работу, бросить учебу);
- 8 Изучение литературы по теме работы.

Далее, эксперты построили диаграмму связей между проблемой и ее решениями с оценкой их влияния (положительного или отрицательно-го). Таким образом, построен граф (когнитивная модель) выполнения ВКРБ (Рисунок 2).

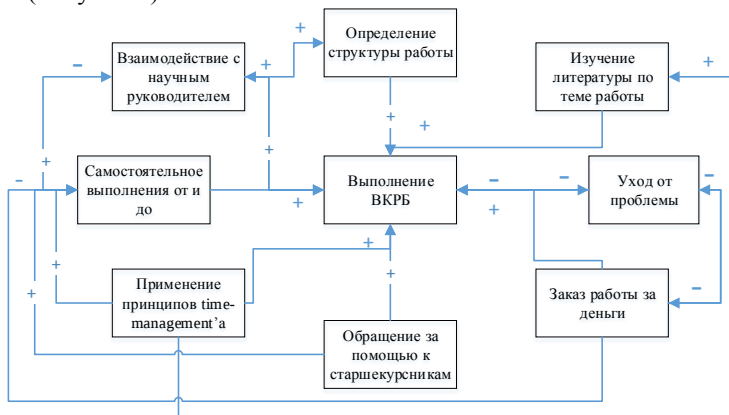


Рис. 2 – Когнитивная модель выполнения ВКРБ (составлен авторами)

На графе (Рисунок 2) видно взаимное влияние факторов и их влияние на достижение цели (множество контуров положительных и отрицательных обратных связей). Например, в контуре «взаимодействие с научным руководителем – определение структуры работы – выполнение ВКРБ – взаимодействие с научным руководителем» доминирует положительная обратная связь (произведение знаков контура положительно), поэтому увеличение взаимодействия с научным руководителем может приводить к сильному продвижению в выполнении ВКРБ в этом подконтуре. В подконтуре «заказ работы за деньги – выполнение ВКРБ – уход от проблемы – заказ работы за деньги» превалирует отрицательная обратная связь, следствием которой является снижение актуальности для студента варианта покупки работы по мере того, как он начинает склоняться к решению ухода от проблемы.

Для орграфа когнитивной модели выполнения ВКРБ построена матрица смежности (Таблица 1).

Каждая строка и столбец матрицы соответствуют вершинам (факторам, оказывающим влияние на выполнение ВКРБ), номер строки соответствует вершине, из которой выходит дуга, а номер столбца - в какую входит дуга. Номера факторов соответствуют номерам в вышеприведенном перечне. Значимость определяется как отношение количества предпочтений по конкретному фактору на общую сумму предпочтений.

Таблица 1 – Матрица смежности

	1	2	3	4	5	6	7	8	Кол-во предпочтений	Значимость (%)
1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	28,57
2	-1	0	0	1	1	1	0	0	3	42,85
3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	14,29
4	0	1	0	0	0	0	0	1	2	28,57
5	0	1	0	0	0	0	0	0	1	14,29
6	0	-1	0	0	0	0	-1	0	-2	-28,57
7	0	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-14,29
8	0	0	0	1	0	0	0	0	1	14,29
Итого									7	100

Из таблицы видно, что самостоятельное выполнение ВКРБ студентами от начала и до конца по-прежнему является самым предпочтительным решением (42,85%). Не менее важными факторами, влияющими на успешное выполнение ВКРБ – взаимодействие с научным руководителем, применение принципов time-management'a и заказ работы за деньги (28,573% предпочтений).

Что касается наименее предпочтительных решений, как и ожидалось, такими оказались решения покупки работы и ухода от проблемы (по -14,29%). Дело в том, что покупка работы – слишком рискованный и ненадежный выбор, а уход от проблемы и вовсе не решит поставленную задачу – в итоге ВКРБ выполнена не будет.

Оценка влияния выделенных факторов позволяет анализировать их взаимодействие, расстановку сил внутри системы, моделировать влияние друг на друга, усиливая или ослабляя системный эффект.

Построение модели - узкое место формализации, неформальная процедура, требующая таланта и самостоятельности мышления, что важно в профессиональной деятельности выпускников направления «Прикладная информатика». Использование инструментов управления качеством [5,6] делают эту процедуру почти прозрачной.

Подход, приведенный в настоящей работе, иллюстрирует построение когнитивной модели, дает возможность смоделировать деятельность студентов при выполнении ВКРБ, позволяет снизить тревожность и страхи перед неизвестностью, а также пробуждает сознательное отношение студентов к профессиональной деятельности.

Уточнение модели позволит выбирать индивидуальную траекторию выполнения ВКРБ на основе когнитивной модели.

Литература:

1. Axelrod R., The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. Princeton University Press, 1976.
2. Ягольницер М.А., Казанцев К.Ю. Сила бренда и ее измерение (на примере IT-компаний) // Экономика и менеджмент систем управления. – 2014. – №4.2. – С.322-331.
3. Паклин Н. Б., Орешков В. И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям. – СПб.: Изд. Питер, 2009. – 624 с.
4. Горелова Г.В., Панкратова Н.Д. О развитии технологий научного предвидения поведения сложных систем и когнитивное моделирование. - В сборнике: Системный анализ в проектировании и управлении Сборник научных трудов XIX Международной научно-практической конференции. 2015. С. 45-55.
5. Преображенская Т. В. Инструменты управления качеством в построении когнитивных моделей систем / Т. В. Преображенская // Высшее техническое образование: проблемы и пути развития: 10 международ. науч.-метод. конф. – Минск: БГУИР, 2018. – С. 371-374.
6. Инструменты качества // KPMS URL: http://www.kpms.ru/Implement/Qms_Tool.html (дата обращения: 22.11.2019).

КОНЦЕПЦИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В РОССИИ

Д.В. Скоморохин
«Университет «Дубна»,
г. Дубна, 9232803119@mail.ru

В статье рассматривается проблема становления цифровой экономики в Российской Федерации. Обнаружено, что существующий механизм развития цифровой экономики в России формирует устойчивую основу для дальнейшего развития отечественной экономики посредством цифровизации промышленности и экономики в целом.

The article deals with the problem of formation of the digital economy in the Russian Federation. It is found that the existing mechanism of development of the digital economy in Russia forms a stable basis for the further development of the domestic economy through the digitalization of industry and the economy as a whole.

В настоящее время Российская Федерация стоит у истоков формирования цифровой экономики, которая идет на смену традиционной. Ключевой проблематикой в данной плоскости является практическая имплементация концепции цифровой экономики в России.

Процесс трансформации государственного управления в цифровой сфере в нашей стране относится к 2008 г., когда президент РФ утвердил Стратегию развития информационного общества в РФ. Для реализации этой стратегии была разработана государственная программа «Информационное общество (2011-2020 гг.)», которая нацелена на формирование единой и максимальной эффективной системы, в том числе в рамках государственного управления. Также целью данной программы является «повышение качества жизни и работы граждан, развитие экономического потенциала страны на основе использования информационных и телекоммуникационных технологий» [1].

В 2008-2017 гг. Россия смогла добиться значительного прогресса в реализации концепции электронного управления, которая предусматривает предоставление государственных и муниципальных услуг в электронной форме. Таким образом, программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная приказом правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р, должна стать основой для развития государственного управления, экономики, бизнеса, социальной сферы и всего общества, в целом [2].

Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» до 2024 г. была утверждена летом 2017 г. Она определила цели и задачи в пяти основных областях:

- регулирование;

- кадры и образование;
- выстраивание научно-исследовательских компетенций и технических достижений;
- информационная инфраструктура и информационная безопасность.

К 2024 г. государство намеревается внедрить комплексную цифровую перестройку экономики и социальной сферы России. Для этого необходимо выработать, внедрить и развить законодательную базу в сфере цифровых технологий, модернизировать цифровую инфраструктуру, внедрить цифровые практики в ключевых областях экономики и государственного управления, а также обучать персонал на переходный период.

Создание институциональных и инфраструктурных условий, устранение существующих препятствий и ограничений для создания и развития высокотехнологичных предприятий осуществляется в 6 направлениях:

- Кадры для цифровой экономики: совершенствование системы образования, которая должна обеспечивать цифровую экономику компетентным персоналом.
- Информационная инфраструктура: развитие коммуникационных сетей, системы отечественных центров по обработки информации, внедрение цифровых платформ для работы с данными для удовлетворения потребностей граждан, бизнеса и правительства.
- Информационная безопасность: формирование состояния защиты личности, общества и государства от внутренних и внешних информационных угроз.
- Цифровые технологии: создание системы поддержки поисковых и прикладных исследований в сфере цифровой экономики.
- Регулирование: формирование новой нормативной среды, которая призвана обеспечить благоприятные нормативно-правовые условия для появления и развития современных технологий, а также для осуществления хозяйственной деятельности, связанной с их применением.
- Цифровое государственное управление: внедрение цифровых технологий и решений на платформе в области государственного менеджмента и услуг.

План Министерства связи предполагает внедрение электронных технологий во все отрасли:

- управление энергетическими, водными и топливными ресурсами;
- создание умных городов;
- уменьшение транзакционных издержек;

- изменение системы разделения труда;
- открытие высокотехнологических медицинских центров.

Тем не менее, программа «Цифровая экономика Российской Федерации» не устанавливает многих экономических целей, связанных с развитием цифровой индустрии в целом, а также новыми путями производства и выхода отечественных технологий на глобальные рынки. В программе отсутствуют некоторые показатели:

- доля электронной торговли в обороте;
- доля высокотехнологичных рабочих мест в общей структуре занятости,
- высокотехнологичный экспорт и другие показатели, непосредственно связанные с оцифровкой экономики.

В целом, выявленный механизм реализации цифровой экономики в России создает новую основу для дальнейших исследований и решения практических задач развития российской экономики в будущем, в частности повышения конкурентоспособности ее экономики за счет цифровизации промышленности и экономики в целом. Это будет способствовать инновационному обновлению промышленного производства за счет более активного развития цифровых технологий и их внедрения в хозяйственную деятельность и повышения качества инфраструктуры [4, Р. 7].

Рассматривая аспект практической имплементации, то реализация операционных центров кибербезопасности в банковской сфере является одним из признаков наступления эры цифровой экономики. SOC представляет собой механизм координации функций с целью для непрерывного мониторинга и анализа угроз, а также смягчения последствий и предотвращения инцидентов кибербезопасности.

Крупнейший банк на территории Российской Федерации в 2017 г. запустил свой собственный операционный центр кибербезопасности, развитием которого занималась компания IBM. Отметим, что SOC Сбербанка или Центр компетенций по направлению «Информационная безопасность» программы «Цифровая экономика Российской Федерации» был создан в рамках Плана мероприятий по направлению «Информационная безопасность» [3].

Для более всеобъемлющего охвата концепция цифровой экономики должна строиться не только внутри России, но также параллельно в государствах-участниках Евразийского экономического союза (далее – ЕАЭС). Сотрудничество с партнерами в рамках ЕАЭС должно строго регламентироваться нормативно-правовыми актами, например, Цифровой повесткой ЕЭАС.

В сфере практической имплементации цифровой экономики для отечественного опыта будет эффективным:

- осуществлять обмен опытом по построению цифровой экономики с государствами ЕЭАС;
- оказывать поддержку коммерческим организациям в построении частных систем обработки, защиты информации;
- сформировать механизмы контроля реализации государственных программ в сфере цифровой экономики.

Россия также активно работает в рамках G20, Всемирного экономического форума, ООН и других организаций. Все это говорит о подлинно государственном подходе к цифровизации экономики и ее существенной трансформации.

Литература:

1. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 313 (ред. от 23.05.2019) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Информационное общество» [Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162184/ (дата обращения: 19.10.2019).

2. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 N 1632-р «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756/ (дата обращения: 19.10.2019).

3. «План мероприятий по направлению «Информационная безопасность» программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (утв. Правительственной комиссией по использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности (протокол от 18.12.2017 N 2)) [Электронный ресурс] – URL: <http://static.government.ru/media/files/AEO92iUpNPX7Aaonq34q6BxpАНСY2umQ.pdf> (дата обращения: 19.10.2019).

4. Nosova S.S., Norkina A.N., Makar S.V., Arakelova I.V., Medvedeva A.M., Chaplyuk V.Z. The digital economy as a new paradigm for overcoming turbulence in the modern economy of Russia // Espacios. – 2018. – Т. 39. – № 24. – [Электронный ресурс] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35704455>

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСОВ

А.Ю. Степанова, М.А. Бакаев

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, s.nuta97@mail.ru**

Целью работы является изучение перспективного направления в области оценки качества и тестирования веб-интерфейсов, а именно, системы распознавания семантической структуры веб-интерфейса. В статье рассматривается актуальность данной проблемы и предложен вариант для автоматизации оценки.

The aim of the work is to study a promising area in the field of quality assessment and testing of web interfaces, namely, a system for recognizing the semantic structure of a web interface. The article discusses the relevance of this problem and offers an option for automating the assessment.

В нашей работе под семантической структурой веб-интерфейсов понимается определение соотношений (иерархических, визуальных и т.д.) между элементами интерфейса. Для выявления семантической связи объектов веб-интерфейса можно использовать так называемый принцип обратной разработки для исследования уже готового веб-сайта с целью выявления принципа его работы и строения интерфейса.

Согласно исследованию [1] выявление семантических ролей объектов возможно благодаря устоявшимся принципам построения макетов. Люди, просматривающие веб-страницы, ожидают определенного размещения общих веб-объектов на веб-страницах.

Например, на любом веб-сайте люди ожидают увидеть поля поиска в правом верхнем углу экрана. В интернет-магазине в этом месте обычно располагается «корзина покупок». В онлайн-магазинах и новостных порталах ожидается, что поля «Вход/Выход» будут расположены в правом верхнем углу веб-страницы. Ссылка «назад на домашнюю страницу» всегда размещается в верхнем левом углу примерно в том же месте, где «логотип» и т.д.

Таким образом, было выявлено, что интернет-пользователи строят конкретные ментальные модели (mental models) различных типов веб-страниц в отношении определенных веб-объектов.

Большинство пользователей при просмотре веб-страниц подсознательно используют так называемую модель «F». То есть, люди смотрят сначала слева направо в верхней части страницы. Затем они сканируют страницу вниз и иногда делают «вылазки» взглядом в правую часть, чтобы просмотреть содержание. Меньше всего внимания получает об-

ласть в нижнем правом углу страницы. Таким образом, все значимые для пользователя объекты необходимо располагать в верхней части веб-страницы.

Проблема автоматизации процесса распознавания семантической структуры на текущий момент заключается в том, что все больше сайтов разрабатываются при помощи различных фреймворков, CMS и т.д. для поддержки динамичного контента и из-за этого возникают сложности автоматической обработки страниц. Также информация на сайте может быть представлена в виде изображений с текстом и извлечь текст с помощью парсинга сайта тогда невозможно [2].

На данный момент разработаны системы анализа визуального представления (скриншотов) веб-интерфейсов, которые основываясь на скриншоте какого-либо веб-сайта, строят семантически-пространственную структуру элементов веб-интерфейса в формате JSON и вычисляют по ней ряд метрик. Однако недостатком таких систем является время получения результата, поскольку анализ изображения довольно долгий процесс, поэтому необходимо внедрение анализа семантической структуры веб-интерфейсов [3].

Разработка веб-страниц в соответствии с мышлением и ментальным образом пользователей повышает запоминаемость местоположений веб-объектов и влияет на взаимодействие с пользователем на веб-сайте. Для упрощения разработки такого веб-сайта существуют необходимость создания системы распознавания семантической структуры веб-интерфейсов.

Таким образом, чтобы автоматизировать процесс тестирования пользовательского интерфейса, необходимо совмещать визуальный анализ, например, распознавание атомарных объектов на скриншоте страницы («*HCI Vision*») и анализ семантической структуры веб-интерфейса, т.е. кода страницы сайта.

Общий алгоритм работы такой системы имеет следующий вид:

- Получаем доступ к странице веб-сайта, загружаем страницы в хранилище. Когда страница загружена, её HTML-код анализируется, и все внешние ссылки извлекаются и добавляются в очередь на добавление в хранилище. На этапе добавления страниц в хранилище необходимо предусмотреть уникальность URL – имен в списке, чтобы избежать дублирования ссылок.
- По мере сканирования каждой страницы, её DOM-дерево копируется для создания полной статической записи дизайна страницы;
- Затем набор семантических и визуальных функций, описывающих каждый DOM-узел, вычисляется в пост-процессе и сохраняется;

- Пост-процесс связывается с хранилищем данных через общедоступный API, позволяющий изменять детали реализации пока интерфейс сохраняется;
- Затем макет станицы сопоставляется с конкретными визуальными макетами (ментальным образом) пользователей.

Подобный алгоритм был создан и описан в статье [4], где авторы анализировали распределение объектов на макете веб-страницы с помощью анализа HTML тегов и CSS стилей.

Заключение

Автоматизированные системы распознавания семантической структуры веб-интерфейса помогут упростить процесс разработки веб-сайтов и веб-приложений для разработчиков и улучшить качество использования для пользователей сайта.

Литература:

1. Roth S. P. et al. Mental models for web objects: Where do users expect to find the most frequent objects in online shops, news portals, and company web pages? //Interacting with computers. – 2009. – Т. 22. – №. 2. – С. 140-152.
2. Пудич А. С. Актуальные проблемы оценки качества веб-интерфейсов и её автоматизации //Инновации в науке и практике. – 2018. – С. 159-171.
3. Bakaev M. et al. Auto-extraction and integration of metrics for web user interfaces //Journal of Web Engineering. – 2018. – Т. 17. – №. 6. – С. 561-590.
4. Kumar R. et al. Webzeitgeist: design mining the web //Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. – ACM, 2013. – С. 3083-3092.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ОНЛАЙН-МАГАЗИНОВ

В.А. Сычев, М.А. Бакаев

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, valera19007@yandex.ru**

Моделирование поведения пользователей в онлайн-магазинах привлекает все большее внимание, в связи с высоким уровнем конкуренции и большим количеством магазинов. В данной статье мы рассматриваем существующие модели

поведения потребителей, ставим проблему исследования и вкратце описываем подходы к ее решению.

Modeling user behavior in online stores is attracting more and more attention, due to the great competition and a large number of e-stores. In this article we consider the existing models of consumer behavior, formulate the research problem and outline approaches to its solution.

Введение

Появление сети Интернет вызвало большой ажиотаж у пользователей, каждый использует данный ресурс в своих целях. В связи с этим начали появляться интернет-магазины, в дополнение к обычным магазинам, которые помогают выбрать или приобрести товар, не выходя из дома. Моделирование поведения пользователей в данной среде является актуальным за счет того, что оно позволяет понять какие пользователи посещают интернет-магазины, и что им требуется. В будущем с помощью использования этих знаний можно предлагать клиентам особые условия, или новый ассортимент товаров по категориям, которым искал пользователь в прошлом, настройка рекламы и т.д. Это приведет к увеличению продаж в магазинах и пониманию потребностей потребителей. Построение новой модели поведения пользователей даст возможность понять клиентов, и акцентировать внимание на вещах, которые более востребованы потребителем.

Модели поведения в обычном магазине почти не применимы для покупок в интернете. Это связано с отсутствием физических магазинных атрибутов и человеческих факторов. В интернет-магазинах играет роль доверие компаниям, предлагающих свою продукцию, и надежность совершения оплаты. Доверие возникает у потребителей по многим причинам, например большое количество положительных отзывов о магазине, советы друзей и другие. Быстрое развитие и появление магазинов в интернете, привело к новым исследованиям и созданию новых моделей поведения потребителей.

Существующие модели поведения потребителей

Модель eCDP – модель электронного потребительского процесса принятия решений [1], она создана для описания поведения потребителей при покупке в интернете. Основа данной модели была взята с традиционной модели поведения потребителей. Модель состоит из пяти пунктов принятия решений: осознание потребности, поиск информации, оценка альтернатив, покупка, потребление. Модель требует более подробного изучения, в связи с тем, что она не была рассмотрена в условиях существующего рынка.

Behavioural perspective model (BPM) – радикальная поведенческая модель выбора [2]. BPM определяет потребительское поведение, за счет

потребительской истории и текущей ситуации поведения. Таким образом, ВРМ обеспечивает перспективу поведения потребителей и включает ситуационные влияния в анализ покупки и потребления. В поведенческих терминах поведение потребителя, зависимая переменная, является функцией истории изучения личности, связанной с данным типом потребления, установкой поведения и последствиями, которые вызывает поведение. Ниже изображены объединенные переменные, чтобы получить общую картину модели поведенческой перспективы (Рисунок 1).

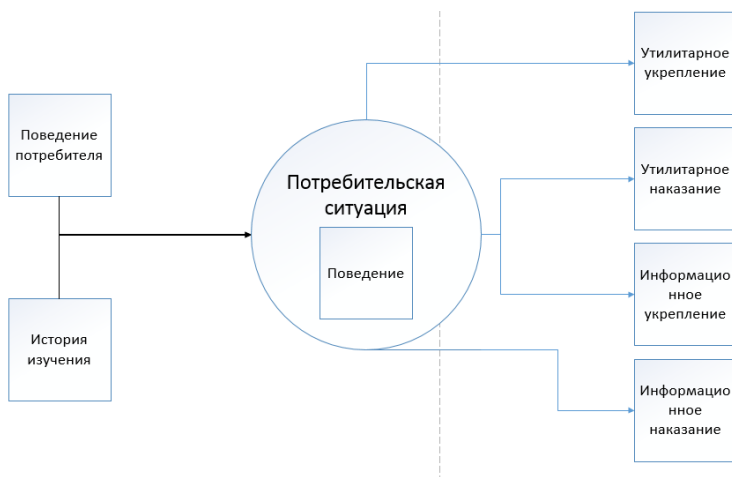


Рис. 1 - Поведенческая перспективная, модель потребительского выбора.

Model of intention, adoption and continuance (MIAC) – данная модель связывает три элемента: намерение, принятие и продолжение [3]. Модель создана для разработки рамок взаимосвязи психологии и потребительского поведения в интернете (Рисунок 2). Учет психологических аспектов пользователей это важная часть в моделировании, так как ни кто не может предугадать действие каждого человека, что помогает увеличить вероятность в понимании действий потребителя.

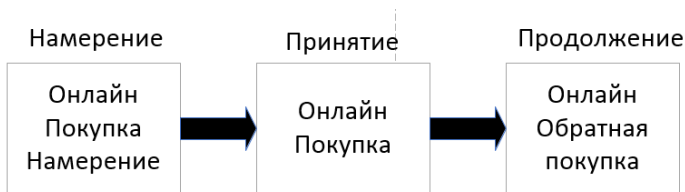


Рис. 2 – Модель намерения, принятия и продолжения

Постановка проблемы и варианты ее решения

На данный момент не существует модели, которая затрагивает все тонкости покупок, и использования интернет-магазинов. Каждая модель хороша и устроена по своему, это означает, что использование существующих моделей эффективно, но не во всех категориях интернет торговли. В связи с этим нужно проводить новые исследования, и создавать новые или усовершенствовать существующие модели. Это делается для увеличения продаж, удержания и привлечения новых клиентов.

Чтобы решить данную проблему, нужно совершенствовать существующие модели, либо создавать новые. Проблемы в существующих моделях таковы, что не все тонкости поведения пользователей можно проработать в созданном алгоритме, в связи с целенаправленным решением какой-либо проблемы. Это создает трудности в улучшении, что ведет к сложности в переработке алгоритма. Создание новой модели существенно эффективней, за счет того что, можно учесть все категории пользователей, проблематику интернет-магазинов и интернет покупок. Выбирая создание новой модели, мы будем стараться учитывать все общеизвестные критерии потребительского поведения при покупке в интернете, начиная с осознания в потребности покупки, заканчивая потреблением. Вторым пунктом работы включается учет гибкости и непрерывной работы сайта, что учитывает интуитивно понятный и простой интерфейс, обратную связь с пользователем, и полную инструкцию как совершить покупку. Создание данного алгоритма приведет к улучшению потребительского спроса.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-32-01087 ОГН а2.

Литература:

1. Логинова Ю. В. Модель поведения потребителей в Интернете с учетом эффекта неравномерной ценности электронных денег //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2013. – № 9.

2. Foxall G. R. et al. Consumer behaviour analysis and the behavioural perspective model //Management Online Review (MORE). – 2011.

3. Liao S. H., Chung Y. C. The effects of psychological factors on online consumer behavior //2011 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management. – IEEE, 2011. – С. 1380-1383.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА

Н.Ю. Чубко, Ю.А Мезенцев

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, nikitachubko@gmail.com, mesyan@yandex.ru**

Статья содержит сравнительный анализ двух алгоритмов решения задачи коммивояжера: Жадного Алгоритма и Муравьиного Алгоритма. Сравнение проводилось по показателям близости решения к найденному с использованием IBM CPLEX Optimizer (алгоритм Subtour LP) и времени поиска решения.

The article contains a comparative analysis of two algorithms for solving the Travelling Salesman Problem: the Greedy Algorithm and the Ant Algorithm. The comparison was carried out according to the proximity of the solution to the solution found by IBM CPLEX Optimizer (Subtour LP algorithm) and the search time for the solution.

Задача коммивояжера (Travel Salesman Problem – TSP) является одной из самых известных задач комбинаторной оптимизации. Задача коммивояжера заключается в поиске оптимального маршрута, проходящего через указанные точки по одному разу с последующим возвратом в исходную точку. В качестве меры оптимальности (выгодности маршрута) может служить стоимость прохождения маршрута, время прохождения маршрута или длина маршрута.

Математическое представление задачи для N точек имеет следующий вид:

Дана матрица маршрутов $M = (m_{ij})$ размерностью N на N , где m_{ij} стоимость / длительность / длина перехода из точки i в точку j , при $i = \overline{1, N}$ и $j = \overline{1, N}$. Необходимо найти перестановку $(i_1, i_2, \dots, i_n)$ целых чисел от 1 до N минимизирующую значение целевой функции Z выраженной формулой:

$$Z = m_{i_1 i_2} + m_{i_2 i_3} + \dots + m_{i_n i_1} \rightarrow \min$$

Задача коммивояжера относится к классу NP-сложных задач, что делает ее решение методом простого перебора невозможным при большом количестве проходимых точек [1].

Существует множество методов решения задачи коммивояжера, все из них имеют свои сильные и слабые стороны. Рассмотрим два наиболее популярных метода решения задачи коммивояжера: Жадный Алгоритм и Муравьиный Алгоритм.

Жадный Алгоритм является наиболее простым и быстрым методом решения задачи коммивояжера. При выборе очередной точки берется ближайшая от текущей, не посещенная ранее, точка. Однако простота и скорость данного алгоритма компенсируется сильной отдаленностью его результатов от оптимальных [2].

Муравьиный Алгоритм относится к алгоритмам роевого интеллекта. Данный алгоритм, описанный Марко Дориго (Marco Dorigo) в 1992 году, моделирует решение задачи коммивояжера с использованием многоагентной системы, имитируя поведения колонии муравьев в природе при поиске кратчайшего пути до источника пищи. Обычно агентов данной системы называют муравьями, и они подобно муравьям достаточно просто устроены.

В памяти муравья (агента) хранится список пройденных им точек – список запретов. При выборе каждой следующей точки муравей рассматривает только не входящие в список запретов точки (ранее не посещенные) и руководствуется привлекательностью перехода.

Привлекательность перехода зависит от расстояния между точками и уровнем феромонов на маршруте. Расстояние между точками является постоянной величиной в отличие от уровня феромонов, который изменяется путем испарения феромонов с каждой новой итерацией и их усилением при прохождении муравья.

В данном тестировании использовалась модификация Max-min Ant System, в которой феромоны на путях обновляются только муравьем с самым удачным в итерации путем и уровень феромонов на путях ограничен максимальным и минимальным значением [3].

Для проведения сравнительного анализа алгоритмов была произведена генерация семи тестовых задач размерностью 10, 25, 50, 75, 100, 200 и 300 точек.

Результаты тестирования, алгоритма Subtour LP, реализованного в IBM CPLEX Optimization Studio представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты тестирования алгоритма Subtour LP

Алгоритм	Subtour LP	
Число пунктов	Длина пути	Время расчета (часы:минуты:секунды)
10	38419,3	0:00:01
25	46674,6	0:00:04
50	63580	0:00:02
75	73273,2	0:00:45
100	83986,6	0:00:09
200	113958,8	0:02:50
300	138570,3	0:20:30

Результаты тестирования жадного алгоритма представлены ниже в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты тестирования Жадного Алгоритма

Алгоритм	Жадный алгоритм		
Число пунктов	Длина пути	Отклонение от лучшего	Время расчета (часы:минуты:секунды)
10	40275,3	4,83%	0:00:00
25	53956,4	15,60%	0:00:00
50	69677,9	9,59%	0:00:00
75	84840,9	15,79%	0:00:00
100	97255,1	15,80%	0:00:00
200	134861,1	18,34%	0:00:00
300	158890,5	14,66%	0:00:01

В Муравьином Алгоритме для каждого пути существует вероятность его выбора муравьем, что делает алгоритм зависимым от генератора псевдослучайных чисел. По этой причине для данного алгоритма, в таблице 3, представлена максимальная и минимальная длина пути по десяти независимым проведенным тестовым прогонам.

Таблица 3 – Результаты тестирования Муравьиного Алгоритма

Алгоритм	Муравьиный алгоритм				
Число пунктов	Длина пути		Отклонение от лучшего		Время расчета
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.	
10	38419,3	38419,3	0,00%	0,00%	0:00:00
25	46674,6	46674,6	0,00%	0,00%	0:00:01
50	63802,9	63802,9	0,35%	0,35%	0:00:03
75	73839,9	76265,6	0,77%	4,08%	0:00:06
100	86451,5	88030,6	2,93%	4,82%	0:00:11

Продолжение таблицы 3.

200	115939,8	119603,8	1,74%	4,95%	0:00:37
300	141515,4	147152,3	2,13%	6,19%	0:01:14

Для лучшей визуализации результатов на рисунке 1 представлена столбчатая диаграмма, отображающая результаты тестирования для трех алгоритмов.

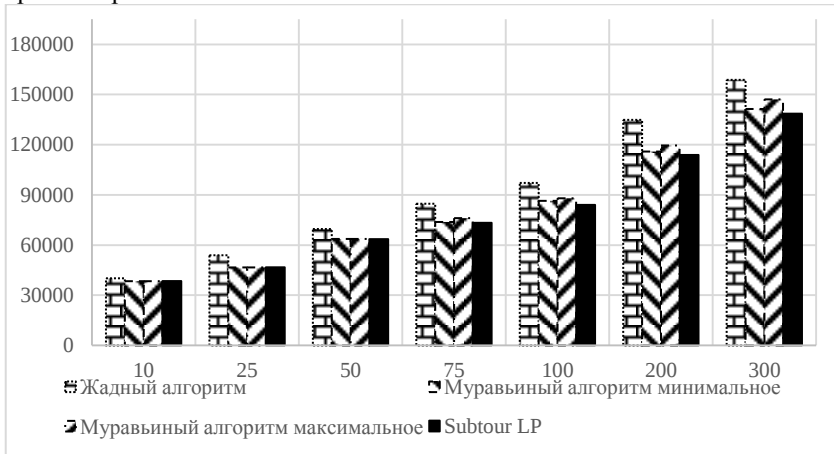


Рис.1 – Столбчатая диаграмма результатов тестирования алгоритмов

Подводя итоги, можно сказать, что Жадный Алгоритм является наиболее быстрым алгоритмом решения задачи коммивояжера, однако получаемые им результаты могут более чем на 15% отличаться от решений, находимых при использовании алгоритма Subtour LP.

Муравьиный Алгоритм обладает более высокой точностью чем Жадный алгоритм. Полученные им результаты отличаются от решений, находимых при использовании алгоритма Subtour LP от 0.00% до 6,19%. Время поиска решения у Муравьиного Алгоритма прямо пропорционально количеству точек в задаче и количеству итераций, может изменяться в зависимости от настроек алгоритма, но является четко прогнозируемым.

Алгоритма Subtour LP позволяет находить наилучшие решения относительно Муравьиного и Жадного алгоритмов, однако скорость расчёта сильно зависит от задачи, что делает его использование затруднительным в случаи необходимости получения результатов за строго отведённое время.

Литература:

1. *Helsgaun K.* An Effective Implementation of the Lin-Kernighan Traveling Salesman Heuristic / Department of Computer Science of Roskilde University. – Roskilde, 1998. – 71 p.
2. Левитин А.В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 577 с.
3. Ant Colony Optimization / M. Dorigo, M. Birattari, T. Stutzle // IEEE Computational Intelligence Magazine. – 2006. – Vol. 1, iss. 4. – P. 28 - 39. – doi: 10.1109/MCI.2006.329691

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДЛЯ РЫНКА ТРУДА НА ОСНОВЕ ОНЛАЙН-ДАННЫХ

Н.В. Шкляева, М.А. Бакаев

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, natalyashkl@yandex.ru**

Охарактеризованы содержание и необходимость прогнозирования рынка труда. Обозначены основные недостатки существующих подходов к прогнозированию. Предложено для прогнозирования ситуации на региональных рынках труда использовать онлайн-данные, дополняющие официальную статистику.

The content and necessity of forecasting the labor market are characterized. The main disadvantages of existing approaches to forecasting are outlined. It is proposed to use online data supplementing official statistics to forecast the situation on regional labor markets.

Введение

Кадровая политика – это один из ключевых факторов, от которого зависит конкурентоспособность региона. И поэтому для успешной конкуренции не только на региональном, но и мировом рынке, ориентированного на экономику знаний и технологий, возникает необходимость рассматривать кадровые ресурсы наряду с инновационными технологиями в качестве основного ресурса для дальнейшего развития экономики региона и страны. Для осуществления успешной кадровой политики в отдельном регионе и стране в целом государству необходимо знать, какие специалисты требуются в ближайшем будущем и в каком количестве.

В связи с этим прогнозирование потребностей экономики региона в профессиональных кадрах - это актуальная практическая задача и важная социально-экономическая проблема.

Прогнозирование для рынка труда

В настоящее время в результате развития новых и модернизации традиционных отраслей экономики, в значительной степени возрастает роль интеллекта и наиболее ценным видом ресурсов на рынке становятся кадровые ресурсы. В связи с этим в целях устойчивого развития страны и ее регионов одной из приоритетных задач государственной политики является наращивание инновационного и интеллектуального капитала, постоянное повышение уровня кадровых ресурсов и применение методов их привлечения, сохранения, а также развития.

Одним из методов достижения этой цели является прогнозирование, так как результаты прогнозных расчетов помогают государственным органам всесторонне оценить ситуацию, выработать и обосновать социально-экономическую политику государства. Так же это одна из важнейших частей системы государственного регулирования экономики, которая направлена на выявление важнейших проблем и определения направления развития страны.

Прогнозирование, и в частности кадровое прогнозирование, выполняет три основные функции в государственном регулировании рыночной экономики [1]:

- предвидение возможных тенденций и циклических колебаний социально-экономического развития страны или региона в контексте общемировой динамики и направлений трансформации общества;
- предвидение вариантов и возможных последствий принимаемых стратегических и тактических решений в области социально-экономического, научно-технического, экологического, внешнеэкономического, территориального развития;
- своевременное внесение корректив или отмена решения, если этого потребуют изменившиеся условия окружающей среды, новая конъюнктура внутреннего и внешнего рынков.

В настоящее время ни один из способов формирования кадрового прогноза сам по себе не дает высокую точность прогноза, так как для большинства методик исходными данными являются данные официальной статистики, опросов работодателей, экспертные оценки, прогнозы макроэкономических показателей. Основная проблема использования таких исходных данных заключается в том, что обработка и сбор официальной статистики является достаточно долгим и трудоемким процессом. В связи с этим данные очень быстро теряют свою актуальность. А для прогнозных моделей информация должна поступать своевременно, быть обстоятельной и достоверной, только в таком случае она представляет практическую значимость.

В последнее время большую популярность обрели сайты и мобильные приложения для поиска работы. Согласно данным аналитического центра НАФИ почти треть населения предпочитает этот способ поиска работы (рисунок 1). Такой выбор связан с тем, что специализированные сайты по поиску работы предоставляют достаточно большой объем актуальной информации о вакансиях, ключевых навыках, заработной плате и т.д.

	2017	2019
Через знакомых	58	54
С помощью специализированных интернет сайтов	29	30
Ищу в компаниях, с которыми ранее сотрудничал на прошлом месте работы	13	13
С помощью специализированных печатных изданий	12	10
С помощью биржи труда	13	9
С помощью кадровых агентств	5	7
Не ищу работу	<1	3
Затрудняюсь ответить	15	18
Другое	2	1

**Сумма ответов превышает 100%, так как респонденты могли выбрать несколько вариантов ответа*

Рис.1 – Данные исследования НАФИ

В связи с этим можно сказать, что сайты для поиска работы являются дополнительным источником информации о состоянии рынка труда, а постоянно растущий объем информации дает большие возможности для исследований.

Интернет как источник данных в последние годы приобретает все большее значение в официальной статистике. Все большее число статистических институтов экспериментируют с использованием новых источников данных для создания статистической информации с более высоким уровнем качества. Технические достижения в обработке и анализе неструктурированных данных, а также различные особенности использования веб-данных и их преимущества были освещены в различных исследовательских работах таких авторов, как А. Gök, А. Waterworth, P.Shapira [1]. R. Hoekstra, O. Bosch, F.Harteveld, [3-4].

Для построения прогнозных моделей рынка труда в качестве преимуществ можно выделить:

- Открытость данных - веб-сайты, которые добровольно публикуют данные для доступа к ним посетителей.

- Обширность наборов данных, поскольку Интернет, безусловно, является источником очень больших данных.
- Своевременность и частота, что означает, что данные могут быть собраны в режиме реального времени.
- Лучшая достоверность данных за счет предотвращения ошибок ручной обработки.

Заключение

Ряд этих фактов заставляет задуматься о разработке прогнозных моделей для рынка труда на основе онлайн-данных. Такая модель, позволит составить среднесрочные прогнозы востребованных квалификаций и выявить значимые цифровые компетенции. Также выявить прогнозную динамику предложений квалификаций на рынке труда, для того чтобы определить возможные квалификационные дефициты.

Литература:

1. Костенко К. А., Захарова О. А. Методы построения прогнозной модели рынка труда // Синергия Наук. – 2019. – №. 31. – С. 690-695.
2. Стрябкова Е. А., Панкратова А. Е. Исследование рынка труда региона и методы прогнозирования его развития // Научный результат. Серия «Экономические исследования». – 2018. – Т. 4. – №. 1.
3. Gök A., Waterworth A., Shapira P. Use of web mining in studying innovation // Scientometrics. – 2015. – № 102(1). – P. 653–671.
4. Hoekstra R., Bosch O., Harteveld F. Automated data collection from web sources for official statistics // First experiences. Journal of the Int. Association for Official Statistics. – 2012. – vol. 28(3-4). – P. 99-111.

РАЗРАБОТКА ТИПОВЫХ МОДУЛЕЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ПРЕЦЕДЕНТНОГО ПОДХОДА

С.В. Ястребова, М.Г. Гриф

**Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, sibiria007@gmail.com**

Статья посвящена выбору инструментов проектирования базы знаний прецедентов для задач оптимизации процессов функционирования человеко-машинных систем. Разработана архитектура модуля для ГЭС ИНТЕЛЛЕКТ-4, включающая модель хранения и генерации альтернатив с использованием прецедентов.

The work is devoted to the choosing of the instrument for developing a knowledge database of cases, which is needed for optimization tasks of functional processes decision support systems. The architecture of the module for the GES INTELLECT-4 was developed for, including a model for storing and generating alternatives using cases.

Разработка технологий проектирования процессов функционирования человеко-машинных систем (ПФ ЧМС) - одно из актуальных направлений в исследовании и автоматизации управления объектами и принятия решений. Стремление повысить адекватность моделей за счет привлечения все большего числа учитываемых факторов и расширение множества альтернатив (МА) создает объективные трудности для выбора оптимального варианта выполнения процесса функционирования ЧМС, поэтому возрастает актуальность подходов к оптимальному проектированию ЧМС, обеспечивающих возможность генерации с использованием прецедентного подхода - быстрого анализа достаточно большого числа альтернатив.

Процесс извлечения прецедентов описан во многих исследовательских работах и имеет стандартный цикл (рисунок 1), который так же включает использование известных методов и алгоритмов: метод ближайшего соседа, метод извлечения прецедентов на основе деревьев решений, метод извлечения на основе знаний, метод извлечения прецедентов с учетом их применимости. Помимо извлечения прецедентов, существует также возможность спроектировать модель обучения, основанную на нейронных сетях для генерации возможных (лучших либо худших) вариантов прецедентов.

Вывод на основе прецедентов (CBR – Case-Based Reasoning) является подходом, позволяющим решить новую, неизвестную задачу, используя или адаптируя решение уже известной задачи, т.е. используя уже накопленный опыт решения подобных задач [2].

Как правило, процесс вывода на основе прецедентов включает четыре основных этапа, образующих так называемый цикл рассуждения на основе прецедентов или CBR-цикл, приведенный на рисунке 1 [2].

Основными этапами CBR-цикла являются:

- извлечение наиболее адекватного (подобного) прецедента (или прецедентов) для сложившейся ситуации из библиотеки прецедентов (БП);
- повторное использование извлеченного прецедента для попытки решения текущей проблемы;
- пересмотр и адаптация в случае необходимости полученного решения в соответствии с текущей проблемой;
- сохранение (запоминание) вновь принятого решения как части нового прецедента.



Рис. 1 - CBR цикл

В настоящее время проводится работа по проектированию базы знаний прецедентов для применения прецедентного подхода при генерации множества альтернатив ПФ ЧМС.

Прецедент в общем случае может включать следующие компоненты [2]:

- описание задачи (проблемной ситуации);
- решение задачи (диагностирование проблемной ситуации и рекомендации ЛПР);
- результат (или прогноз) применения решения. Результат может включать список выполненных действий, дополнительные комментарии и ссылки на другие прецеденты;
- положительный/отрицательный исход применения решения;
- обоснование выбора предложенного решения;
- возможные альтернативы.

Основные способы представления прецедентов можно разделить на следующие группы:

- параметрические;
- объектно-ориентированные;
- специальные (в виде деревьев, графов, логических формул).

Для создания обучающейся модели принято решение воспользоваться инструментом ML.NET [3]. ML.NET позволяет добавлять в приложения .NET возможность машинного обучения в автономном и подключенном режимах.

Прежде чем приступить к работе с ML.NET необходимо подготовить данные, используя фильтрацию, нормализацию и группировку. Данные инструменты позволяют заполнять пробелы в данных, приводить категориальные значения к числовому виду и использовать диапазоны значений.

В ML.NET можно получить прогнозы следующих типов:

- классификация/категоризация;
- регрессия/прогноз непрерывных значений;
- обнаружение аномалий;
- рекомендации.

На данном этапе проектирования базы знаний прецедентов неизвестно, достаточно ли будет приведенных алгоритмов. Альтернативой может послужить Microsoft Cognitive Toolkit – библиотека Deep Learning для работы с нейронными сетями, либо TensorFlow.NET (API TensorFlow).

В большинстве случаев для представления прецедентов достаточно простого параметрического представления, т.е. представления прецедента в виде набора параметров с конкретными значениями и решением (диагнозом и рекомендациями ЛПР):

$CASE = (x_1, \dots, x_n, R)$, где $x_1, \dots, x_n$ – параметры ситуации, описывающей данный прецедент; $x_1 \in X_1, \dots, x_n \in X_n$, n – количество параметров прецедента, $X_1, \dots, X_n$ – области допустимых значений соответствующих параметров, R – диагноз и рекомендации ЛПР. Дополнительно может присутствовать описание результата применения найденного решения и дополнительные комментарии. [5]

Ограничения прецедента:

- условия выполнения – внешняя среда;
- критерии достижения цели – достигнуто/ не достигнуто;
- исполнитель;
- способ выполнения;
- ограничения операций;
- полнота информации.

В процессе проектирования базы знаний прецедентов были рассмотрены инструменты разработки модели обучения, представлена структура взаимосвязи программных модулей в интеграции с ГЭС ИНТЕЛЛЕКТ-4 [4]. Приведено соотношение математического блока с программными модулями и указаны результаты, которые должны быть получены на выходе при работе с системой.

Литература:

1. Гриф М.Г., Гениатулина Е.В. Методы представления знаний в интеллектуальных системах // Сборник научных трудов НГТУ. -2009. - №2(56). - Новосибирск: Изд-во НГТУ. – С.87-92.
2. Гриф М.Г., Цой Е.Б. Автоматизация проектирования процессов функционирования человеко-машинных систем на основе метода последовательной оптимизации. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2005. – 264 с.
3. Вагин В.Н., Еремеев А.П. Некоторые базовые принципы построения интеллектуальных систем поддержки принятия решений реального времени // Известия РАН. Теория и системы управления. 2001. № 6. – С. 114-123.
4. Microsoft Learning Documentation [Электронный ресурс]: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/machine-learning>
5. Губинский А.И. Надежность и качество функционирования эргатических систем. - Л.: Наука, 1982. - 270 с.

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ – ИНФОРМАТИКА, АВТОМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Секция АВТОМАТИКА, ИЗМЕРЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Абросимов Э.А., Коптев Е.С., Модестова Д.А.	Новосибирск	3
Буй Д.Б., Баранов П.Ф.	Томск	7
Выплавень В.С., Бехер С.А., Коломеец А.О.	Новосибирск	12
Глушак А.А., Жуланов В.В.	Новосибирск	14
Горбунова А.Э., Аржевикин И.В., Брагин Д.С.	Томск	18
Горохов О.А., Пильцов М.В.	Ангарск	22
Гринкевич В.А., Сероклинов Г.В.	Краснообск	26
Гришин Е.С., Нестеров К.С.	Калининград	30
Каштанов А.А., Коптев Е.С.	Новосибирск	34
Коваленко Д.В., Гужов В.И.	Новосибирск	36
Козлов Г.И., Лаптев Д.В.	Новосибирск	39
Ларичев Т.В., Бабичев М.М.	Новосибирск	42
Маркитанов Д.В.	Нижнекамensk	46
Мельман А.С., Лазарев Г.С., Шабля Ю.В.	Томск	48
Мельман А.С., Смокотина А.В., Мельман В.С.	Томск	52
Меркулов Л.В., Клоков Д.К., Иванов А.В., Рева И.Л.	Новосибирск	57
Моргунов А.В., Уланов А.А.	Новосибирск	61
Муратов А.Т., Вакулин А.А., Бабичев М.М.	Новосибирск	66
Сайфутдиярова А.Т., Ситдикова И.П.	Альметьевск	69
Стукач О.В., Зорин П.А.	Новосибирск	72
Судьенкова А.В., Трушин В.А.	Новосибирск	76

Суняйкина П.А., Сыренов С.В., Юркевич В.Д.	Новосибирск	80
Чернов Э.Р., Ситдикова И.П.	Альметьевск	83

Секция ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Агапов А.Е., Бобров Л.К.	Новосибирск	86
Болгов А.Е.	Екатеринбург	90
Копылова О.А., Хайретдинов М.С.	Новосибирск	93
Омельяненко Е.А., Рабинович Е.В.	Новосибирск	97
Пажетнов М.Е., Гриф М.Г.	Новосибирск	99
Пешков А.В., Альсова О.К.	Новосибирск	101
Сазонов А.Д., Яковина И.Н.	Новосибирск	104
Симонов В.С., Малякко А.Н.	Новосибирск	108
Стукаленко К.А., Осипов А.Л.	Новосибирск	110
Филипенко Н.Ю.	Кемерово	114
Шалда К.В.	Новосибирск	117

Секция ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

Андреев Е.А., Хабитуев Б.В.	Улан-Удэ	121
Андрюшин А.В., Бухтоярова Е.М., Преображенская Т.В.	Новосибирск	124
Богомолов М.А., Оглоблин И.И., Гриф М.Г.	Новосибирск	128
Ведута В.С., Курчеева Г.И.	Новосибирск	132
Гаврильев Э.И., Муртазина М.Ш.	Новосибирск	136
Грабовская Ю. А., Гриф М.Г.	Новосибирск	140
Елачева К.А., Павлова А.И.	Новосибирск	143
Журкин П. А., Гриф М.Г.	Новосибирск	146
Кислицын И. О., Щеколдин В. Ю.	Новосибирск	150
Кладько А.В., Гриф М.Г.	Новосибирск	154
Лыкова М. П.	Новосибирск	157
Морозов К.С., Васюков В.Н.	Новосибирск	161
Пранкевич Д.А., Разумников С.В.	Юрга	165

Радич В.С., Зайцева Т.С.	Новосибирск	169
Сёмка П.Д., Шерстобоева О.И., Преображенская Т.В.	Новосибирск	171
Скоморохин Д.В.	Дубна	175
Степанова А.Ю., Бакаев М.А.	Новосибирск	179
Сычев В.А., Бакаев М.А.	Новосибирск	181
Чубко Н.Ю., Мезенцев Ю.А.	Новосибирск	185
Шкляева Н.В., Бакаев М.А.	Новосибирск	189
Ястребова С.В., Гриф М.Г.	Новосибирск	192

НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ
Сборник научных трудов в 9 частях

г. Новосибирск, 02-06 декабря 2019 г.

Часть 1

Под ред. Гадюкиной А.В.

Подписано в печать 10.12.2019. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Уч.-изд. л. 11,62. Печ. л. 12,5. Тираж 100 экз. Заказ № 1

Отпечатано в типографии

Новосибирского государственного технического университета
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

