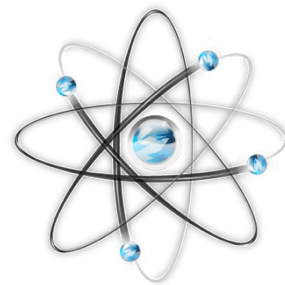


**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ  
ISSN 2303-9868**



Периодический теоретический и научно-практический журнал.  
Выходит 12 раз в год.  
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.  
Главный редактор: Миллер А.В.  
Адрес редакции: 620036, г. Екатеринбург, ул. Лиственная, д. 58.  
Электронная почта: [editors@research-journal.org](mailto:editors@research-journal.org)  
Сайт: [www.research-journal.org](http://www.research-journal.org)

**Meždunarodnyj  
naučno-issledovatel'skij  
žurnal**

**№1 (20) 2014  
Часть 1**

Подписано в печать 08.02.2014.  
Тираж 900 экз.  
Заказ 13115.  
Отпечатано с готового оригинал-макета.  
Отпечатано в типографии ООО «Импекс».  
620075, Екатеринбург, ул. Толмачева, д. 16, офис 12.

Сборник по результатам XXIII заочной научной конференции Research Journal of International Studies.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Полное или частичное воспроизведение или размножение, каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения авторов.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПН № ФС 77 – 51217.**

**Члены редколлегии:**

**Филологические науки:** Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.

**Технические науки:** Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.

**Педагогические науки:** Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.

**Психологические науки:** Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.

**Физико-математические науки:** Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свистунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.

**Географические науки:** Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.

**Биологические науки:** Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.

**Архитектура:** Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.

**Ветеринарные науки:** Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.

**Медицинские науки:** Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.

**Исторические науки:** Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.исп.наук, к.экон.н.

**Культурология:** Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

**Искусствоведение:** Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.

**Философские науки:** Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.

**Юридические науки:** Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.

**Сельскохозяйственные науки:** Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.

**Социологические науки:** Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.

**Химические науки:** Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.

**Науки о Земле:** Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.

**Экономические науки:** Бурда А.Г., д-р экон. наук, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.

**Политические науки:** Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.

**Фармацевтические науки:** Тринеева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

**Екатеринбург - 2014**



## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY</b>	<b>5</b>
SYNTHESIS AND PROPERTIES OF NOVEL N-ARYL-1,2,4-TRIAZOLES	5
КВАНТОВО-МЕХАНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ДРОБНЫХ ЗАРЯДОВ НА АТОМАХ В МОЛЕКУЛАХ ГУАНИДИНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ	7
ФАЗОВАЯ И СТРУКТУРНО-ФАЗОВАЯ РАЗУПОРЯДОЧЕННОСТЬ НА ПОВЕРХНОСТИ NI-SI- ПОКРЫТИЙ НА СТАЛЯХ И НЕКОТОРЫХ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛАХ	8
<b>БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY</b>	<b>10</b>
ВЛИЯНИЕ ЗАПАХОВЫХ ФАКТОРОВ НА РЕПРОДУКТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ У ЛЮДЕЙ	10
ВОЗМОЖНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОГО СБОРА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ В Г. ТОМСКЕ	12
МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ И РЕПРОДУКТИВНЫЙ СТАТУС У СВИНЕЙ, ВЫРАЩЕННЫХ НАЗНАЧЕНИЕМ БИОГЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ С УЧЕТОМ АГРОЛАНДШАФТНОЙ СПЕЦИФИКИ	13
ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДЕТЕРМИНИРУЕМОСТЬ	14
ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА КАК ОСНОВНОЕ СРЕДСТВО ПОДДЕРЖАНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ РАЙОНАХ	16
ТРАНСПЛАНТАЦИЯ КЛЕТОК КОСТНОГО МОЗГА МЫШЕЙ РЫБАМ И РЕЧНЫМ РАКАМ	17
АССОЦИАЦИЯ МУТАЦИИ МИТОХОНДРИАЛЬНОГО ГЕНОМА G12315A С СУММАРНЫМИ ГОМОГЕНАТАМИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ИНТИМЫ АОРТЫ ЧЕЛОВЕКА	18
КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ СПЕЦИАЛЬНУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПОРТСМЕНОВ ФИТНЕС-АЭРОБИКИ РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ	21
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING</b>	<b>24</b>
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КАПИТАЛЬНО ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ	24
ЗАТРАТЫ НА ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ: ЭФФЕКТ. ПРОБЛЕМЫ	25
ВЛИЯНИЕ БОРА НА ПАРАМЕТРЫ КАРБИДНОЙ ФАЗЫ ВЫСОКОХРОМИСТЫХ КОМПЛЕКСНО- ЛЕГИРОВАННЫХ ЧУГУНОВ	26
АЛГОРИТМ СИЛОВОГО АНАЛИЗА ШАРНИРНО-СТЕРЖНЕВЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ПРИВОДНЫМ МЕХАНИЗМОМ	28
СТАТЬЯ ИЗЪЯТА: CFD-МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА ТРУБ УДОБООБТЕКАЕМОЙ ФОРМЫ С НЕПОЛНЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ ОРЕБРЕНИЕМ	30
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ НА РАЗРЫВ ПРИ РЕМОНТЕ ТРУБОПРОВОДОВ РАЗЛИЧНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ	36
ТЕПЛОВАЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБНЫХ РЕШЕТОК В ГРУНТОВОМ МАССИВЕ	37
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ – ОСНОВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТАНОВОК ПО ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА ОТ ТОНКОДИСПЕРНЫХ ЧАСТИЦ	40
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА	43
НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ УДАРНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОМ КОМПОЗИТЕ МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ИК ТЕРМОГРАФИИ	45
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРРОЗИИ В СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ МЕТОДОМ АКТИВНОЙ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ	48
ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫПРАВочно-ПОДБИВОчно- РИХТОВОчных МАШИН ДЛЯ СТРЕЛОчных ПЕРЕВОДОВ ВПРС-02	51
ЛАБОРАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИДА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ НА ОБРАЗЦАХ ПРИЗМАТИЧЕСКОГО ТИПА	53
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РОСТА ШЕРОХОВАТОСТИ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОДОПРОВОДНЫХ ТРУБ В НАЧАЛЕ ПРОЦЕССА ЗАРАСТАНИЯ	55
УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ НАГРЕВА СИНЬЛЬНОЙ КИСЛОТЫ НА ОСНОВЕ SCADA-СИСТЕМЫ TRACE MODE	57
СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В РАМКАХ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА	59
ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ	62
ГРУППИРОВКА ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ИХ РАБОТЫ	64
ДИАЛЕКТИКА ТЕРМИНА	65

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА	67
ОБЛАЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ОРГАНИЗАЦИИ	68
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО И ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ	69
ТЕХНОЛОГИИ ВЕБ 2.0 В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ	70
АДДИТИВНО-МУЛЬТИПЛИКАТИВНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИЙ	72
УЧЕТ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К БЕТОНАМ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	73
ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ДОСТАВКЕ ПЕРСОНАЛА НА НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИЕ ПЛАТФОРМЫ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА	74
ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ НАСЛ ПРИ СЖАТИИ	76
АНАЛИЗ ВЕКТОРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ НА ПРИМЕРЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ	78
О СОКРАЩЕНИИ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА ДАННЫХ НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ МЕТОДОМ ЛЕВЕНБЕРГА-МАРКВАРДА	80
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА КЛАССИФИКАЦИИ РАЗНОГАБАРИТНЫХ КОМПОНЕНТОВ	83
ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИЛОВОЙ ПЕРЕДАЧИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО АГРЕГАТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ	85
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ БАЗЫ ПРАВИЛ В ВИДЕ ИЕРАРХИИ НА ОСНОВЕ ГРУППИРОВКИ ПРАВИЛ	88
СТАТЬЯ ИЗЪЯТА: SCADA-СИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТЕКЛОВАРЕННОЙ ПЕЧЬЮ	91
МЕМБРАННЫЕ ПРОЦЕССЫ РАЗДЕЛЕНИЯ	94
СВЯЗЬ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛОВ С ТЕМПЕРАТУРОЙ ДЕБАЯ	96
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СЕПАРАТОР УМС -1М: ОТ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДО КОНСТРУКЦИИ	98
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СКЛАДА ЗАГОТОВОК ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ	101
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ И ХОЛОДНЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ ЗДАНИЯ	104
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ ТЕРМОУПРУГОСТИ ТОНКОЙ ПЛАСТИНЫ	107
ВОЗМОЖНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ	108
МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВУЗОМ	109
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРИГИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА	111
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРИГИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА	114
ПОПЫТКА ПРИМЕНЕНИЯ «МИКС» ЭНЕРГИИ НА ЖИЛЫХ УЧАСТКАХ БЛИЗ ГОРОДА СЕМЕЙ	117
МОДЕЛЬ КАМЕРЫ	118

Аль-Саеди Раад Муслим Мухабес<sup>1</sup>, Викришук Н.И.<sup>2</sup>, Душенко Г.А.<sup>3</sup>, Попов Л.Д.<sup>4</sup>, Белдовская А.Д.<sup>5</sup>, Михайлов И.Е.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Магистр 2-года обучения, Южный федеральный университет, химический факультет, Ростов-на-Дону, Россия, Высшее образование Ирака, Майсон университет, медицинский факультет, кафедра клинической биохимии, Ирак

<sup>2</sup>Доцент, кандидат химических наук, Южный федеральный университет, химический факультет, Ростов-на-Дону, Россия

<sup>3</sup>Главный научный сотрудник, доктор химических наук, Южный научный центр РАН, отдел химии Ростов-на-Дону, Россия

<sup>4</sup>Ведущий инженер, кандидат химических наук, Южный федеральный университет, химический факультет, Ростов-на-Дону, Россия

<sup>5</sup>Младший научный сотрудник отдела молекулярной биологии Института аридных зон ЮНЦ РАН, Ростов-на-Дону, Россия

<sup>6</sup>Профессор, заведующий отделом химии Южного научного центра РАН, доктор химических наук, Ростов-на-Дону, Россия

### СИНТЕЗ И СВОЙСТВА НОВЫХ N-АРИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛОВ

#### Аннотация

Рециклизацией перхлората 2-метил-4-оксо-1,3-бензоксазиния под действием арилгидразин (p-гидразинобензойной кислоты и p-нитрофенилгидразина) синтезированы ранее неизвестные o-гидроксифенилзамещенные N-арил-1,2,4-триазолы и изучены их реакции метилирования и ацетилирования.

**Ключевые слова:** синтез, 1,2,4-триазол, рециклизация, производные.

Al saedi Raad Muslim Mhaibes<sup>1</sup>, Vikrishchuk N.I.<sup>2</sup>, Dushenko G.A.<sup>3</sup>, Popov L.D.<sup>4</sup>, Beldovskaya A.D.<sup>5</sup>, Mikhailov I.E.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Magistrant of the 2<sup>nd</sup> year education, Southern Federal University, Chemistry Faculty, Rostov-on-Don, Russia, High education of Iraq, Maysan University - Faculty of Medicine, Department of Clinical biochemistry, Iraq

<sup>2</sup>Assistant professor, candidate of chemistry sciences, Southern Federal University, Chemistry Faculty, Rostov-on-Don, Russia

<sup>3</sup>Principal research worker, doctor of chemistry sciences, Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

<sup>4</sup>Leading engineer, candidate of chemistry sciences, Southern Federal University, Chemistry Faculty, Rostov-on-Don, Russia

<sup>5</sup>Junior research worker, Institute of Arid Zones, Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

<sup>6</sup>Professor, doctor of chemistry sciences, Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

### SYNTHESIS AND PROPERTIES OF NOVEL N-ARYL-1,2,4-TRIAZOLES

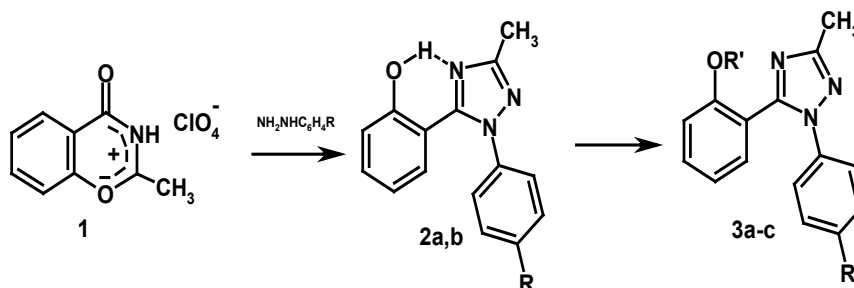
#### Abstract

By recyclization of 2-methyl-4-oxa-1,3-benzoxazinium perchlorate under action of arylhydrazines of p-hydrazinobenzoic acid and p-nitrophenylhydrazine novel o-hydroxyphenyl-substituted N-aryl-1,2,4-triazoles were synthesized. Their reactions of methylation and acylation were studied.

**Keywords:** recyclization of 2-methyl-4-oxa-1,3-benzoxazinium perchlorate, arylhydrazines, methyl and acyl derivatives of 1,2,4-triazoles.

Increasing interest of chemists to derivatives of 1,2,4-triazoles can be explained first of all by high biological activity of this class compounds. Among 1,2,4-triazoles have been found anticonvulsants [1], compounds with antifungous [2], antibacterial [3] and antiviral [4] effects. Besides derivatives of 1,2,4-triazoles reveal other interesting properties, so triphenyltriazoles are described in literature as effective organic luminophors. They are also applied as chemosensors [5]. o-Hydroxyphenyltriazoles containing chelating coordinative =N-(O-phenol) center [6-8] can form stable metal complexes possessing useful properties for practice [9-15].

With aim of widening of range of similar compounds novel 1,2,4-triazoles have been obtained by us according to the following scheme:



R = COOH (2a,3b); NO<sub>2</sub> (2b, 3c, 3d), COOCH<sub>3</sub> (3a)

R' = CH<sub>3</sub> (3a, 3c); Ac (3b, 3d)

Hydroxyphenyl substituted triazoles **2** were synthesized by recyclization of perchlorate **1** under action of arylhydrazines of p-hydrazinobenzoic acid and p-nitrophenylhydrazine in ice acetic acid. Alkylation of triazoles **2** with methyl iodide in the presence of silver oxide under refluxing in chloroform gave methoxy derivatives **3a,c**, at that in the case of triazolbenzoic acid **2a** methylation of phenol hydroxy group were accompanied by reaction of carboxyl group and led to the ester **3a**. Acetates **3b,d** were synthesized by reaction of triazoles **2** with acetic anhydride in the presence of 70% perchloric acid.

Structure of the newly obtained compounds was determined by element analysis, IR and NMR <sup>1</sup>H spectroscopy.

In the IR spectra of compounds **2,3** the stretching vibration bands of C=N and C=C were observed at 1460-1684 cm<sup>-1</sup>, at that for hydroxyphenyl substituted triazoles **2** also the vibration bands of OH groups were found at 3063 and 3083 cm<sup>-1</sup>. In the IR spectra of acetates **3b,d** intensive bands were appeared at 1754 and 1767 cm<sup>-1</sup> (COCH<sub>3</sub>). In the NMR <sup>1</sup>H spectra of **2,3** in CDCl<sub>3</sub> signals of protons of methyl group at triazole cycle are at 2.05-2.48 ppm and signals of aromatic protons – at 6.82-8.29 ppm.

#### EXPERIMENTAL

IR spectra of compound **2,3** were recorded with Varian Excalibur 3100 FT-IR spectrometer in thin layer. <sup>1</sup>H NMR (250.13 MHz) spectra in CDCl<sub>3</sub> were registered with Bruker DPX-250 spectrometer at 22°C. The chloroform signals (δ H 7.27 ppm and δ C 77.00 ppm) were used as internal standard.

2-Methyl-4-oxa-1,3-benzoxazinium perchlorate **1** were synthesized as described in [16].

**4-[5-(2-hydroxyphenyl)-3-methyl-1,2,4-triazol-1-yl]benzoic acid 2a.** Mixture of 3.2 g of perchlorate **1** and 3.15 g of p-hydrazinobenzoic acid in 13 ml of ice acetic acid was refluxed in during 3 min, then was cooled down and left for 10 h. at room temperature. Then 80 ml of water was added. The precipitate was filtered off. Yield 65%, brown crystals, mp 261-263°C (from butan-1-

ol). IR spectrum,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1595, 1630 ( $\text{C}=\text{C}_{\text{ar}}$ ,  $\text{C}=\text{N}$ ), 1698 ( $\text{C}=\text{O}$ ). NMR  $^1\text{H}$  spectrum ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ , ppm: 2.47 s (3H,  $\text{CH}_3$ ), 6.82-7.49 m (6H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ), 8.04 d (2H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ,  $^3J$  7.5 Hz). Calculated, %: C 65.04; H 4.40; N 14.23.  $\text{C}_{16}\text{H}_{13}\text{N}_3\text{O}_3$ . Found, %: C 65.30; H 4.30; N 13.90.

**2-[5-methyl-2-(4-nitrophenyl)-1,2,4-triazol-3-yl]phenol 2b** was obtained analogously to compound **2a**. Yield 58%, brown crystals, mp 170-172°C (from propan-2-ol). IR spectrum,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1514 ( $\text{C}=\text{C}$ ), 1594, 1613 ( $\text{C}=\text{N}$ ), 3083 (OH). NMR  $^1\text{H}$  spectrum ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ , ppm: 2.48 s (3H,  $\text{CH}_3$ ), 6.88-7.64 m (6H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ), 8.29 d (2H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ,  $^3J$  10 Hz), 9.95 s (1H, OH). Calculated, %: C 60.71; H 4.05; N 18.91.  $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{N}_4\text{O}_3$ . Found, %: C 60.10; H 4.00; N 18.30.

**Methyl 4-[5-(2-methoxyphenyl)-3-methyl-1,2,4-triazol-1-yl]benzoate 3a**. Mixture of 0.8 g of triazole **2a**, 0.56 g of silver oxide and 0.4 ml of methyl iodide was refluxed in 10 ml of chloroform for 3 h, then cooled down. The precipitate was filtered off. The obtained filtrate was passed through a column with aluminum oxide (eluent – chloroform). The residue prepared after concentration by evaporation was recrystallized from petroleum ether. Yield 60%, colorless crystals, mp 115-117°C. IR spectrum,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1460, 1518 ( $\text{C}=\text{C}$ ), 1582, 1606, 1649 ( $\text{C}=\text{N}$ ), 1716 ( $\text{C}=\text{O}$ ). NMR  $^1\text{H}$  spectrum ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ , ppm: 2.46 s (3H,  $\text{CH}_3$ ), 3.34 s (3H,  $\text{CH}_3$ ), 3.91 s (3H,  $\text{OCH}_3$ ), 6.91 d (1H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ,  $^3J$  7.5 Hz), 7.12 t (1H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ), 7.35 d (2H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ,  $^3J$  10 Hz), 7.45-7.59 m (2H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ), 7.98 d (2H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ,  $^3J$  10 Hz). Calculated, %: C 66.8; H 5.26; N 13.01.  $\text{C}_{18}\text{H}_{17}\text{N}_3\text{O}_3$ . Found, %: C 66.70; H 5.10; N 12.50.

**4-[5-(2-acetoxyphenyl)-3-methyl-1H-1,2,4-triazol-1-yl]benzoic acid 3b**. To a mixture of 0.5 g of triazole **2a** and 0.67 ml of acetic anhydride 0.04 ml of 70%  $\text{HClO}_4$  was dropped. The mixture was left for 10 h. at room temperature. Then 60 ml of water was added. The precipitate was filtered off. Yield 57%, yellow crystals, mp 190-192°C (from toluene). IR spectrum,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1448, 1474, 1525 ( $\text{C}=\text{C}$ ), 1606, 1647 ( $\text{C}=\text{N}$ ), 1707, 1754 ( $\text{C}=\text{O}$ ). NMR  $^1\text{H}$  spectrum ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ , ppm: 2.05 s (3H,  $\text{CH}_3$ ), 2.52 s (3H,  $\text{CH}_3$ ), 7.20-7.48 m (6H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ), 7.04 d (2H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ,  $^3J$  10 Hz). Calculated, %: C 64.05; H 4.44; N 12.46.  $\text{C}_{18}\text{H}_{15}\text{N}_3\text{O}_4$ . Found, %: C 63.50; H 4.10; N 12.10.

**5-(2-methoxyphenyl)-3-methyl-1-(4-nitrophenyl)-1,2,4-triazole 3c** was obtained analogously to compound **3a**. Yield 60%, yellow crystals, mp 153-155°C (from propan-2-ol). IR spectrum,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1472, 1516 ( $\text{C}=\text{C}$ ), 1596, 1613 ( $\text{C}=\text{N}$ ). NMR  $^1\text{H}$  spectrum ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ , ppm: 2.48 s (3H,  $\text{CH}_3$ ), 3.39 s (3H,  $\text{OCH}_3$ ), 6.96 d (1H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ,  $^3J$  7.5 Hz), 7.14 t (1H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ), 7.50 d (2H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ,  $^3J$  10 Hz), 7.48-7.61 m (4H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ), 8.23 d (2H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ,  $^3J$  7.5 Hz). Calculated, %: C 61.90; H 4.51; N 18.06.  $\text{C}_{16}\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_3$ . Found, %: C 61.10; H 4.11; N 17.80.

**[2-[5-methyl-2-(4-nitrophenyl)-1,2,4-triazol-3-yl]phenyl] acetate 3d** was obtained analogously to compound **3b**. Yield 55%, yellow crystals, mp 140-142°C (from toluene). IR spectrum,  $\nu$ ,  $\text{cm}^{-1}$ : 1477, 1506, 1518 ( $\text{C}=\text{C}$ ), 1595, 1618, 1684 ( $\text{C}=\text{N}$ ), 1767 ( $\text{C}=\text{O}$ ). NMR  $^1\text{H}$  spectrum ( $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$ , ppm: 2.05 s (3H,  $\text{CH}_3$ ), 2.48 s (3H,  $\text{CH}_3$ ), 7.20-7.57 m (6H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ), 8.04 d (2H,  $\text{H}_{\text{arom}}$ ,  $^3J$  10 Hz). Calculated, %: C 60.70; H 4.05; N 18.91.  $\text{C}_{17}\text{H}_{14}\text{N}_4\text{O}_4$ . Found, %: C 60.11; H 3.95; N 18.21.

## References

1. Almasirad A, Tabatabai S, Faizi M, Kebriaeezadeh A, Mehrabi N, Dalvandi A, et al. Synthesis and anticonvulsant activity of new 2-substituted-5-[2-(2-fluorophenoxy)phenyl]-1,3,4-oxadiazoles and 1,2,4-triazoles // *Bioorganic & medicinal chemistry letters*. 2004. Vol. 14(24). P. 6057-6059.
2. Dan Z, Zhang J, Yu S, Hu H, Chai X, Sun Q, et al. Design and synthesis of novel triazole antifungal derivatives based on the active site of fungal lanosterol 14a-demethylase (CYP51) // *Chinese Chemical Letters*. 2009. Vol. 20(8). P. 935-938.
3. Bayrak H, Demirbas A, Demirbas N, Karaoglu S. Synthesis of some new 1,2,4-triazoles starting from isonicotinic acid hydrazide and evaluation of their antimicrobial activities // *European journal of medicinal chemistry*. 2009. Vol. 44(11). P. 4362-4366.
4. Al-Soud Y, Al-Dweri M, Al-Masoudi N. Synthesis, antitumor and antiviral properties of some 1, 2, 4- triazole derivatives // *Il Farmaco*. 2004. Vol. 59(10). P. 775-783.
5. Arduini M, Fellunga F., Mancin F., Rossi P., Tecilla P., Tonellato U., Valentinuzzi N. Aluminium fluorescence detection with a FRET amplified chemosensor // *Chem. Commun*. 2003. N 13. P. 1606-1607.
6. Shasheva E.Yu., Vikrishchuk N.I., Popov L.D., Vikrishchuk A.D., Mikhailov I.E., Lysenko K.A., Kletsii M.E. Reactions of hydroxyphenyl-substituted 1,2,4-triazoles with electrophilic reagents // *Zhurnal Obshchei Khimii*. 2009. Vol. 79. N 10. P. 1739-1748 (Russian Journal of General Chemistry. 2009. Vol. 79. N 10. P. 2234-2243).
7. Shasheva E.Yu., Vikrishchuk N.I., Popov L.D., Minkin V.I., Kletsii M.E., Antipin M.Yu., Vikrishchuk A.D., Mikhailov I.E. Synthesis and properties of substituted [3-(2-hydroxyphenyl)-1H-1,2,4-triazol-1-yl]acetoneitriles // *Zhurnal Organicheskoi Khimii*. 2010. Vol. 46. N 7. P. 1080-1085 (Russian Journal of Organic Chemistry 2010. Vol. 46. N 7. P. 1079-1084).
8. Vikrishchuk A.D., Popov L.D., Vikrishchuk N.I., Morozov P.G., Mikhailov I.E. Synthesis of 1-(benzothiazol-2-yl)-5-(o-hydroxyphenyl)-1H-1,2,4-triazoles // *Zhurnal Obshchei Khimii*. 2013. Vol. 81. N 1. P. 135-137 (Russian Journal of General Chemistry. 2011. Vol. 81. N 1. P. 132-134).
9. Ryabukhin Yu.I., Shibaeva N.V., Kuzharov A.S., Korobkova V.G., Khokhlov A.V. Garnovskii A.D. Synthesis and investigation of complex compounds of transition metals with di-(o-oxyphenyl)-1,2,4-oxadiazole and 1,2,4-triazoles // *Koordinatsionnaya Khimiya*. 1987. Vol 13. P. 869-874 (Sov. J. Coord. Chem. (Engl. Trans.). 1987. Vol. 13. P. 493-499)
10. Antsyshkina A.S., Porai-Koshits M.A., Garnovskii D.A., Faleeva L.N., Ryabukhin Yu.I., Garnovskii A.D. Synthesis and crystal structure of solvate of zinc (II) {2-[5-(1,3-diphenyl-1,2,4-triazolyl)]phenolate} with methanol // *Koordinatsionnaya Khimiya*. 1990. Vol 16. H. 1628-1632 (Sov. J. Coord. Chem. (Engl. Trans.). 1990. Vol. 16. P. 876-880)
11. Hage R., Haasnoot J.G., Wang R., Ryan E.M., Vos J.G., Spec A.L., Duisenberg J.M. Synthesis, Spectroscopic and Electrochemical Properties and X-ray Studies of Bis(2,2-bipyridil)(3-(2-hydroxy-phenyl)-5-(pyridine-2-yl)-1,2,4-triazole)-ruthenium(II)hexafluorophosphate // *Inorg. Chim. Acta*. 1990. Vol. 174. P. 77-85.
12. Steinhäuser S., Heinz U., Bartholoma M., Weyhermüller T., Nick H., Hegetschweiler K. Complex Formation of ICL670 and Related Ligands with  $\text{Fe}^{\text{III}}$  and  $\text{Fe}^{\text{II}}$  // *Eur. J. Inorg. Chem*. 2004. N 22. P. 4177-4191.
13. Keyes T.E., Evrard B., Vos. J.G., Johannes G., Brady C., McGarvey J.J., Jayaweera P. Electronic and photophysical properties of novel phenol bound dinuclear ruthenium complex: evidence for a luminescent mixed valence state // *Dalton Trans*. 2004. Vol. 15. P. 2341-2346.
14. Dushenko G.A., Vikrishchuk A.D., Mikhailov I.E., Vikrishchuk N.I. Quantum chemical investigation of structure and conformational non-rigidity of 5-(2'-hydroxyphenyl)-3-methyl-1-benzthiazolyl-1,2,4-triazole // *Vestn. Yuzhn. Nauch. Tsentra*. 2013. Vol. 9. No. 1. P. 37-41.
15. Beldovskaya A.D., Dushenko G.A., Vikrishchuk N.I., Popov L.D., Revinskii Yu.V., Mikhailov I.E. Synthesis, structure, and spectral luminescent properties of novel 1,2,4-triazole derivatives containing benzthiazole group // *Zhurnal Obshchei Khimii*. 2013. Vol. 83. N 11. P. 1882–1891 (Russian Journal of General Chemistry. 2013. Vol. 83. N 11. P. 2075–2083).
16. Ryabukhin Yu.I., Mezheritskii V.V., Dorofeenko G.N. Method of preparation of 4H-1,3-benzoxazin-4-onium salts // *Zhurnal Obshchei Khimii*. 1974. Vol. 44. N 12. P. 2792-2793.

**Acknowledgements-** Al saedi Raad Muslim Mhaibes is grateful to the High education of Iraq for sending him to study in Russia.

# КВАНТОВО-МЕХАНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ДРОБНЫХ ЗАРЯДОВ НА АТОМАХ В МОЛЕКУЛАХ ГУАНИДИНА И ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ

## Аннотация

В данной работе произведен квантово-механический расчет дробных зарядов на атомах в молекулах и ионах гуанидина и его аналогов. Показано, что различные заместители не оказывают существенного влияния на распределение дробного заряда на атомах азота.

**Ключевые слова:** заряд, дробный заряд, квантово-механические расчеты.

Balybin D. V.<sup>1</sup>, Popova E. D.<sup>2</sup>, Kalinushkina E. Y.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Candidate of chemical sciences, assistant professor of analytical and inorganic chemistry department, Tambov State University named after G.R. Derzhavin

<sup>2</sup> Student of speciality «Chemistry» in Tambov State University named after G.R. Derzhavin

<sup>3</sup> Graduate 1st year, Department of Analytical and Inorganic Chemistry, Tambov State University named after G.R. Derzhavin.

# QUANTUM-MECHANICAL CALCULATION OF FRACTIONAL CHARGES ON THE ATOMS IN THE MOLECULES OF GUANIDINE AND ITS DERIVATIVES

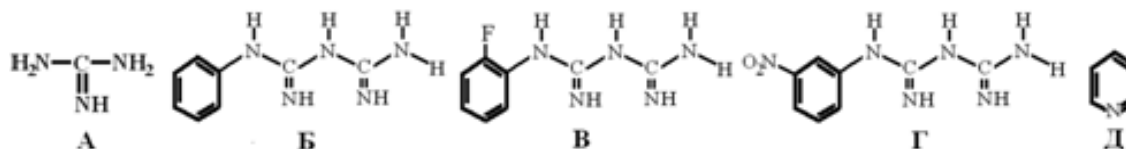
## Abstract

In this work produced a quantum mechanical calculation of fractional charges on the atoms in the molecules and ions of the guanidine and its analogues. It is shown that various substituents do not have a significant effect on the distribution of fractional charge on the nitrogen atoms.

**Keywords:** charge, fractional charge, quantum-mechanical calculations.

Высокая основность азотсодержащих соединений обуславливает существенное повышение pH (водные растворы) или кислотности (неводные среды) систем, в которых протекают многочисленные химические или электрохимические процессы. Если константы кислотности или основности достаточно большого количества соединений (например, аминов [1]) в водных средах известны [2], то подобные величины для неводных растворов, как правило, не оценивались.

В ряде работ [3-6, 8] было проведено исследование органических однокислотных оснований различной силы на кинетику реакции выделения водорода на железе. В качестве рассматриваемых веществ были выбраны для расчёта молекулы следующих соединений:



где А – гуанидин, Б – фенилгуанидин (ФБГ), В – орто-фторфенилгуанидин (о-ФФБГ), Г – мета-нитрофенилгуанидин (м-НФБГ), Д – пиридин.

Электронную структуру молекулы гуанидина, ФБГ, о-ФФБГ, м-НФБГ и соответствующих катионов рассчитывали, используя полуэмпирические методы расчета. В них уравнение Шрёдингера решается для молекул с использованием определенных приближений и упрощений. На рис. 1 представлена диаграмма распределения зарядов в молекуле гуанидина и катионе гуанидиния.

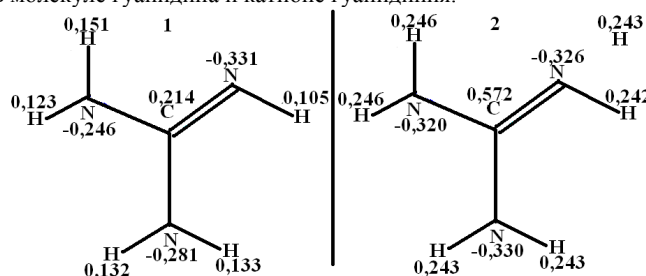


Рис. 1. Распределение электронной плотности в молекуле гуанидина (1) и катионе гуанидиния (2).

На рис. 2 представлен аналогичный расчёт молекулы орто-фторфенилгуанидина.

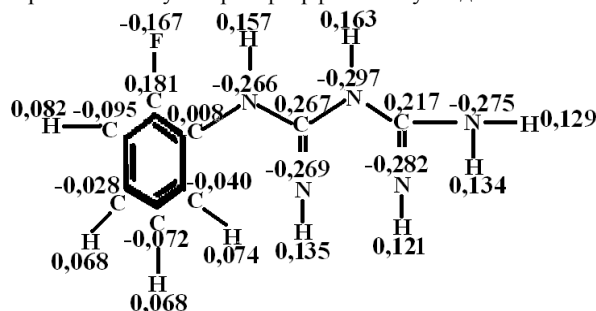


Рис. 2. Распределение электронной плотности в молекуле орто-фторфенилгуанидина.

Для сравнительной оценки дробных электрических зарядов на атомах рассматриваемых структур был произведён квантово-механический расчёт значений соответствующих величин для молекулы пиридина (рис. 3 Б). Численные значения зарядов на атомах азота в ФБГ, о-ФФБГ и м-НФБГ практически не различаются [8], во всяком случае, различия эти не проявляются в кислотно-основных свойствах рассматриваемых производных гуанидина.

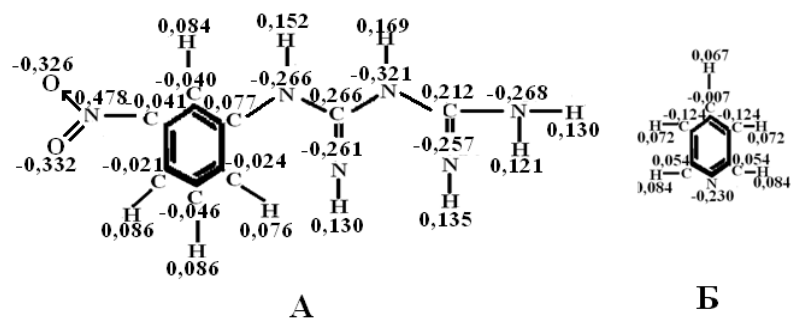


Рис. 3. Распределение электронной плотности в молекулах мета-нитрофенилбигуанидина (А) и пиридина (Б).

Резюмируя результаты квантово – механического расчёта, можно сказать, что вопреки ожиданиям, заряды на атомах азота, орто-фторфенилбигуанидина (рис. 2) и мета-нитрофенилбигуанидина (рис. 3 А) несколько меньше, чем в молекуле гуанидина. Таким образом, имеет место предположение о том, что ФБГ, о-ФБГ, м-НФБГ существенно не различаются по основности, которая несколько ниже, чем у гуанидина, но значительно выше, чем у пиридина [2], то есть имеет место неравенство

$$pK_a^{NH_2(NH_2)2^+} > (pK_a^{ФБГ^{H^+}} \approx pK_a^{o-ФБГ^{H^+}} \approx pK_a^{m-НФБГ^{H^+}}) > pK_a^{C_5H_5NH^+}$$

и  $(11,0 - 13,6) > pK_{a,i} > 4,2$  [2].

В силу этого предыдущее неравенство можно заменить следующим

$$pK_a^{ФБГ^{H^+}} \approx pK_a^{o-ФБГ^{H^+}} \approx pK_a^{m-НФБГ^{H^+}} \approx 11...13,6,$$

то есть протонирование гуанидина, ФБГ, о-ФБГ и м-НФБГ практически идентично.

#### Литература

1. Измайлов Н.А., 1964. Электрохимия растворов. // М.: Химия. 488 с.
2. Альберт А., Сергент А.Е., 1964. Константы ионизации кислот и оснований. // М.: Химия. 179 с.
3. Цыганкова Л.Е., Протасов А.С., Балыбин Д.В., Макольская Н.А., 2009. Определение истинных констант реакции выделения водорода и его твердофазной диффузии в условиях адсорбции ингибитора. // Коррозия: материалы, защита. № 10. С. 34 – 38.
4. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е., Балыбин Д.В., 2011. Кинетика реакции выделения водорода на железе и его диффузия через мембрану из этиленгликолевых растворов. // Физикохимия поверхности и защита материалов. Т 47. № 5.С. 103 – 108.
5. Vigdorovich V.I., Tsygankova L.E., Balybin D.V., 2011. Influence of guanidine on kinetics of hydrogen evolution reaction on iron and its diffusion through steel membrane in acidic chloride media // Journal of Electroanalytical Chemistry. V. 653. №1. P. 1 – 6.
6. Вигдорович В.И., Агладзе Т.Р., 1975. Сольватационные эффекты в бинарных смесях органический растворитель – вода и кинетика электродных процессов // Электрохимия. Т. 11. № 1. С. 85 – 90.
7. Дамаскин Б.Б., 1985. Электродные процессы в растворах органических соединений // М.: Изд-во МГУ.
8. Балыбин Д.В., 2011. Влияние гуанидина и фенилбигуанидина на кинетику реакции выделения водорода на железе и его диффузию через стальную мембрану в этиленгликолевых растворах HCl // Дисс...канд. хим. наук. Тамбов. 197 с.

Иванов В.В.<sup>1</sup>, Попов С.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кандидат химических наук, доцент; <sup>2</sup>студент, Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова

#### ФАЗОВАЯ И СТРУКТУРНО-ФАЗОВАЯ РАЗУПОРЯДОЧЕННОСТЬ НА ПОВЕРХНОСТИ NI-SI-ПОКРЫТИЙ НА СТАЛЯХ И НЕКОТОРЫХ ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛАХ

*Аннотация*

Проанализирована возможное состояние фазовой и структурно-фазовой разупорядоченности в поверхностных слоях композиционных Ni-Si-покрытий на сталях.

**Ключевые слова:** разупорядоченное состояние, Ni-Si-покрытия.

Ivanov V.V., Popov S.V.

<sup>1</sup>PhD in Chemistry, associate professor; <sup>2</sup>student, South-Russian state Polytechnic University (NPI) by name of M.I. Platov

#### PHASE AND STRUCTURAL PHASE DISORDERING ON SURFACE OF THE Ni-Si-COATS UPON STEELS AND SOME REFRACTORY METALS

*Abstract*

The possible phase and structural phase disordering states on surface of the Ni-Si-coats upon steels and some refractory metals were analysed.

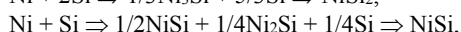
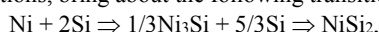
**Keywords:** disordering state, Ni-Si-coats.

The compositions Me-Si (where Me is denotes a metals of iron group) as a wear and corrosion firmness coats upon iron, steels or refractory metals were investigated [1,2]. It is possible the best properties of the firm coats are conditioned by specific self-creation and accommodation processes, which follows on the coat's surface. An analysis of the coexistence's possibility of the phase and structural phase disordering on the Ni-Si-coats surface is the main task of this paper.

In Ni and Ni<sub>3</sub>Si structures the atoms are formed the cubic close packing [3]. All tetrahedral positions in cubic close packing from Ni-atoms of the structure NiSi<sub>2</sub> are occupied by silicon atoms [3,4]. The structure Ni<sub>2</sub>Si presents itself the hexagonal close packing from Ni-atoms, in which half octahedral positions are occupied by silicon atom [4]. Monoclinic structure of the NiSi can be presented as a distorted variant of the hexagonal structure Ni<sub>2</sub>Si, in which is absent the half an Ni-atoms [3,4].

At mechanical influence on the surface material, being accompanied the point deformations and the increasing of the temperature before 1200°C, in surface layers of the Ni-Si-coat can simultaneously proceed the following processes:

1) the formation of other possible Si-containing compounds with more high contents silicon and to account mechanic-chemical reactions, bring about the following transitions:



as a result of realized phase disordering state;

2) the formation of possible set pseudo-phase for each silicon-containing phase, характеризующихся structured vicinity to the initial phase and developed network inter-phase borders; is it herewith realized structural phase disordering condition (table 1).



Table 1 - structural description of some phases in system Ni-Si and its possible modifications

Compo-sition	Space group (z)	Lattice complexes and its characteristics	Symmetry of structures with analogic or similar lattice complexes
Ni <sub>3</sub> Si	Pm3m (1)	Ni: J-3(c) 4/mmm Si: P-1(a) m3m	P432, P 43m, Pm3, R 3m, P4mm 4/mmm, P 42m, P422, P4/m, P 4, Pmmm, Pmm2, P222, P2/m, Pm
θ-Ni <sub>2</sub> Si	P6 <sub>3</sub> /mmc (2)	Ni: P <sub>c</sub> -2(a) 3m, E-2(d) 6m2 Si: E-2(c) 6m2	P 62c, P6 <sub>3</sub> mc, P6 <sub>3</sub> 22, P6 <sub>3</sub> /m, P6 <sub>3</sub> , P 31c, P31c
NiSi	Pnma (4)	Ni: B <sub>6</sub> A <sub>6</sub> FI <sub>6</sub> 1xz- 4(c)m Si: B <sub>6</sub> A <sub>6</sub> FI <sub>6</sub> 1xz- 4(c)m	P2 <sub>1</sub> 2 <sub>1</sub> 2 <sub>1</sub> , Pmc2 <sub>1</sub> , Pna2 <sub>1</sub> , Pmn2 <sub>1</sub> , P2 <sub>1</sub> /b
α-NiSi <sub>2</sub>	Fm3m (4)	Ni: F-4(a) m3m Si: P <sub>2</sub> -8(c) 43m	F432, Fm3, R 3m, I4/mmm, I4mm, I 42m, I422, I4/m, I 4, Fmmm, Immm, Fmm2, Imm2, F222, I222, B2/b

Notes: z – quantity of the formula unite of substance in unite cell volume.

Necessary to note that when turning from nickel to silicon-containing compounds the relative "loosing" of their structures begins with composition NiSi [3]. However, formally possible concentration change into surface layer and formation, in particular, the structure NiSi<sub>2</sub>, brings about more high importance micro-hardness and thermal stability to surface of the protectable material [2].

Thus, the considered possibility of the phase and structural phase disordering into surface layer nickel-silicon coats on steels, probably, can be a realization of the self-creation process and the effect to adaptability materials, which work in greatly unequilibrium states and function their own characteristic on necessary level of the manifestation. Let us notes, by analogy to this presentation about phase and structural phase disordering states [5,6] the modeling of inorganic substances with necessary properties, in particular, ionic conductivity [7-16], electrochemical activity [17-27] and anti-frictional properties [28-33] were realized.

### References

- Гладышевский Е.И. Кристаллохимия силицидов и германидов. М.: Металлургия, 1971. – 296с.
- Самсонов Г.В., Виноцкий И.М. Тугоплавкий соединения. М.: Металлургия, 1978. 560с.
- Матюшенко Н.Н., Кристаллические структуры бинарных соединений М.: Металлургия, 1969. 304с.
- Крипьякевич П.И. Структурные типы интерметаллических соединений. М.: Наука, 1977. 290с.
- Иванов В.В. Комбинаторное моделирование вероятных структур неорганических веществ. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2003. 204с.
- Иванов В.В. Концепция фазово-разупорядоченного состояния поверхности антифрикционных и износостойких покрытий на сталях // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2005. № S1. С.128-130.
- Иванов В.В. Прогнозирование неорганических суперионных проводников с проводимостью по катиону одновалентной меди. // Дисс.... канд. хим. наук. Свердловск, 1986. 135с.
- Иванов В.В., Коломеец А.М. Прогнозирование состава твердых электролитов на основе галогенидов меди // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. 1987. Т.23, №3. С.501-505.
- Иванов В.В., Коломеец А.М., Выборнов В.Ф., Швецов В.С. Суперионный проводник RbCu<sub>4</sub>Br<sub>3</sub>I<sub>2</sub> и твердые растворы на его основе // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. 1988. Т.24, №2. С.299-302.
- Иванов В.В., Коломеец А.М., Швецов В.С. Суперионные проводники KCu<sub>4</sub>Br<sub>3+x</sub>I<sub>2-x</sub> // Электрохимия. 1990. Т.26, №2. С.183-185.
- Иванов В.В., Швецов В.С. Проводники NH<sub>4</sub>Cu<sub>4</sub>Br<sub>3+x</sub>I<sub>2-x</sub> с быстрым переносом ионов меди // Изв. АН СССР. Неорган. материалы, 1990. Т.26, №8. С.1734-1736.
- Иванов В.В. Суперионный проводник CuRb<sub>0.5</sub>K<sub>0.5</sub>Br<sub>3</sub>I<sub>2</sub> // Неорган. материалы. 1992. Т.28, №1. С.220-221.
- Иванов В.В. Кристаллохимический анализ неорганических веществ по геометрическим  $\square\square$ критериям как полуэмпирический метод прогнозирования катионных проводников // Неорган. материалы. 1992. Т.28, №3. С.665-667.
- Иванов В.В. Анализ возможностей использования изоморфизма для получения неорганических катионных проводников // Неорган. материалы, 1992. Т.28, №1. С.344-349.
- Иванов В.В., Скалзубов Д.М. Анализ возможности существования литийсодержащих соединений, изоструктурных Cu<sub>3</sub>VS<sub>4</sub> // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. 1989. Т.25, №7. С.1205-1206.
- Иванов В.В., Скалзубов Д.М. Прогноз неорганических катионных проводников A<sub>a</sub>B<sub>8-a</sub>X<sub>4</sub> (a=2, 5, 6) и A<sub>7</sub>B<sub>4</sub>X<sub>4</sub> по геометрическим критериям для AZBX<sub>4</sub> // Неорган. материалы. 1992. Т.28, №2. С.369-375.
- Езикаян В.И., Ерейская Г.П., Иванов В.В. и др. Изучение твердофазной реакции взаимодействия диоксида марганца с гидроксидом лития // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. 1989. Т.25, №5. С.795-798.
- Ходарев О.Н., Филимонов Б.П., Ерейская Г.П., Иванов В.В. Исследование обратимости  $\square$ MnO<sub>2</sub> электродов в апротонных электролитах // Электрохимия. 1991. Т.27, №8. С.1046-1049.
- Иванов В.В., Ерейская Г.П., Езикаян В.И. и др. Электрохимическое и рентгенографическое исследование литиймарганцевой шпинели в литиевых химических источниках тока с апротонным электролитом // Электрохимия. 1992. Т.28, №3. С.468-471.
- Иванов В.В. Моделирование гомологических рядов соединений, включающих фрагменты структуры шпинели // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 1996. N1. С.67-73.
- Иванов В.В., Ерейская Г.П., Люцдарский В.А. Прогноз одномерных гомологических рядов оксидов металлов с октаэдрическими структурами // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. 1990. Т.26, №4. С.781-784.
- Иванов В.В., Ерейская Г.П. Структурно-комбинаторный анализ одномерных гомологических рядов оксидов переходных металлов с октаэдрическими структурами // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. 1991. Т.27, №12. С.2690-2691.
- Bublikov E.I., Kulnich V.I., Ivanov V.V., Shcherbakova E.E. An X-Ray Diffraction Method for Determining the Amorphous Component of Electrolytic Precipitates // Industrial Laboratory, 1999. Т.65, №11. С.713-715.
- Иванов В.В., Щербаков И.Н., Иванов А.В. Моделирование одноступенчатых р-слоиных структур упорядоченных и разупорядоченных фаз внедрения щелочных металлов в графит // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. 2010. № 2. С.91-98.
- Беспалова Ж.И., Иванов В.В., Смирницкая И.В., и др. Исследование возможной фазовой разупорядоченности в металлооксидном активном покрытии титанового анода // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2008. № S1. С. 52-56.
- Bespalova Zh.I., Ivanov V.V., Smirnitskaya I.V., et al. Fabricatijn of a titanium anode with an active coating based on mixed oxides of base metals // Russian Journal of Applied Chemistry. 2010. Т.83. N.2. С.242-246.
- Ivanov V.V., Bespalova Zh.I., Smirnitskaya I.V., et al. Study of the composition of titanium anode with electrocatalytic coat based on cobalt, manganese, and nickel oxides // Russian Journal of Applied Chemistry. 2010. Т.83. N.5. С.831-834.
- Ivanov V.V., Balakai V.I., Ivanov A.V., Arzumanova A.V. Synergism in composite electrolytic nickel-boron-fluoroplastic coatings // Rus. J. Appl. Chem., 2006. Т.79. №4. С.610-613.

29. Ivanov V.V., Balakai V.I., Kurnakova N.Yu. et al. Synergetic effect in nickel-teflon composite electrolytic coatings // Rus. J. Appl. Chem., 2008. T.81. № 12. С.2169-2171.
30. Balakai V.I., Ivanov V.V., Balakai I.V., Arzumanova A.V. Analysis of the phase disorder in electroplated nickel-boron coatings // Rus. J. Appl. Chem., 2009. T.82. №5. С.851-856.
31. Иванов В.В., Ульянов А.К., Шабельская Н.П. Ферриты-хромиты переходных элементов: синтез, структура, свойства. М.: Издательский дом Академия Естествознания, 2013. 94с.
32. Иванов В.В., Щербаков И.Н. Моделирование композиционных никель-фосфорных покрытий с антифрикционными свойствами. Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2008. 112с.
33. Щербаков И.Н., Иванов В.В., Логинов В.Т. и др. Химическое наноконструирование композиционных материалов и покрытий с антифрикционными свойствами. Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки», 2011. 132с.

## **БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY**

**Зубрикова К.Ю.<sup>1</sup>, Цепоккина А.В.<sup>2</sup>, Разоренова Ю.Ю.<sup>3</sup>, Могилина А.А.<sup>4</sup>, Литвинова Н.А.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> аспирант; <sup>2</sup> магистрант; <sup>3</sup> аспирант; <sup>4</sup> аспирант; <sup>5</sup> доктор биологических наук, профессор, Кемеровский государственный университет

### **ВЛИЯНИЕ ЗАПАХОВЫХ ФАКТОРОВ НА РЕПРОДУКТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ У ЛЮДЕЙ**

*Аннотация*

*В настоящей работе представлены данные субъективного восприятия юношами естественных запахов девушек и запахов, «замаскированных» парфюмерией. Доноры и реципиенты были протипированы по HLA-DRB1. Результаты исследования показали, что дополнительные одоранты повысили привлекательность запаха, но при этом возникал риск объединения в репродуктивные пары молодых людей, имеющих аллели, ассоциированные с развитием иммунопатологии.*

**Ключевые слова:** хемокоммуникация, репродуктивное поведение, HLA-DRB1, дисассортативность, парфюмерия.

**Zubrikova K.Y.<sup>1</sup>, Tsepokina A.V.<sup>2</sup>, Razorenova J.Y.<sup>3</sup>, Mogilina A.A.<sup>4</sup>, Litvinova N.A.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Postgraduate student; <sup>2</sup> Candidate for a master's degree; <sup>3</sup> Postgraduate student; <sup>4</sup> Postgraduate student; <sup>5</sup> Doctor of Biological Sciences, Professor, Kemerovo State University

### **EFFECT OF OLFACTORY FACTORS ON REPRODUCTIVE BEHAVIOR IN HUMANS**

*Abstract*

*This paper presents the data of subjective perception of boys natural odor smell of girls, "masked" perfume. Donors and recipients were typed with at HLA-DRB1. The results showed that the additional odorants increased the attractiveness of smell, but there was a risk of association in reproductive pairs of young people having alleles associated with the development of immunopathology.*

**Keywords:** chemocommunication, reproductive behavior, HLA-DRB1, disassortativity, perfumes.

В настоящее время многие ученые считают, что такое событие, как супружеский выбор и само зачатие носят не случайный характер и тем самым предопределяет особенности онтогенеза [2]. Для этого явления показан феномен отбора в главном комплексе гистосовместимости (МНС) [8]. Суть этого отбора сводится к исключению инцеста и увеличению гетерозиготности популяции [1]. Ведущая роль МНС в иммунном ответе, имеет вторичное эволюционное значение [9]. Первично, эти молекулы участвовали в процессах хемокоммуникации среди живых систем. Гипотеза о возможной роли МНС в формировании индивидуального запаха особой подтверждена многочисленными экспериментами [7]. Посредством запаховых сигналов человек способен различать не только генотип, но также и физиологическое состояние донора запаха [5]. Однако, в связи с возрастающими объемами парфюмерной продукции, представленной на мировом рынке, хемокоммуникация людей столкнулась с проблемой искажения естественных запахов. Применение искусственных отдушек может провоцировать ошибочное прочтение ольфакторной информации и выбор «неподходящего» партнера для реализации репродуктивных функций.

В связи с этим, целью данного исследования стало изучение влияния дополнительных одорантов на HLA-DRB1-ассоциированный выбор.

#### **Материалы и методика исследования**

Участниками данного исследования были студенты университета в возрасте 17-23 лет. Все исследуемые принимали участие добровольно. Данная группа людей относится к категории условно здоровых людей. В качестве доноров запаховых образцов выступали девушки (n=15), а реципиентов – юноши (n=65). В момент исследования девушки находились в разных фазах менструального цикла: рецептивной и нерецептивной. Соотношение гетерозиготности и гомозиготности по гену HLA-DRB1 в данной группе людей представлено следующим образом: среди юношей 80% гетерозиготны и 20% гомозиготны, а среди девушек 70% и 30% соответственно. Наличие общих аллелей между донорами и реципиентами запаха не оказало влияния на субъективные ольфакторные оценки юношей.

**Сбор образцов пота.** Каждой девушке соответствовали три различных образца запаха подмышечного пота. Это ее интактный (индивидуальный) запах, запаха пота, после нанесения на тело классической парфюмерии и запах пота, после нанесения на тело духов, содержащих феромон. В качестве классической косметической парфюмерии использовали духи J'Adore L'Absolu Christian Dior, а парфюмерии, содержащей феромон, – духи «Sexy line» №10 J'Adore, ООО «Флора Лик». Образцы пота собирали из подмышечной впадины на фильтровальные диски с 19 до 21 часов местного времени в течение 60 минут. Фильтровальные диски площадью около 15 см<sup>2</sup> были пришиты на чистые белые хлопчатобумажные футболки (T-short) в области подмышечных впадин. После сбора запаха фильтровальные диски помещались исследователями в чистые сухие стеклянные флаконы (20 мл), которые хранили в холодильнике при минус 20°C [6].

**Субъективная оценка образцов запаха.** За 3 дня до проведения ольфакторного тестирования исследователи и реципиенты не пользовались парфюмерией, дезодорантами и ароматизированными гелями для душа. Пробы с образцами пота, извлеченные из холодильника, доводили до комнатной температуры (22-24°C). Вскрытие флакона осуществлял сам реципиент, который подносил открытый флакон к носу на расстояние около 1 см. Все манипуляции с образцами запаха реципиенты производили в одноразовых полиэтиленовых перчатках (фирмы Grifon). При тестировании запаха, исходящего из флакона, реципиент оценивал силу запаха по 5-ти бальной шкале (от слабого = 1 до очень сильного = 5) и привлекательность запаха по 10-ти бальной шкале (от очень неприятного = - 5 до очень приятного = 5). Время тестирования одной пробы занимало не более 15 секунд. Образцы подавались в случайном порядке. Данные по пробам, запах которых не воспринимался реципиентом, были исключены из последующего анализа [3].

**HLA-генотипирование.** Для иммуногенетического анализа использовали клетки буккального эпителия, так как данный метод является неинвазивным. Буккальный эпителий собирали в эппендорфы с внутренней поверхности щеки в одноразовых медицинских перчатках. Перед забором материала обследуемого просили сполоснуть рот питьевой водой. Эппендорфы с буккальным эпителием хранили при -20 °С. Геномную ДНК выделяли методом фенол-хлороформной экстракции. Для типирования гена HLA-DRB1 использовали коммерческую тест-систему HLA-ДНК-ТЕХ (фирма «НПФ ДНК-технология», Россия).

## Результаты исследования и их обсуждение

При проведении анализа ольфакторных предпочтений по аллелям HLA-DRB1 с целью выявления общих и частных закономерностей субъективного восприятия юношами запахов девушек без применения парфюмерных отдушек и с использованием духов и духов с феромонами в зависимости от набора аллелей HLA-DRB1, было проведено попарное сравнение субъективных оценок привлекательности с ожидаемыми значениями.

В таблице 1 представлены сравнительные характеристики сочетаний мужского и женского HLA-DRB1, полученных при ольфакторном тестировании юношами запаховых образцов девушек, прикрытых духами и духами, содержащими феромоны, по отношению к интактным запахам в рецептивную и нерецептивную фазы менструального цикла.

Таблица 1. Сочетания мужских и женских DRB1 аллелей при тестировании юношами запаховых образцов девушек, собранных в различных состояниях

Интактные запахи				Интактные запахи прикрытые духами				Интактные запахи прикрытые духами с феромонами			
Рецептивная фаза											
+		-		+		-		+		-	
м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
		1	16	15	15	1	7	15	15	1	12
		13	13			7	15	4	15	1	15
		13	16			15	7			14	12
						16	7			14	15
										17	7
Нерецептивная фаза											
12	1	15	4	1	7	4	7	4	12	8	17
				1	8	4	8	15	7	12	17
				1	12	4	11	15	8	14	11
				1	15	4	12	15	12	14	12
				4	15	4	13			14	13
				7	15	7	12				
				11	15	8	12				
				13	15	13	12				
				14	7	16	12				
				14	15						
				14	13						
				15	7						
				17	7						

Обозначения: «+» и «-» – положительная и отрицательная ассортативность соответственно, «м» – аллель HLA-DRB1 юноши, «ж» – аллель HLA-DRB1 девушки.

Из проведенного анализа следует, что юноши кардинально меняли свои предпочтения, тестируя женский замаскированный запах. При ольфакторном тестировании юношами естественных запахов девушек были выявлены стойкие комбинации мужских и женских HLA-DRB1 аллелей: при положительном выборе – HLA-DRB1\*12 с HLA-DRB1\*01 для девушек, находившихся в нерецептивной фазе, при отрицательном выборе – HLA-DRB1\*15 с HLA-DRB1\*04. В случае оценивания юношами запаховых образцов «рецептивных» девушек стойкие сочетания выявлены только для отрицательного выбора: HLA-DRB1\*01 с HLA-DRB1\*16, HLA-DRB1\*13 с HLA-DRB1\*13, а также HLA-DRB1\*13 с HLA-DRB1\*16.

При ольфакторном тестировании юношами девушек в рецептивную фазу не было установлено ни одной достоверно значимой комбинации HLA-DRB1, ассоциированной с положительными ольфакторными оценками, а при применении девушками духов или духов с феромонами обнаружили достоверные комбинации HLA-DRB1. Причем в обоих случаях, появилась комбинация способствующая появлению гомозиготности в последующих поколениях по HLA-DRB1\*15. Данный аллель оказывает влияние на вынашивание беременности. В частности, в работе М.В. Болдыревой показано, что гомозиготность по гену HLA-DRB1 является неблагоприятным фактором для репродуктивного успеха [4]. Из этого следует, что объединение в репродуктивные пары юношей HLA-DRB1\*15 с девушками HLA-DRB1\*15 биологически нецелесообразно.

Таким образом, можно утверждать, что в рецептивную фазу использование девушками парфюмерии, особенно с феромонами, является неоправданным. Оценивая комбинации HLA-DRB1 полученные при положительных ольфакторных оценках запаха девушек с духами без феромонов, можно отметить преобладание мужского аллеля HLA-DRB1\*01; а при отрицательных оценках в той же ситуации – мужского HLA-DRB1\*04. Аллель HLA-DRB1\*01 является главным для европеоидных популяций поэтому данный выбор не является патологическим. Однако, аллель HLA-DRB1\*04 связан с развитием иммунопатологических заболеваний (ревматоидный артрит, системная красная волчанка, инсулин-зависимый сахарный диабет) [10]. Именно поэтому вполне обоснованы ольфакторные блоки связанные с этим аллелем. Причем число этих блоков увеличивается при использовании девушками парфюмерных средств. Иная ситуация наблюдается при использовании девушками духов с феромонами. Здесь в положительный выбор начинают выходить комбинации с иммунопатологическими аллелями у мужчин. Из четырех положительных комбинаций в трех имеет место мужской HLA-DRB1\*15 и один мужской HLA-DRB1\*04.

## Заключение

В целом, становится очевидным не только биологический смысл ольфакторного блока для некоторых аллелей HLA-DRB1, но и механизм его реализации на предадаптивном этапе онтогенеза. Причем, изменение фазы овариального цикла не отменяет этого блока, значит, и риск накопления маркеров иммунопатологии в последующих поколениях стремится к нулю. Применение девушками парфюмерных композиций существенно отклоняет HLA-DRB1 ассоциированный ольфакторный выбор. Влияние феромонального одоранта, используемого в женской парфюмерии, направлено на инверсию мужского выбора, где преимущественно отбираются особи с HLA-DRB1\*15 аллелем, что может существенно влиять на увеличение репродуктивной и иммунопатологии в последующих поколениях.

Таким образом, использование дополнительных одорантов ведет к неправильному прочтению сигналов противоположного пола и выбору «неправильного» партнера.

## Литература

1. Болдырева, М. Н. HLA и естественный отбор. Гипотеза «преимущества функциональной гетерозиготности» / М.Н. Болдырева, Л.П. Алексеев // Иммунология. – 2006. – № 3. – С. 172–175.
2. Вельков, В. В. Куда идёт эволюция человечества? / В. В. Вельков // Человек. – 2003. – № 2. – С. 16–29.
3. Изменение запаха у студентов мужского пола при сдаче экзамена / М. П. Мошкин, Л. А. Герлинская, И. Е. Колосова, Н. А. Литвинова, Л. В. Саваль, М. Г. Березина // Российский физиологический журнал им. И. М. Сеченова. – 2006. – № 10. – С. 1250–1259.
4. Исследование роли HLA-DRB1-генов при невынашивании беременности неясного генеза / М.Н. Болдырева, Р.М. Хаитов, О.Б. Барцева и др. // Иммунология. – 2004. – №1. – С. 4-8.
5. Attractiveness of women's body odors over the menstrual cycle: The role of oral contraceptives and receiver sex. / S. Kuukasjarvi, C. J. P. Eriksson, E. Koskela et al. // Behav. Ecol. – 2004. – Vol. 15. – P. 579-584.
6. Male steroid hormones and female preference for male body odor / M. J. Rantala, C.J.P. Eriksson, A. Vainikka, R. Kortet // Evol. & Hum. Behav. – 2006. – V. 27. – P. 259–269.
7. Mice (*Mus musculus*) lacking a vomeronasal organ can discriminate MHC-determined odortypes / C.J. Wysocki, K. Yamazaki, M. Curran, L.M. Wysocki, G.K. Beauchamp // Horm. Behav. – 2004. – V. 46. – № 3. – P. 241–246.
8. MHC-dependent mate preference in humans / C. Wedekind, T. Seebeck, F. Bettens, A.J. Paepke // Proc. R. Soc. B. – 1995. – Vol. 260. – P. 245-249.
9. Thomas, L. Symbiosis as an immunologic problem: the immune system and infectious diseases. / L. Thomas // Fourth International Convocation of Immunology. – Basel, 1975. – P. 2-11.
10. Zanelli E. HLA class II association with rheumatoid arthritis: facts and interpretations. / E. Zanelli, F.C. Breedveld, R.R. de Vries // Hum. Immunol. – 2000. – Vol. 61, №12. – P. 1254-1261.

Ковалёв П.В.<sup>1</sup>, Анисимов Р.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Магистрант; <sup>2</sup>магистрант, Национальный исследовательский Томский государственный университет

### ВОЗМОЖНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОГО СБОРА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ В Г. ТОМСКЕ

#### Аннотация

*В статье рассмотрено – существующая схема обращения с отходами в Томской области, анализ предприятий и оценка эффективности внедрения селективного сбора отходов*

**Ключевые слова:** селективный сбор отходов, охрана окружающей среды, отходы производства и потребления.

Kovalev P.V.<sup>1</sup>, Anisimov R.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Undergraduate; <sup>2</sup>undergraduate, National Searching Tomsk State University

### THE POSSIBILITY OF INTRODUCING SEPARATE COLLECTION OF WASTE PRODUCTION AND CONSUMPTION IN TOMSK

#### Abstract

*The article considers the existing scheme of waste management in the Tomsk region, the analysis and evaluation of enterprises implementing selective waste collection*

**Keywords:** selective waste collection, environmental protection, production and consumption wastes.

Одной из характерных черт последних лет стало возникновение новой, жизненно важной потребности – обеспечение экологической безопасности человека и окружающей среды.

На уровень экологической безопасности влияет целый комплекс проблем, связанных с образованием отходов. Темпы роста отходов определяются не столько темпами прироста населения, сколько изменением его доходов и образа жизни, то есть проблема резкого возрастания объемов отходов производства и потребления во многом является следствием ценностных ориентиров общества. На одного жителя Земли приходится в день от 0,5 кг в развивающихся до 2 кг отходов – в развитых странах. Учитывая, что темпы роста населения городов в развивающихся странах составляют 5% в год, а в Западной Европе города практически слились с селами, проблемы отходов будут обостряться.

По данным официальной статистики, в России ежегодно образуется от 2,7 до 3,9 млрд. т отходов: 2,6 млрд. т промышленных отходов, 700 млн. жидких отходов птицеводства и животноводства, 35-40 млн. т ТБО, 30 млн. т осадков сточных вод; 3 млн. медицинских отходов. Общий объем неутилизованных (накопленных) отходов – 82 млрд. т, из них более 1,5 млрд. т – высокотоксичных.

За последние 60 лет накопленный экологический ущерб составляет:

- несанкционированные свалки ТБО, шт. – 5500;
- санкционированные свалки ТБО, шт. – 7158;
- полигоны по размещению ТБО, шт. – 1399.

Такое положение вещей требует срочной реорганизации системы управления отходами, как на федеральном, так и более низших уровнях управленческой иерархии (субъект Российской Федерации, муниципальное образование, конкретное предприятие) [1].

Сфера обращения с отходами производства и потребления в городах и населенных пунктах с точки зрения нормативных требований достаточно сложная. Здесь регуляторами выступает природоохранное, санитарно-эпидемиологическое, ветеринарное, градостроительное и жилищное законодательство, различные требования, устанавливающие порядок обращения с ними, принятые органами местного самоуправления [2].

В Российской Федерации в основном перерабатываются такие вторичные материальные ресурсы как отходы бумаги, пластика и стеклобоя. Для переработки указанных отходов используется широкий спектр технологий, большинство из которых относительно просты в применении и не требуют значительных финансовых затрат. Самым слабым звеном в системе переработки отходов в России является раздельный сбор отходов. По настоящее время указанная система не регламентирована российским законодательством, и организация системы раздельного сбора отходов осуществляется в некоторых крупных городах только в качестве экспериментов.

Существующая система обращения с отходами в Томской области направлена на захоронение большинства образующихся отходов, что в свою очередь создает дополнительную нагрузку на полигон. Внедрение селективного сбора отходов позволит увеличить срок службы полигона, сэкономить средства на его содержание, вывоз и захоронение отходов. А вторсырье из бытовых и промышленных отходов – дополнительный источник средств.

Современные технологии по переработке вторичных материальных ресурсов позволяют извлечь из общего потока отходов до 90 % вторсырья, которое можно использовать в дальнейшем в производственном технологическом цикле. Для эффективного использования всех существующих технологий по переработке вторичных материальных ресурсов необходимо на законодательном уровне ввести систему раздельного сбора отходов, особенно – твердых бытовых отходов.

Согласно данным инвентаризационных ведомостей, за 2012 год на территории Томской области предприятиями, организациями и учреждениями образовано около 1255 тыс. т отходов производств и потребления, в том числе: отходов потребления — 458,1 тыс. т, промышленных — 796,9 тыс. т.

Из общего объема образованных отходов используется на предприятии 375,2 тыс. т, передано сторонним организациям в качестве вторичных ресурсов 199,3 тыс. т, временно хранится на территориях предприятий 118,7 тыс. т, размещено на санкционированных объектах (свалках, полигонах и др.) 561,8 тыс. т [3].

На сегодняшний день в г. Томске действуют несколько предприятий, принимающих вторичные материальные ресурсы. Большая часть входит в Ассоциацию переработчиков вторичных ресурсов и работают в основном с юридическими лицами. Наличие рынка сбыта отходов в дальнейшем может послужить базой для внедрения системы раздельного сбора отходов.



Рисунок 1 – Обращение с отходами производства и потребления на исследуемых предприятиях в 2012 г., т

Для оценки эффективности внедрения системы раздельного сбора отходов была проанализирована система обращения с отходами на 30 предприятиях города Томска и Томского района за 2012 г. Выборка предприятий осуществлялась случайным образом.

Значительная часть отходов производства и потребления размещается на полигонах для захоронения – 80 % (рис. 1). Следует отметить, что 95 % из указанных отходов можно переработать с целью получения вторсырья: пластик, макулатура.

Выделение из общего потока захораниваемых отходов таких категорий как макулатура, стекло, полимеры, пищевые и древесные отходы – позволит снизить объем захоронения на 87 %. Следует отметить, что сортировка отходов в этом случае является наиболее простой, так как эти отходы, как правило, образуются в результате осуществления производственных процессов и подлежат хранению на отдельных площадках на территории предприятия. Предприятиям необходимо пересмотреть этапы действующей системы обращения с отходами и перенаправить поток вторичных материальных ресурсов на переработку.

Доля твердых бытовых отходов, поступающих на захоронение, составляет 8 % от общей массы отходов. В результате внедрения системы раздельного сбора отходов, можно снизить объем отходов поступающих на полигон, путем сортировки мусора от бытовых помещений. В нашем случае, объем образовавшихся твердых бытовых отходов на исследуемых предприятиях в 2012 году, составил 121,56 т. С учетом усредненного морфологического состава ТБО потенциал вторичных материальных ресурсов увеличится на 97,248 т. В целом, из 1906,4 т отходов, которые были переданы предприятиями на захоронение в 2012 году, 93 % можно было переработать использовать как вторичные материальные ресурсы.

#### Литература

1. Цейтин К.Ф., Мурашов В.Е., Островкин И.М., Розумная Л.А. // Экологическая безопасность: отходы производства и потребления. – М. – 2011. – 302с.
2. Трапезников С.Я. Создание единой системы управления отходами // Томская обл. Уст. развитие: опыт, проблемы, перспективы. — М.: Институт уст. развития Общественной палаты РФ/Центр экологической политики России, 2011. — С. 52.
3. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2012 году / Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Томской области, ОГБУ «Облкомприрода». – Томск: Дельтаплан, 2013. – 172 с.

**Ларионова Н.П.<sup>1</sup>, Арестова И.Ю.<sup>2</sup>, Алексеев В.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Аспирант, <sup>2</sup> кандидат биологических наук, <sup>3</sup> доктор биологических наук, Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы У.М.Н.И.К-2013 Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (№ 0113/1-13-1 от 29.07.2013) и НИР вузов, выполняемой в рамках госзадания МОуН РФ (№ 4.8472.2013).*

#### **МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭНДОКРИННЫХ ЖЕЛЕЗ И РЕПРОДУКТИВНЫЙ СТАТУС У СВИНЕЙ, ВЫРАЩЕННЫХ НАЗНАЧЕНИЕМ БИОГЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ С УЧЕТОМ АГРОЛАНДШАФТНОЙ СПЕЦИФИКИ**

#### **Аннотация**

*В статье изучены структурно-функциональные особенности щитовидной железы, семенников и репродуктивный статус у свиней, выращенных в раннем постнатальном онтогенезе с назначением биогенных препаратов Пермамик и Кальцефит-5 в животноводческом комплексе, расположенном в Южной почвенно-климатической зоне Чувашии.*

**Ключевые слова:** свиньи (хряки), биогенные препараты, эндокринные железы.

**Larionova N.P.<sup>1</sup>, Arestova I.Yu.<sup>2</sup>, Alekseev V.V.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Postgraduate student, <sup>2</sup>PhD in biology, <sup>3</sup>Dr. Sci. Biol., Chuvash state pedagogical university of I. Ya. Yakovlev

# MORPHOPHYSIOLOGICAL INDICATORS OF ENDOCRINE GLANDS AND THE REPRODUCTIVE STATUS AT THE PIGS WHO ARE GROWN UP WITH PURPOSE OF BIOGENOUS PREPARATIONS TAKING INTO ACCOUNT AGROLANDSCAPE SPECIFICS

**Abstract**

*In article structurally functional features of thyroid gland, seed plant, reproductive status are studied at the pigs who have been grown up in early post-natal ontogenesis with purpose of biogenous preparations Permamik and Kaltsefit-5 in a livestock complex, located in the Southern soil and climatic zone of Chuvashia.*

**Keywords:** pigs (male of a pig), biogenous preparations, endocrine glands

В связи с усилением нагрузки неблагоприятных факторов окружающей природной среды на организм продуктивных животных и ослаблением иммунной защиты организма все более актуальное значение в ветеринарии приобретает применение отечественных биогенных препаратов [1,2].

В этой связи целью исследований явилось изучение структурно-функциональных особенностей щитовидной железы, семенников и репродуктивного статуса у свиней (хряков), содержащихся с назначением биогенных препаратов Пермамик и Кальцефит-5 в животноводческом комплексе, локализованном в Южной почвенно-климатической зоне Чувашии.

Проведен научно-хозяйственный опыт и лабораторные исследования с использованием 30 хрячков-отъемышей, подобранных по принципу аналогов с учетом клинико-физиологического состояния, породы, возраста, пола, живой массы по 10 животных в группе. Эксперимент проводили на фоне сбалансированного кормления по основным показателям в соответствии с нормами и рационами ВАСХНИЛ [3].

Животных 1 группы (контроль) с 1- до 360-суточного возраста (продолжительность исследований) содержали на основном рационе (ОР). Свиньям 2 группы на фоне ОР с 60- и до 120-суточного возраста ежедневно скармливали Пермамик в дозе 1,25 г/кг массы тела. Животным третьей группы на фоне ОР назначали Пермамик в вышеуказанной дозе, а с 60- до 180-суточного возраста – биогенный препарат Кальцефит-5 в дозе 5 г на каждые 10 кг м.т.

У хряков, после убоя в 60- (завершение молочной фазы развития), 180- (период интенсивного полового созревания) и 360-суточном возрасте (фаза половой зрелости), определяли массу, морфометрию структур щитовидной железы и семенников. В 180- и 360-суточном возрасте проводили определение качества спермы по общепринятым в ветеринарии тестам. Цифровой материал обработан с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2007.

Установлено, что если в 60-суточном возрасте у животных сопоставляемых групп диаметр фолликулов щитовидной железы был практически равным ( $98,5 \pm 2,0$  –  $99,3 \pm 2,45$  мкм), то в 180- и 360-суточном возрасте у хряков опытных групп он преобладал соответственно на 4,9 – 7,5 и 12,5 – 16,1 мкм. В то же время хряки третьей группы значительно превосходили сверстников контрольной группы по данному морфометрическому параметру ( $P < 0,05$ ).

Подобная закономерность выявлена при анализе характера изменений высоты тиреоидного эпителия изучаемой железы. Так, у 180- и 360-суточных хряков второй и третьей групп высота тиреоидного эпителия была больше на 4,5 ( $P > 0,05$ ) – 18,1 % ( $P < 0,05$ ) чем в контроле. В то же время животные третьей группы в возрасте 360 суток превосходили сверстников второй группы по данному показателю на 5,7% ( $P < 0,05$ ).

Индекс функции у наблюдаемых подопытных свиней постепенно снижался по мере их взросления: в первой группе от 0,050 до 0,045; во второй – от 0,042 до 0,040; в третьей – от 0,045 до 0,043. В то же время, в возрасте 360 суток данный показатель у животных третьей группы был выше на 5,7 % ( $P < 0,05$ ), нежели таковой в контроле.

Так, если у 60-суточных подопытных хрячков масса семенников была примерно равной ( $24,2 \pm 0,25$  –  $25,4 \pm 0,50$  г), то в возрасте 180- и 360-суток животные опытных групп превосходили данному весовому показателю контрольных животных соответственно на 2,5 – 3,3 и 2,2 – 5,4 г ( $P > 0,05$ ).

Гистологический анализ семенников у наблюдаемых животных показал, что диаметр и толщина эпителио-сперматогенного слоя семенных канальцев у 60-суточных хрячков были приблизительно одинаковыми ( $50,2 \pm 0,25$  –  $51,3 \pm 0,15$  и  $20,3 \pm 0,25$  –  $23,7 \pm 0,25$  мкм). Причем у 180-суточных животных второй и третьей групп данные показатели были больше на 7,7–9,8 и 7,1–15,3 мкм, у 360-суточных – на 8,5–10,5 и 5,3–17,1 мкм ( $P < 0,05$ ) по сравнению с таковыми у их контрольных сверстников.

Выявлено, что диаметр выносящих канальцев придатков семенников и толщина их стенки у подопытных животных возрастали от 60-суточного к 360-суточному возрасту соответственно от  $11,5 \pm 0,15$  –  $11,9 \pm 0,15$  до  $32,9 \pm 0,25$  –  $35,2 \pm 0,27$  мкм и от  $1,8 \pm 0,05$  –  $1,9 \pm 0,15$  до  $5,3 \pm 0,15$  –  $6,9 \pm 0,15$  мкм. В то же время, начиная с 180 дня и до конца наблюдений, эти гистологические показатели были больше у животных второй и третьей групп на 4,2 ( $P > 0,05$ ) – 18,9% ( $P < 0,05$ ) по сравнению с контролем.

По объему эякулята, подвижности спермиев и их концентрации хряки второй и третьей группы превышали аналогов контрольной группы в 180- и 360-суточном возрасте на 19,0–74,9 мл, 6,2–15,2 и 4,9 ( $P > 0,05$ ) – 29,4 % ( $P < 0,05$ ). При этом в разрезе опытных групп в 360-суточном возрасте эти показатели были больше на 3,5 – 32,9 % ( $P < 0,05$ ) в пользу хряков, содержащихся с применением на фоне ОР Пермамика совместно с Кальцефитом-5.

Количество патологических и незрелых спермиев в пробах семенной жидкости у хряков-производителей контрольной группы в возрасте 180 дней было больше, нежели у животных второй и третьей группы соответственно на 5,1 – 10,7% и 9,8 – 15,7% ( $P < 0,05$ ), в 360-суточном – на 23,9 – 40,1% и 21,2 – 27,9% ( $P < 0,05$ ). При этом в 360-суточном возрасте уровень патологических и незрелых спермиев был меньше на 12,2 и 6,5% у хряков, содержащихся с назначением на фоне ОР Пермамика совместно с Кальцефитом-5, нежели у животных, содержащихся при скармливании на фоне ОР только Пермамика ( $P < 0,05$ ).

Таким образом, скармливание свиньям (хрякам) на фоне основного рациона биогенных препаратов Пермамик и Кальцефит-5 оказало значительное воздействие на структурно-функциональные особенности щитовидной железы, семенников и репродуктивные качества. Причем изученные эффекты были более выраженными у животных, выращенных с назначением на фоне основного рациона биогенных препаратов Пермамик и Кальцефит-5.

## Литература

1. Семёнов В. Г. Реализация продуктивного потенциала свиней отечественными биостимуляторами / В.Г. Семёнов, О.О. Платонова, А.Н. Анин // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2012. – № 2. – С. 93-94.
2. Алексеев В. В. Влияние биопрепаратов на морфометрические параметры эндокринных желез продуктивных животных / В. В. Алексеев, И. Ю. Арестова // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №11. – С.60-63.
3. Калашников А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменов. – М., 2003. – 456 с.

**Кочеткова Е.Ф.<sup>1</sup>, Опарина О.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Доцент, кандидат биологических наук, <sup>2</sup>доцент, доктор биологических наук; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Пензенский государственный университет»

**ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДЕТЕРМИНИРУЕМОСТЬ**

*В статье рассмотрена значимость выявления генетически-детерминируемых признаков, установление их роли в повышении физической работоспособности, в достижении спортивных результатов.*

**Ключевые слова:** генетические признаки, генетические маркеры, физическая работоспособность, тип конституции

**Kochetkova E.F.<sup>1</sup>, Oparina O.N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Associate Professor, Cand. Sc. (Biol.); <sup>2</sup>Associate Professor, Dr. Sc. (Biol.), Federal State Government-financed Establishment "Penza State University"

# PHYSICAL WORKING CAPACITY AND GENETIC DETERMINABILITY

## Abstract

*Consideration is given to the importance of detecting the genetically determinable traits, identification of their ergogenic role in increasing the physical working capacity and in pursuing athletic achievements.*

**Keywords:** genetic traits, genetic markers, physical working capacity, somatotype

Спортивный результат определяется взаимодействием анатомических, физиологических, психических, психолого-педагогических факторов, а также уровнем специальной физической и тактической подготовки. Без соответствующих генетически обусловленных возможностей двигательной деятельности и адекватного состояния вегетативных систем организма невозможен не только высокий результат, но сама спортивная деятельность. Такая точка зрения обуславливает необходимость определения объективных критериев оценки способностей каждого человека, установление величин, вида физических нагрузок и перспективности занятий спортом.

Практика свидетельствует, что в каждом виде спорта происходит интенсивный отбор индивидов, обладающих специфическими морфофункциональными и психофизиологическими показателями, которые при соответствующей тренировке обеспечивают возможность достижения рекордного результата. В детско-юношеском спорте отбор перспективных спортсменов часто протекает стихийно, поэтому возможен отсев высокоодаренных спортсменов.

В настоящее время происходит «омолаживание» сборных и национальных команд, идет непрерывный рост рекордов, увеличивается разрыв результатов между массовым спортом и спортом высших достижений. Все это обуславливает необходимость создания научно обоснованной системы отбора одаренных спортсменов и прогнозирования спортивных результатов. Представляет практический интерес выявление prerogative генетически-детерминируемых признаков, установление их роли в повышении физической работоспособности, в достижении спортивных результатов. Известна прогностическая значимость отдельных показателей, влияющих на физическую работоспособность – длина тела, обхват тела и его звеньев, их соотношения. Морфофункциональная типология человека также имеет корреляцию с физической работоспособностью, спортивной одаренностью, спортивной специализацией [1].

Подход разных ученых к определению понятий тип, типология, соматотип, конституция, отличается. Особый интерес представляет теория синтетической конституции, которая выделяет четыре главных вектора развития: соматотип, нейротип, вегетотип, психотип. В этой теории отмечена тесная связь конституции со здоровьем человека, установлена прямая связь между двигательной активностью и здоровьем. Основополагающий тезис данной теории – здоровье обеспечивается типологически адекватной физической активностью в онтогенезе детей и подростков [2]. В настоящее время активно изучаются генетические маркеры физической работоспособности человека [3]. Открыта генетическая карта человека, включающая, по разным данным, от 80 до 130 тысяч генов. К настоящему времени выявлены более 40 генов на различных хромосомах человека, для которых определена связь с регуляцией метаболизма при разных физических нагрузках. Особую проблему представляет генотипическая оценка физической работоспособности человека на разных этапах онтогенеза. К генетически детерминируемым признакам относят морфологические критерии, типологию, соотношение мышечных волокон I и II типа и др. Выявлены гены предрасположенности к выполнению спортивной деятельности и гены, участвующие в регуляции метаболизма при занятии с оздоровительной направленностью. Например, ген АПФ участвует в регуляции деятельности сердечнососудистой системы (имеет много форм аллелей). Изучена частота встречаемости разных форм аллелей у спортсменов. Установлено, что аллель Д приводит к более быстрому развитию структурных белков в мышце сердца. Среди спринтеров наблюдается смещение генотипа в сторону аллели ДД, среди средневиков – НД и НН. Эти различия более ярко выражены у высококвалифицированных спортсменов [4]. Необходимо отметить, что исследования генотипической предрасположенности к выполнению различных физических нагрузок находятся на начальном этапе. Объективной оценкой генотипического признака является коэффициент корреляции – коэффициент сравнения между начальным и последующим значением признака, между близнецами, между детьми и их родителями и т.д. Строение скелетных мышц, состав, соотношение скелетных волокон определяет тип энергообеспечения организма (аэробный, анаэробный, смешанный, их сочетание). Преобладание анаэробной, аэробной или смешанной энергетики выявляется в детском возрасте, причем происходит постепенное снижение типов энергетических профилей в период 1 – 3 года, 5 – 6 лет, 14 – 16 лет [5]. В эти возрастные периоды происходит дифференцировка мышц. На близнецах выявлены признаки, отличающиеся разной степенью наследуемости. К высоконаследуемым признакам относят размеры сердца, свойства миокарда, производительность сердца, ЧСС и давление в условиях физической и психоэмоциональной нагрузки, мощность буферной системы крови, показатели гуморального иммунитета, максимальное потребление кислорода, параметры вентиляции легких. Генотипические различия в реакции кардиореспираторной системы и системы крови наиболее выражены в условиях выполнения максимальных физических нагрузок.

Исследования последних лет показали, что физическое воспитание с дошкольного возраста должно проводиться с учетом типа конституции – астеноидного, торакального, мышечного, дигестивного. Выявлены различия по морфофункциональным показателям и показателям моторики у детей 3 – 6 лет с разными типами конституции [6].

Свойства нервной системы имеют существенное значение в структуре физической работоспособности. Выбор вида спортивной деятельности связан с наследуемыми свойствами нервной системы: силой, уравновешенностью и подвижностью нервных процессов. Подвижность нервных процессов в большей степени содействует развитию скоростных способностей, особенно в возрасте 11 – 13 лет. Темпы прироста быстроты в 9, 15, 16 лет коррелируют со слабым типом нервной системы. Отмечены разные уровни корреляции свойств нервной системы и развития физических качеств. Выносливость значительно изменяется у лиц с инертностью нервных процессов, особенно в возрасте 10, 12, 15 лет [7]. Изучен процесс становления специальных умений у юных спортсменов-волейболистов, отличающихся по морфофункциональным показателям (росту, весу, объему грудной клетки) [8]. Авторы провели корреляционный анализ взаимосвязи ростовых показателей с уровнем развития физических качеств и эффективностью проведения технических приемов в игре. Была установлена положительная динамика длины тела с уровнем развития силы, прыгучести, а также отрицательная динамика – с быстротой передвижения. Высокорослые подростки отстают от своих более низких сверстников в проявлении скоростно-силовых качеств. Однако, авторы доказали, что в результате целенаправленного педагогического контроля можно улучшить способность управлять движениями, что способствует овладению техникой игры в волейбол. Выявлено, что быстрота передвижения по площадке имела отрицательную корреляционную связь с ростом юных спортсменов в первые годы их занятий спортом но, впоследствии, она перешла в

положительную. Авторы считают, что по мере улучшения скоростно-силовых качеств, влияние длины тела на результат уменьшается, вследствие чего, высокорослого игрока можно научить высоко прыгать и быстро реагировать на мяч.

Высокий коэффициент корреляции получен при анализе взаимосвязи ростовых показателей с эффективностью применения нападающего удара и блока. Коэффициент корреляции был достоверен на протяжении всего педагогического эксперимента, то есть решающее влияние на результат нападающих действий и блокировании оказывал рост. Таким образом, показано влияние на физическую работоспособность и генотипа, и фенотипа, то есть генетически наследуемых показателей и показателей, зависящих от влияния среды, педагогического воздействия [8].

Высокую предсказательную ценность для прогноза перспективности юного спортсмена имеют показатели наследуемости, полученные методом корреляции признаков, характеризующих изменчивость вегетативных функций у родителей и потомков. Большую прогностическую значимость имеют коэффициенты корреляции между ювенильными и дефинитивными морфофункциональными показателями.

#### Литература

1. Попков В.Н., Еремеев И.Н. Ретроспективный анализ, возможности оценки спортивных способностей подростков по морфофункциональным показателям // Теория и практика физической культуры. – 1995. – №9. – С. 22-25.
2. Никитюк Б.А. Конституция человека / Б.А. Никитюк // Итоги науки и техники: Антропология. – М.– 1991. – Т.4. – 150 с.
3. Рогозин В.А. Назаров И.Б. Генетические маркеры физической работоспособности человека // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 12. – С. 34-36.
4. Афанасьев Ю.И., Кузнецов С.Л., Кутузова Т.Г. Соотношение различных типов волокон в скелетной мышце как фактор, влияющий на эффективность тренировки, на выносливость // Теория и практика физической культуры. – 1986. – № 12. – С. 41-42.
5. Сонькин В.Д. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной функции в постнатальном онтогенезе человека // Физиология человека. – 2007. – Т.33. – №3. – С. 81.
6. Давыдов В.Ю. Морфофункциональные показатели развития моторики у детей 3-6 летнего возраста разных типов конституции // Теория и практика физической культуры. – 1995. – № 11. – С. 39-43.
7. Теплов Б.М., Небылицын В.Д. Изучение основных свойств нервной системы и их значение для психологии индивидуальных различий: Хрестоматия по психологии / Под ред. А.В. Петровского. – М.: Просвещение. – 1987. – С. 269-274.
8. Губа В.П., Дорохов Р.Н., Круглов В.В. Влияние развития морфофункциональных возможностей юных волейболистов на выполнение специальных умений // Теория и практика физической культуры. – 1986. – № 12. – С. 13-18.

**Кочеткова Е.Ф.<sup>1</sup>, Опарина О.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Доцент, кандидат биологических наук, <sup>2</sup>доцент, доктор биологических наук; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенский государственный университет»

#### **ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА КАК ОСНОВНОЕ СРЕДСТВО ПОДДЕРЖАНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ РАЙОНАХ**

#### **Аннотация**

*В статье приведены данные о влиянии экологической обстановки на ухудшение здоровья населения. Показано, что физическая культура и спорт должны формироваться и развиваться как экоспорт, который предусматривает разработку средств и методов физической культуры, повышающих уровень здоровья населения в экологически неблагоприятных районах.*

**Ключевые слова:** экологическая обстановка, урбэкология, здоровье, физическая культура

**Kochetkova E.F.<sup>1</sup>, Oparina O.N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Associate Professor, Cand. Sc. (Biol.); <sup>2</sup>Associate Professor, Dr. Sc. (Biol.), Federal State Government-financed Establishment "Penza State University"

#### **PHYSICAL EDUCATION AS A PRIME MEANS OF MAINTAINING CHILDREN'S HEALTH IN ENVIRONMENTALLY UNFRIENDLY AREAS**

#### **Abstract**

*The data are given on the ways the environmental situation has a negative impact on the public health. It is suggested that physical training and sports should be developed as eco-sports, which would call for evolving new methods and tools of physical education that would allow improving the standards of community health in the environmentally unfriendly areas.*

**Keywords:** environmental situation, urban ecology, health, physical education

Проблема безопасности здоровья населения усугубляется в связи с развитием социального и экологического кризиса. Социальные и медико-биологические исследования свидетельствуют, что одной из главных причин ухудшения здоровья населения является экологическая обстановка. Неблагоприятно сказывается на здоровье населения загрязнение атмосферы, воды и почвы отходами производств. Загрязнение окружающей среды оказывает существенное влияние на изменение естественных экологических биоценозов, в том числе, биоценозов конкретных людей. Число факторов, воздействующих на человека, неограниченно велико, время воздействия короткое, но сила воздействия большая. В связи с этим население испытывает выраженные экологические стрессы, как на физическом, так и на психологическом и социальном уровнях.

Особенно актуальна проблема загрязнения окружающей среды для населения средних и больших городов. В области экологии человека выделилась новая наука – экология города – урбэкология. В городах складывается наиболее тяжелая экологическая обстановка: это перенаселенность и скученность населения, отходы производств и загрязнение воздуха и воды, трудная социально-экономическая обстановка. Скученность населения, накопление нечистот и отходов приводит к легкому появлению и мгновенному распространению разных форм инфекций, что способствует изменению защитных сил организма, ослаблению иммунной системы на уровне одного человека и популяции людей в целом [1]. Процесс урбанизации сопровождается появлением новой специфичной микрофлоры, устойчивой к действию обезвреживающих агентов. Мутационный эффект приводит к появлению новых инфекций.

Произошло резкое изменение пищевой диеты, определяющей ростовые процессы и уровень физического развития. Введены в практику искусственные добавки и трансгенные продукты.

Все указанные факторы приводят к снижению функциональной активности иммунной системы, к выраженным дисбактериозам, особенно у детей.

Анализ литературы показывает, что существенно изменяется морфологический и функциональный статус детей городской и сельской местности, а также детей одного города, проживающих в разных по экологическому состоянию районах. Городские и сельские дети отличаются по конституции тела. У сельских детей более выражен мышечный компонент, у городских – жировой. Величина жировых складок увеличилась на 20%. Произошло изменение в соотношении мышечного и жирового компонента тела в сторону увеличения последнего [2]. Данные изменения коснулись как сельских, так и городских подростков. Выявленные



отличия объясняются в основном двумя факторами: улучшенным питанием в городе и гиподинамией. Оба этих фактора являются определяющими в акселерации, но порой действуют в разных направлениях.

Основные физиологические характеристики школьников, проживающих в районе загрязнения, соответствуют возрастным стандартам, но находятся на нижней границе нормы.

В организме детей происходит накопление загрязняющих веществ, проявляется их суммарный эффект. Это выражается в морфологических и функциональных отклонениях здоровья. Увеличивается на 20-50% количество детей с нарушениями нормального физического развития. На загрязнение окружающей среды резко реагирует содержание в крови гемоглобина, лейкоцитов, изменяются показатели иммунологической реактивности организма – бактерицидные свойства крови, обсемененность слизистой оболочки носа [3]. С ростом уровня загрязненности содержание лейкоцитов в крови повышается на 20, 60 и 100%. Число детей с высокой степенью обсемененности слизистых оболочек возрастает в 3-5 раз. Современная архитектура города создает дополнительное экологическое напряжение. Однотипность застроек ограничивает поле зрения. Суточный зрительный фон близок к цвету бетона. Информационный поток включает в работу в основном зрительный и слуховой анализаторы, в результате получаемая информация монотонна, избыточна, агрессивна [4]. Общение с природой – минимальное. Это приводит к накоплению отрицательных эмоций, к нарушениям деятельности нервной системы, к поиску ярких ощущений в наркотиках.

Отмечено увеличение частоты встречаемости экпатологий – это заболевания дыхательных путей, аллергические заболевания, отклонения в работе сердечнососудистой системы [5]. Анализ проблемы экологии города и физического здоровья подрастающего поколения выявил выраженную зависимость этих параметров. Проблема безопасности здоровья не вызывает сомнения в своей актуальности, но на сегодняшнем этапе она должна рассматриваться не только с теоретической точки зрения – социальной, биологической, экологической. Она должна выйти на практический уровень, интегрироваться с практической дисциплиной – физической культурой, спортом. Занятия физической культурой и спортом существенно повышают иммунологический статус детей, возрастает уровень бактерицидной активности сыворотки крови, фагоцитарная активность крови, количество сыровоточных иммуноглобулинов. Учитывая это, физическая культура и спорт должны активно формироваться и развиваться как экоспорт, который предусматривает разработку средств и методов физической культуры, повышающих уровень здоровья населения в экологически неблагоприятных районах.

#### Литература

1. Пивоваров Ю.П. Гигиена и основы экологии человека / Учеб. пособие. – М.: Академия. – 2006. – 520 с.
2. Никитюк Б.А. Конституция человека / Б.А. Никитюк // Итоги науки и техники: Антропология. – М. – 1991. – Т.4. – 150 с.
3. Экшольм Э. Окружающая среда и здоровье человека. – М.: Прогресс. – 2010.
4. Жаров В.В., Лялин А.Н., Егорова А.В. Хроническое зрительное утомление и приобретенная близорукость // V Всероссийская школа офтальмолога. – М. – 2006. – С. 460-462.
5. Экология человека. Основные проблемы / под ред. В.П. Казначеева, В.С. Преображенского. – М.: Наука.

**Пронина Г.И.<sup>1</sup>, Корягина Н.Ю.<sup>2</sup>, Ревякин А.О.<sup>3</sup>, Капанадзе Г.Д.<sup>4</sup>, Степанова О.И.<sup>5</sup>, Баранова О.В.<sup>6</sup>, Касинская Н.В.<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>Доктор биологических наук, <sup>3</sup>кандидат биологических наук, <sup>4</sup>доктор биологических наук, <sup>5</sup>кандидат биологических наук, <sup>6</sup>кандидат медицинских наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Научный центр биомедицинских технологий» Федеральное медико-биологическое агентство

<sup>2</sup>Кандидат биологических наук, Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства Российской академии сельскохозяйственных наук

#### ТРАНСПЛАНТАЦИЯ КЛЕТОК КОСТНОГО МОЗГА МЫШЕЙ РЫБАМ И РЕЧНЫМ РАКАМ

#### Аннотация

*Эксперимент показал приживаемость стволовых клеток мышей доноров в печени, поджелудочной железе карпа и гепатопанкреасе речных раков. Это было подтверждено обнаружением гена зеленого белка и полимеразной цепной реакцией (ПЦР). Доказана межвидовая трансплантация стволовых клеток млекопитающих доноров низшим позвоночным и беспозвоночным пойкилотермным гидробионтам. Результаты исследований позволят расширить возможности трансплантации стволовых клеток в медицинской практике.*

**Ключевые слова:** стволовые клетки, гидробионты, поджелудочная железа, гепатопанкреас, ген зеленого белка.

**Pronina G.I.<sup>1</sup>, Koryagina N.Yu.<sup>2</sup>, Revyakin A.O.<sup>3</sup>, Kapanadze G.D.<sup>4</sup>, Stepanova O.I.<sup>5</sup>, Baranova O.B.<sup>6</sup>, Kasinskaya N.B.<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>Doctor of biological sciences, <sup>3</sup>candidate of biological sciences, <sup>4</sup>doctor of biological sciences, <sup>5</sup>candidate of biological sciences, <sup>6</sup>candidate of medical sciences, Federal science state budgetary institution "Scientific center of biomedical technologies" Federal medicobiological agency

<sup>2</sup>Candidate of biological sciences, Public scientific institution All-Russian research institute of irrigational fish breeding of Russian Academy of Agrarian Sciences

#### TRANSPLANTATION OF CELLS OF MARROW OF MICE TO FISHES AND CRAWFISHES

#### Abstract

*Experiment showed survival of stem cells of mice of donors in a liver, pancreas of a carp and hepatopancreas of river crayfish. It was confirmed with detection of a gene of green protein and the polymerase chain reaction (PCR). Interspecific transplantation of stem cells of mammal donors is proved to the lowest vertebral and invertebrate hemacryal hydrobionts. Results of researches will allow expanding possibilities of transplantation of stem cells in medical practice.*

**Keywords:** stem cells, hydrobionts, pancreas, hepatopancreas, gene of green protein.

Пересадка стволовых клеток в настоящее время считается лучшим решением при лечении многочисленных злокачественных и не злокачественных заболеваний.

Стволовые клетки – это клетки, сохраняющие потенциал к развитию в разных направлениях, способные к делению и дифференцировке. В большинстве своем они находятся в костном мозге, но есть и другие источники, такие как периферическая или пуповинная кровь (Шахов, Попов, 2004).

Стволовые клетки донора вводятся в кровеносную систему пациента путем инфузии. Эти клетки могут создать новую систему крови в теле пациента и иммунные лимфоциты. В процессе эмбриогенеза эмбриональные стволовые клетки способны сохранять плюрипотентность и свойство самообновления очень недолго, после чего переходят в мульти- и полипотентные клетки коммитированных зародышевых линий (Bianco, Cossu, 1999).

Целью настоящей работы являлось изучение приживаемости стволовых клеток мышей-доноров у гидробионтов – реципиентов.

Объектами эксперимента являлись сеголетки карпа (*Cyprinus carpio* L.) зеркальной и чешуйчатой групп и длиннопалые речные раки (*Pontastacus leptodactylus*). Патология поджелудочной железы рыб была вызвана внутрибрюшинным введением аллоксана в дозах: 100, 200 и 300 мг/кг (Пронина и др., 2013). Гепатопанкреас речных раков разрушался введением аллоксана в дозе 50 и 100 мг/кг; а также кормлением комбикормом с содержанием жира выше 17% (Корягина и др., 2013).

Все работы по выделению клеток и их культивированию проводились в соответствии с общими принципами культуральных исследований. Забор клеток костного мозга проводили у мышей-доноров, содержащих ген GFP (Касинская и др., 2010).

Полученная смешанная культура из гемопоэтических и стромальных клеток КМ (костного мозга) от мышей-доноров вводилась рыбам внутривенно, речным ракам в вентральный синус (Ревякин и др., 2013). Доза введения составила 8-10млн. культивированных клеток КМ.

Гибели экспериментальных гидробионтов не отмечалось. Вскрытие опытных объектов производилось на 7, 14 и 21 день после введения КМ.

Эксперимент показал успешную трансплантацию стволовых клеток мышей у всех экспериментальных объектов (рыб и речных раков). Отмечалось зеленое свечение КМ с геном GFP при микроскопии внутренних органов (рис. 1).

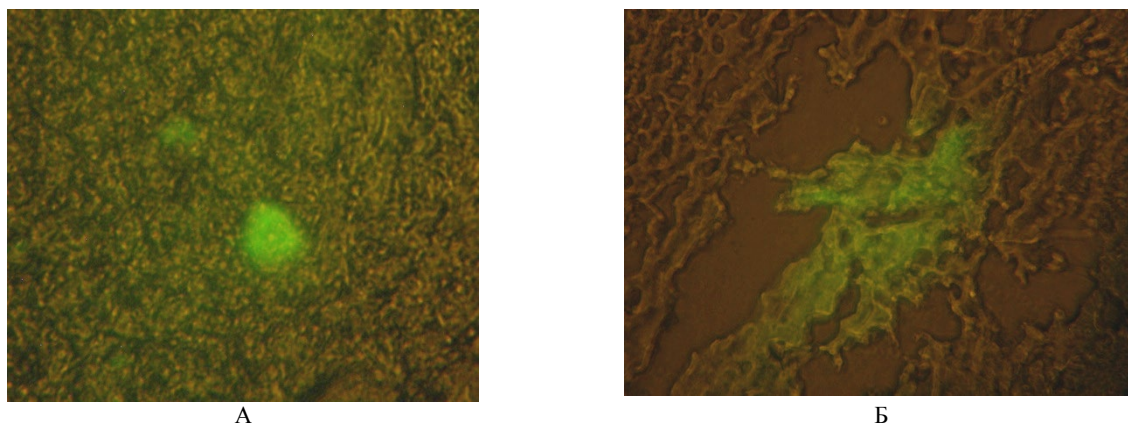


Рисунок 1. Клетки донора на 14 сутки после введения КМ:

А – в печени карпа;

Б – в гепатопанкреасе длиннопалого речного рака

Результаты были подтверждены ПЦР (полимеразной цепной реакцией): во всех опытных образцах был идентифицирован ген GFP.

Таким образом, впервые показано, что КМ мышей успешно приживаются в организме рыб и речных раков.

#### Литература

1. Касинская Н.В., Степанова О.И., Каркищенко Н.Н., Каркищенко В.Н., Семенов Х.Х., Бескова Т.Б., Капанадзе Г.Д., Ревякин А.О., Деньгина С.Е. Ген зеленого белка как маркер при трансплантации стволовых и прогениторных клеток костного мозга // Биомедицина, 2011. – №2. – С. 30-34.
2. Касинская Н.В., Степанова О.И., Каркищенко Н.Н., Каркищенко В.Н., Семенов Х.Х., Бескова Т.Б., Капанадзе Г.Д., Ревякин А.О., Деньгина С.Е. Ген зеленого белка как маркер при трансплантации стволовых и прогениторных клеток костного мозга // Биомедицина, 2011. – №2. – С. 30-34.
3. Корягина Н.Ю., Пронина Г.И., Ревякин А.О., Степанова О.И., Баранова О.В., Капанадзе Г.Д., Меньшиков И.Ю. Искусственно вызванная патология гепатопанкреаса речных раков // Биомедицина, 2013. – №2. – С. 52-54.
4. Пронина Г.И., Корягина Н.Ю., Ревякин А.О., Капанадзе Г.Д., Степанова О.И., Баранова О.В., Львов Ю.Б. Моделирование патологии поджелудочной железы у рыб // Биомедицина, 2013. – №2. – С. 74-75.
5. Ревякин А.О., Пронина Г.И., Корягина Н.Ю., Капанадзе Г.Д., Степанова О.И., Баранова О.В., Касинская Н.В. Приживаемость клеток костного мозга у рыб и речных раков // Биомедицина, 2013. – №3. – С. 63-66.
6. Шахов В.П., Попов С.В. Стволовые клетки и кардиомиогенез в норме и патологии. – Томск: STT, 2004. – 170с.
7. Bianco P. Cossu G. Uno nesstmo e centomila: searching for the identity of mesodermal progenitors // Exp. Cell Res. – 1999. – № 251 – Р. 257-263.

**Сазонова М.А.<sup>1</sup>, Синёв В.В.<sup>2</sup>, Никитина Н.А.<sup>3</sup>, Бобрышев Ю.В.<sup>4</sup>, Постнов А.Ю.<sup>5</sup>, Орехов А.Н.<sup>6</sup>, Собенин И.А.<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат биологических наук, НИИ общей патологии и патофизиологии РАМН, Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава РФ;

<sup>2</sup>аспирант, Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава РФ;

<sup>3</sup> кандидат биологических наук, НИИ атеросклероза, инновационный центр Сколково; НИИ физико-химической медицины ФМБА;

<sup>4</sup>доктор биологических наук, профессор, НИИ общей патологии и патофизиологии РАМН;

<sup>5</sup>доктор медицинских наук, Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава РФ;

<sup>6</sup>доктор биологических наук, профессор, НИИ общей патологии и патофизиологии РАМН; НИИ атеросклероза, инновационный центр Сколково;

<sup>7</sup>доктор медицинских наук, Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава РФ, НИИ общей патологии и патофизиологии РАМН.

#### **АССОЦИАЦИЯ МУТАЦИИ МИТОХОНДРИАЛЬНОГО ГЕНОМА G12315A С СУММАРНЫМИ ГОМОГЕНАТАМИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ИНТИМЫ АОРТЫ ЧЕЛОВЕКА**

##### **Аннотация**

В настоящей работе была проведена оценка уровня гетероплазмы мутантного аллеля G12315A в образцах ДНК, полученных из суммарных гомогенатов нормальной и пораженной атеросклерозом интимы 10 аорт.

Материалом исследования служили суммарные гомогенаты пораженных и нормальных участков интимы аорты. ПЦР-фрагменты данных образцов, содержащие область мутации G12315A, были пиросеквенированы с целью выявления мутаций, ассоциированных с атеросклерозом. Подсчёт процента гетероплазмы был проведён с помощью оригинального метода количественной оценки мутантного аллеля, разработанного сотрудниками лаборатории.

Обнаружено, что уровень гетероплазмы по мутации G12315A в суммарных гомогенатах атеросклеротического поражения достоверно выше по сравнению с гомогенатами из нормальной сосудистой ткани.

Результаты исследования позволяют предположить, что однонуклеотидная замена гуанина на аденин в позиции 12315 митохондриального генома приводит к дефекту транспортной РНК-Лейцин (кодон узнавания CUN) и неспособности выполнять свою функцию мутантными тРНК. Следствием критического уровня гетероплазмы по данной мутации, по всей

видимости, является снижение количества ферментов дыхательной цепи в митохондриях, ведущее к падению уровня выработки энергии в клетке.

Полученные данные могут быть использованы практическими врачами и специалистами по медицинской генетике для ранней доклинической диагностики атеросклероза и оценки предрасположенности к данному заболеванию.

**Ключевые слова:** Мутация, митохондриальный геном, суммарный гомогенат, интима, атеросклероз.

**Sazonova M.A.<sup>1</sup>, Sinyov V.V.<sup>2</sup>, Никитина Н.А.<sup>3</sup>, Bobryshev Yu.V.<sup>4</sup>, Postnov A.Yu.<sup>5</sup>, Orekhov A.N.<sup>6</sup>, Sobenin I.A.<sup>7</sup>**

<sup>1</sup>PhD in Biology, Institute of General Pathology and Pathophysiology, Russian Academy of Medical Sciences; Russian Cardiology Research and Production Complex, Russian Ministry of Health;

<sup>2</sup>Postgraduate student, Russian Cardiology Research and Production Complex, Russian Ministry of Health;

<sup>3</sup> PhD in Biology, Institute for Atherosclerosis Research, Skolkovo Innovative Centre; Scientific Research Institute of Physical-Chemical Medicine;

<sup>4</sup>PhD in Biology, Institute of General Pathology and Pathophysiology, Russian Academy of Medical Sciences;

<sup>5</sup>Doctor of science in Medicine, Russian Cardiology Research and Production Complex, Russian Ministry of Health;

<sup>6</sup>Doctor of science in Biology, professor, Institute of General Pathology and Pathophysiology, Russian Academy of Medical Sciences; Institute for Atherosclerosis Research, Skolkovo Innovative Centre;

<sup>7</sup>Doctor of science in Medicine, Russian Cardiology Research and Production Complex, Russian Ministry of Health; Institute of General Pathology and Pathophysiology, Russian Academy of Medical Sciences.

## **THE ASSOCIATION OF MITOCHONDRIAL GENOME MUTATION G12315A WITH TOTAL HOMOGENATES OF ATHEROSCLEROTIC LESIONS IN HUMAN AORTIC INTIMA**

### **Abstract**

*In the present article an assessment of heteroplasmy level in the mutant allele G12315A in DNA samples extracted from total homogenates of normal and atherosclerotic intima of 10 aortas.*

*The materials of the study were total homogenates from atherosclerotic lesions and normal sections of aortic intima. PCR-fragments of the given samples, containing the mutation G12315A area, were pyrosequenced with the aim of detecting mutations associated with atherosclerosis. An estimation of heteroplasmy percentage was conducted by means of a new original method of quantitative assessment of mutant allele, developed by members of our laboratory.*

*It was found that the heteroplasmy level of mutation G12315A in total homogenates of atherosclerotic lesions is significantly higher compared to homogenates from normal vascular tissue.*

*The results of the study suggest that single nucleotide substitution of guanine for adenine in position 12315 of mitochondrial genome leads to a transport-RNA-Leucine (codon recognized CUN) defect and disability of mutant tRNA to fulfill its function. It seems that the consequence of the critical heteroplasmy level of this mutation is a decrease in number of respiratory chain enzymes in mitochondria, leading to reduction of energy generation level in cells.*

*The obtained data can be used by medical practitioners and medical genetics specialists for early presymptomatic diagnostics of atherosclerosis and estimation of liability to this disease.*

**Keywords:** Mutation, mitochondrial genome, total homogenate, intima, atherosclerosis.

### **Введение**

В настоящее время сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смертности в развитых странах. В основе развития многих сердечно-сосудистых заболеваний лежит атеросклероз. Вследствие этого, большое значение имеет ранняя диагностика атеросклероза. Соматические мутации митохондриального генома человека могут быть причинами развития атеросклероза [1-17]. Митохондриальная ДНК человека - кольцевая двухцепочечная молекула, состоящая приблизительно из 16500 пар нуклеотидов, которая содержит 37 генов: 22 гена транспортных РНК, 2 гена рибосомальных РНК и 13 субъединиц комплексов дыхательной цепи: цитохрома В, АТФазы, цитохром-С-оксидазы, NADH-дегидрогеназы [18].

В настоящей работе была проведена оценка уровня гетероплазмы мутантного аллеля G12315A в образцах ДНК, полученных из гомогенатов нормальной и пораженной атеросклерозом интимы 10 аорт.

Из литературных источников известно, что мутация G12315A локализована в стебельке Т-петли тРНК-Лейцин (кодон узнавания CUN) [19].

### **Материалы и методы**

Материалом для исследования послужили общие гомогенаты ткани интимы 10 аорт. Эпителий сосудистой ткани был взят у лиц, погибших в результате несчастного случая или внезапной смерти. Затем проводили гомогенизацию пораженных участков интимы аорты. Масса забираемого участка аорты составляла около 10 мкг. Образцы с нормальными участками интимы аорт также подвергались гомогенизированию.

Выделение тотальной ДНК из исследуемых образцов ткани проводили с помощью метода фенол-хлороформной экстракции. Затем образцы амплифицировали на MJ Research, PTC-200, USA. После проведения ПЦР амплификаты были пиросеквенированы с целью выявления процента гетероплазмы по мутации G12315A.

ПЦР фрагментов, содержащую область мутации, проводили со следующим праймерами: прямой bio-STCATGCCCCATGTCTAA (12230-12249), обратный bio-AAGTCCTAGGAAAGTGACAGCGAGG (13825-13806). Праймеры для ПЦР и пиросеквенирования были подобраны с помощью онлайн программы Primer3.

Подсчет процента гетероплазмы проводился согласно оригинальному методу, разработанному в нашей лаборатории на основе технологии пиросеквенирования. Расчет величины гетероплазмы проводился на основе полученных пиков пирогаммы [20-22].

Статистическая обработка данных проводилась методом бутстрэп-анализа.

### **Результаты и обсуждение**

В настоящей работе был проанализирован процент гетероплазмы мутации в G12315A в общих гомогенатах нормальной и пораженной атеросклерозом интимы аорт человека. Полученные данные показали, что уровень гетероплазмы по данной мутации в общих гомогенатах атеросклеротического поражения выше, чем в гомогенатах нормальной сосудистой ткани на уровне значимости  $p \leq 0,004$  (рис.1).

Следует отметить, что при мутации G12315A изменяется нуклеотид 52 транспортной РНК-Лейцин (кодон узнавания CUN), входящий в состав стебелька Т-петли. Общие принципы складывания цепей тРНК в компактную третичную структуру (L-форму) универсальны. При этом D- и Т-петли оказываются сближенными и скрепляются между собой путем образования дополнительных связей между основаниями (трехнуклеотидная структура). В образовании этих связей, как правило, принимают участие консервативные или полуконсервативные остатки. Одним из них для тРНК-Лейцин и является нуклеотид 52 (гуанин, функциональная группа, присоединенная к пуриновому кольцу =O). При замене гуанина на аденин (функциональная группа, присоединенная в том же месте к пуриновому кольцу - NH2) третичная структура тРНК нарушается, что ведет к её нефункциональности. Итогом такого развития событий является меньшая интенсивность формирования комплексов тРНК-Лейцин и, как следствие, понижение вероятности корректного включения данной аминокислоты в полипептидные цепи.

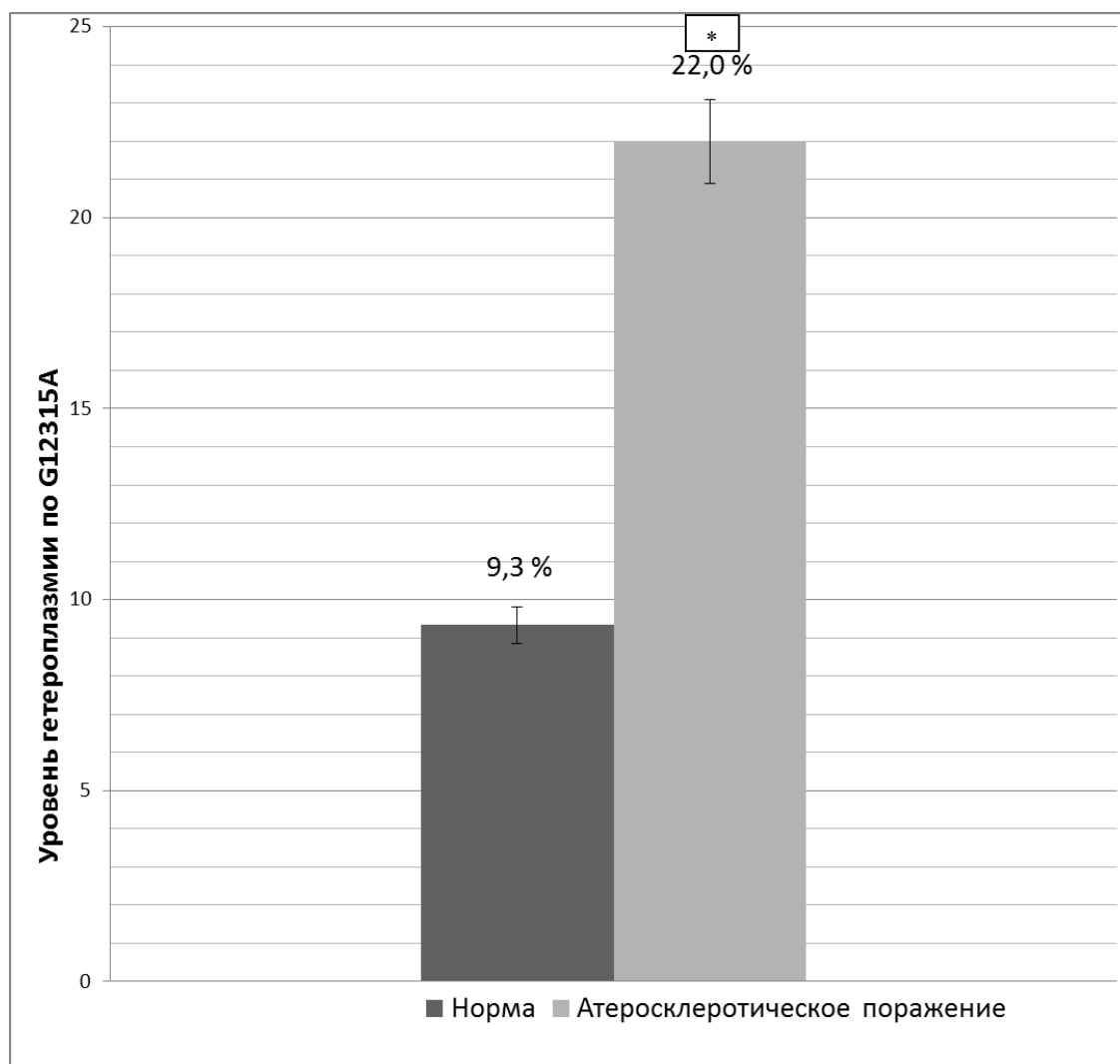
Следствием критического уровня гетероплазмы по мутации G12315A, по всей видимости, является снижение количества ферментов дыхательной цепи в митохондриях, ведущее к падению уровня выработки энергии в клетке.

#### **Заключение.**

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод о том, что мутации, происходящие в транспортных РНК митохондрий человека, например, G12315A в гене РНК-Лейцин (кодон узнавания CUN), также могут быть вовлечены в процесс атерогенеза. Однако точные механизмы данного явления еще предстоит выяснить в дальнейших исследованиях.

Данная статья может быть полезна медицинским генетикам и практикующим врачам, специализирующимся в области атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний.

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ.



**Рис. 1.** Сравнительный анализ уровня гетероплазмы общих гомогенатов нормальной и пораженной атеросклерозом интимы аорт по мутации G12315A.

Примечание: \* - высокодостоверная корреляция G12315A с гомогенатами атеросклеротического поражения ( $p \leq 0,004$ ).

#### **Литература**

1. Иванова М.М., Сазонова М.А., Желанкин А.В., Митрофанов К.Ю., Хасанова З.Б., Собенин И.А., Мясоедова В.А., Постнов А.Ю., Орехов А.Н. Мутации митохондриального генома в патологии человека.// Фундаментальные науки и практика. -2010.-Т.1-№4.-С.164-167.
2. Желанкин А.В., Сазонова М.А. Роль мутаций митохондриального генома человека в развитии сахарного диабета 2 типа, артериальной гипертензии и различных видов кардиомиопатии.// Проблемы и перспективы современной науки. -2011.-Т.3-№1-С.85-87.
3. Митрофанов К.Ю., Сазонова М.А. Связь мутаций митохондриального генома человека с клиническими проявлениями ишемической болезни сердца.// Проблемы и перспективы современной науки. -2011.-Т.3-№1-С.92-96.
4. Сазонова М.А., Желанкин А.В., Иванова М.М., Орехов А.Н., Постнов А.Ю. Анализ митохондриальной мутации A1555G в тотальных гомогенатах атеросклеротических поражений.// Вестник уральской медицинской академической науки.- 2012.-Т. 2-№39-С.72-73.
5. Сазонова М.А., Желанкин А.В., Иванова М.М. Уровень гетероплазмы митохондриальной мутации C5178A в тотальных гомогенатах пораженной атеросклерозом интимы аорты.// Вестник уральской медицинской академической науки.-2012.-Т.2-№39-С.73-74.
6. Sobenin I.A., Sazonova M.A., Ivanova M.M., Zhelankin A.V., Myasoedova V.A., Postnov A.Y., Nurbaev S.D., Bobryshev Y.V., Orekhov A.N. Mutation C3256T of Mitochondrial Genome in White Blood Cells: Novel Genetic Marker of Atherosclerosis and Coronary Heart Disease.// PLoS One.- 2012. Vol. 7, №10:e46573. doi: 10.1371/journal.pone.0046573. Epub 2012 Oct 2.
7. М.А.Сазонова, С.Д.Нурбаев, М.М. Чичёва, К.Ю. Митрофанов, А.Н.Орехов, А.Ю.Постнов, И.А.Собенин. Детекция митохондриальных мутаций генов цитохромов В и С в липофиброзных бляшках интимы аорты человека.// Патологическая физиология и экспериментальная терапия.- 2012.-№ 4-С.62-66.

8. Igor A. Sobenin, Margarita A. Sazonova, Anton Y. Postnov, Yuri V. Bobryshev, and Alexander N. Orekhov, Mitochondrial Mutations are Associated with Atherosclerotic Lesions in the Human Aorta.// Clin. Dev. Immunol.- 2012.2012:832464. Epub 2012 Sep 11.
9. М.А. Сазонова, В.В. Синёв., М.М.Чичёва, А.В. Желанкин, К.Ю.Митрофанов, А.Н. Орехов, И.А. Собенин. Анализ гетероплазмии некоторых генов субъединиц NADH дегидрогеназы в гомогенатах атеросклеротического поражения интимы аорты.//Патологическая физиология и экспериментальная терапия.- 2012.-№4-С.71-74.
10. Sobenin I.A., Sazonova M.A., Postnov A.Y., Bobryshev Y.V., Orekhov A.N. Changes of mitochondria in atherosclerosis: Possible determinant in the pathogenesis of the disease.//Atherosclerosis. -2013. Jan 25. doi: pii: S0021-9150(13)00041-5. 10.1016/j.atherosclerosis.2013.01.006. [Epub ahead of print].
11. Косогорова С.А., Сазонова М.А., Чичёва М.М., Митрофанов К.Ю., Желанкин А.В., Коробов Г.А., Собенин И.А. Анализ гетероплазмии митохондриальной мутации C5178A гена субъединицы 2 NADH дегидрогеназы в гомогенатах пораженной интимы аорты.//Биомедицинский журнал Medline.ru.- 2012.- Т. 13.- Ст.75- С. 895-899.
12. Sobenin I.A., Chistiakov D.A., Sazonova M.A., Ivanova M.M., Bobryshev Y.V., Orekhov A.N., Postnov A.Y. Association of the level of heteroplasmy of the 15059G>A mutation in the MT-CYB mitochondrial gene with essential hypertension.// World J. Cardiol. - 2013. May 26, Vol.5, №5- P.132-140. doi: 10.4330/wjc.v5.i5.132.
13. Сазонова М. А., Баринаева В. А., Синёв В. В., Чичёва М. М., Митрофанов К. Ю., Желанкин А. В., Хасанова З. Б., Егорова Л. А., Собенин И. А., Постнов А. Ю. Детекция уровня гетероплазмии мутации митохондриального генома G14459A в гомогенатах интимы аорты человека.// Атеросклероз и дислипидемии.- 2013.-№1-С.40 - 44.
14. М.А.Сазонова, С.Д.Нурбаев, А.В.Желанкин, М.М.Иванова, К.Ю.Митрофанов, И.А.Собенин, А.Ю.Постнов. Ассоциация мутаций митохондриальных генов субъединиц 1, 2, 5 и 6 NADH-дегидрогеназы с липофиброзными бляшками аорты человека.//Кардиологический вестник.- 2013.-Т.8 (20)-№1-С.32-35.
15. Sobenin I.A., Sazonova M.A., Postnov A.Y., Salonen J.T., Bobryshev Y.V., Orekhov A.N. Association of mitochondrial genetic variation with carotid atherosclerosis.// PLoS One. – 2013. Jul 9, Vol.8, №7:e68070. doi: 10.1371/journal.pone.0068070. Print 2013.
16. Синёв В.В., Сазонова М.А., Чичёва М.М., Митрофанов К.Ю., Желанкин А.В., Собенин И.А., Постнов А.Ю. Изучение гетероплазмии мутации митохондриального генома A1555G в гомогенатах пораженной атеросклерозом интимы аорты.// Атеросклероз и дислипидемии. -2013- №3-С.45-48.
17. Митрофанов К.Ю., Желанкин А.В., Сазонова М.А., Собенин И.А., Постнов А.Ю. Ассоциация мутаций ядерного генома с развитием инфаркта миокарда.// Атеросклероз и дислипидемии. -2013.-№ 2-С.56-60.
18. Anderson S., Bankier A.T., Barrell B.G., de Bruijn M.H., Coulson A.R., Drouin J., Eperon I.C., Nierlich D.P., Roe B.A., Sanger F., Schreier P.H., Smith A.J., Staden R., Young I.G. Sequence and organization of the human mitochondrial genome. April 1981.// Nature 290. (5806) –P. 457–465.
19. Yamagata K., Muro K., Usui J., Hagiwara M., Kai H., Arakawa Y., Shimizu Y., Tomida C., Hirayama K., Kobayashi M., Koyama A.. Mitochondrial DNA mutations in focal segmental glomerulosclerosis lesions.// J. Am. Soc Nephrol.- 2002.-Vol. 13, №7,P.1816-1823.
20. Sazonova M., Budnikov E., Khasanova Z., Sobenin I., Postnov A., Orekhov A. Studies of the human aortic intima by a direct quantitative assay of mutant alleles in the mitochondrial genome.// Atherosclerosis.- 2009-Vol. 204, №1, -P.184-190.
21. Sazonova M.A., Budnikov Y.Y., Khazanova Z.B., Postnov A.Y., Sobenin I.A., Orekhov A.N. Direct quantitative assessment of mutant allele in mitochondrial genome in atherosclerotic lesion of human aorta. //Atherosclerosis Suppl.- 2007.- Vol.8, №1-P.45-46.
22. М.А. Сазонова, А.Ю. Постнов, А.Н. Орехов, И.А. Собенин. Новый метод количественной оценки мутантного аллеля митохондриального генома.// Пат. физиол. и эксп. тер.,- 2011.-№4-С.81-84.

**Горбанева Е.П.<sup>1</sup>, Лагутина М.В.<sup>2</sup>, Ступина А.Ю.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Доктор медицинских наук, доцент; <sup>2</sup>аспирант, <sup>3</sup>студент, Волгоградская государственная академия физической культуры

# **КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ СПЕЦИАЛЬНУЮ ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СПОРТСМЕНОВ ФИТНЕС-АЭРОБИКИ РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

*Аннотация*

*Проведено исследование спортсменов специализации фитнес-аэробика различного возраста и квалификации, с целью выяснения ведущих физиологических факторов, определяющих специальную физическую работоспособность. Определена структура вклада изучаемых физиологических свойств (мощность, мобилизация, экономизация и устойчивость) в достижение необходимого уровня адаптированности к специфическим мышечным нагрузкам в фитнес-аэробике.*

**Ключевые слова:** специальная физическая работоспособность, фитнес-аэробика, многолетняя адаптация.

**Gorbaneva E.P.<sup>1</sup>, Lagutina M. V.<sup>2</sup>, Stupina A.Y.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>MD in medicals, associate professor; <sup>2</sup>Postgraduate student, <sup>3</sup>student, Volgograd state academy of physical culture

# **QUALITY DATA FUNCTIONAL TRAINING, DRIVEN BY THE SPECIFIC PHYSICAL PERFORMANCE SPORTSWOMEN FITNESS- AEROBICS VARIOUS SKILLS**

*Abstract*

*A study of athletes specialization aerobic fitness of various ages and skills in order to clarify the leading physiological factors determining the special physical performance. The structure of the deposit studied physiological properties (power, mobilization, economization and stability) to achieve the necessary level of adaptation to specific muscular exercise in fitness aerobics.*

**Keywords:** special physical performance, fitness-aerobics, long-term adaptation.

Физическая работоспособность является интегративным показателем функционального состояния и функциональной подготовленности организма спортсменов, а также важнейшим условием для развития физических качеств, основой способности организма к перенесению высоких специфических нагрузок и во многом определяет достижения спортсменов различных видов спорта практически на всех этапах многолетней тренировки [1].

Считается, что общая физическая работоспособность это уровень развития физических качеств и способностей, не свойственных данному виду спорта, но прямо или косвенно влияющих на достижения в избранном виде спорта [2]. В тоже время специальная физическая работоспособность – это уровень развития физических способностей, соответствующих специальным требованиям избранной спортивной специализации [2]. В связи с этим, знание структуры специальной физической работоспособности необходимо для проведения адекватного контроля функционального состояния организма спортсменов различных специализаций, а также оптимального управления тренировочным процессом на этапах многолетней адаптации организма к мышечной деятельности. В виду этого, целью исследования явилось выяснение роли функциональных свойств физиологических систем организма (мощности, мобилизации, экономизации, устойчивости) в обеспечении специальной физической работоспособности спортсменов фитнес-аэробики на различных этапах многолетней адаптации к мышечной деятельности.

**Организация и методы исследования.** В исследовании участвовали спортсменки фитнес-аэробики 3-х возрастно-квалификационных групп: этап начальной подготовки (10 – 11 лет); этап спортивного совершенствования (14 – 16 лет); этап высшего спортивного мастерства (17 – 21 год). Общее количество обследованных составило 49 человек. Для оценки функционального состояния проводилась регистрация параметров кардиореспираторной системы методами спирографии и торакальной тетраполярной реографии посредством диагностического комплекса "КМ-АР-01 Диамант", а также кардиомонитора «Polar». Регистрация показателей сенсомоторных систем спортсменок осуществлялось с помощью программного обеспечения экспериментально-диагностического комплекса, разработанного на базе факультета психологии Санкт-Петербургского государственного университета.

Для оценки специальной физической работоспособности спортсменок с учетом характера локомоций и пульсового режима выполнения основного соревновательного упражнения испытуемым предлагалось выполнить специфическую физическую нагрузку в виде на шагиваний на степ-платформу в течение 2-х минут высотой 20 см (h) в темпе 40 подъемов в минуту (n). Показатели частоты сердечных сокращений и артериального давления регистрировались сразу после выполнения нагрузки, а также в период восстановления (на 1-ой ( $B_1$ ) и 5-ой ( $B_5$ ) минутах).

Полученные результаты обработаны методами математической статистики с вычислением коэффициента корреляции ( $r$ ) мощности специальной физической работоспособности ( $W_{\text{спец}}$ ) с параметрами, характеризующими мощность, мобилизацию, экономизацию и устойчивость физиологических систем организма. Значения коэффициентов корреляции, отражающие средние и сильные статистические взаимосвязи между рассматриваемыми показателями, послужили основой для выделения доминантных факторов, обеспечивающих должный уровень специальной физической работоспособности спортсменок на разных этапах адаптации к мышечной деятельности. Сравнение полученных корреляционных взаимосвязей позволило установить уровень значимости факторов функциональной мощности, мобилизации, экономизации и устойчивости, как в отдельности, так и в целом на разных этапах многолетней подготовки в фитнес-аэробике.

**Результаты исследования.** Проведенный корреляционный анализ показал, что на начальном этапе подготовки в фитнес-аэробике величина специальной физической работоспособности имела сильную связь с показателем максимального потребления кислорода (МПК) и средней силы связи с величиной ударного объема кровообращения (CO) и длиной тела (ДТ), (табл. 1).

Таблица 1 - Корреляционные взаимосвязи величины специальной работоспособности с показателями функциональной мощности организма спортсменок фитнес-аэробики различного возраста и квалификации ( $r$ )

Фактор	Показатели	Возрастно-квалификационные группы		
		10-11 лет	14-16 лет	17-21 год
мощность	ДТ	<b>0,454</b>	<b>0,747</b>	<b>0,803</b>
	МПС	0,179	<b>0,675</b>	0,268
	СО	<b>0,466</b>	0,252	<b>0,407</b>
	МПК	<b>0,501</b>	<b>0,764</b>	<b>0,519</b>
	ЧСС $W_{\text{спец}}$	0,243	0,248	<b>0,457</b>
	АДС $W_{\text{спец}}$	0,379	<b>0,421</b>	0,208
	АДД $W_{\text{спец}}$	0,234	0,113	<b>0,421</b>
	ЖЕЛ	0,065	<b>0,579</b>	<b>0,672</b>
	ОФВ $_1$	0,208	<b>0,527</b>	0,124
	ПОС	0,230	<b>0,536</b>	0,112
	МОС $_{25}$	0,235	<b>0,532</b>	0,091
	Теппинг-тест (максимальный темп за 5 с)	0,071	<b>0,431</b>	0,152

Примечание: ОФВ $_1$  – объем форсированного выдоха за 1 секунду, ПОС - пиковая объемная скорость выдоха ; МОС $_{25}$  – мгновенная объемная скорость выдоха 25 % форсированной ЖЕЛ.

К этапу спортивного совершенствования возрастала взаимосвязь специальной работоспособности с показателями, характеризующими физическое развитие спортсменок - длиной тела, максимальной произвольной силой (МПС) и жизненной емкостью легких (ЖЕЛ) и функциональные возможности вентилаторного аппарата - МПК, объемно-скоростные параметры дыхания (ОФВ $_1$ , ПОС, МОС $_{25}$ ), а также с реактивностью систолического артериального давления на выполнение специфической нагрузки (АДС $W_{\text{спец}}$ ). При этом заметно уменьшалась сила взаимосвязи с показателем мощности сердечной деятельности (СО). Примечательно, что только на этом этапе специальная работоспособность оказалась в большей степени связанной с величиной теппинг-теста, характеризующего силу нервной системы, что может объясняться повышением сложности и интенсивности специфических физических нагрузок сложнокоординационного характера, выполняемых спортсменками при совершенствовании своего мастерства.

На этапе высшего спортивного мастерства было выявлено усиление взаимосвязи специальной физической работоспособности с показателями, отражающими морфофункциональный статус спортсменок (ДТ, ЖЕЛ) и производительность системы кровообращения (СО, ЧСС $_{\text{спец}}$ , АДД $_{\text{спец}}$ ).

В таблице 2 представлена динамика корреляционных отношений между величиной специальной физической работоспособности и параметрами функциональной мобилизации. Можно видеть, что мобилизационные возможности обуславливают специальную работоспособности спортсменок на двух этапах - начальном и заключительном. Причем на первом этапе - это мобилизационная способность центральной нервной системы и сердечно-сосудистой системы как при нагрузке, так и в восстановительном периоде, а на последнем – мобилизация восстановления системы кровообращения после нагрузки (АДСВ $_1$  /АДС $_{\text{покой}}$ ; ПДВ $_1$ /ПД $_{\text{покой}}$ ; СрАДВ $_1$ /СрАД $_{\text{покой}}$ ; ПДВ $_5$ /ПД $_{\text{покой}}$ ).

Таблица 2 - Корреляционные взаимосвязи величины специальной работоспособности с показателями функциональной мобилизации спортсменок фитнес-аэробики различного возраста и квалификации ( $r$ )

Фактор	Показатели	Возрастно-квалификационные группы		
		10-11 лет	14-16 лет	17-21 год
МОБИЛИЗАЦИЯ	СрАД $W_{\text{спец}}$ /СрАД $_{\text{покой}}$	<b>0,433</b>	0,122	0,252
	ЧССВ $_1$ /ЧСС $_{\text{покой}}$	<b>0,514</b>	0,171	0,085
	АДСВ $_1$ /АДС $_{\text{покой}}$	0,201	0,033	<b>0,575</b>
	ПДВ $_1$ /ПД $_{\text{покой}}$	<b>0,415</b>	0,044	<b>0,469</b>

	СрАД <sub>1</sub> /СрАД <sub>покой</sub>	<b>0,488</b>	0,059	<b>0,453</b>
	ПДВ <sub>5</sub> /ПД <sub>покой</sub>	0,281	0,091	<b>0,437</b>
	Теппинг-тест (приятный темп за 10 с)	<b>0,641</b>	0,217	0,028
	Латентный период реакции на слабый звуковой раздражитель	<b>0,576</b>	0,152	0,216
	Моторный период двигательной реакции	<b>0,510</b>	0,145	0,195

Примечание: СрАД – среднее артериальное давление, ПД – пульсовое давление.

Корреляционный анализ значимости функциональной экономизации физиологических систем организма в обеспечении специальной работоспособности спортсменов фитнес-аэробики представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Корреляционные взаимосвязи величины специальной работоспособности с показателями функциональной экономизации спортсменов фитнес-аэробики различного возраста и квалификации (r)

Фактор	Показатели	Возрастно-квалификационные группы		
		10-11 лет	14-16 лет	17-21 год
Экономичность-эффективность	УИ	<b>-0,744</b>	<b>-0,403</b>	0,306
	СИ	<b>-0,507</b>	-0,308	0,175
	КВ	<b>0,509</b>	0,094	0,201
	ЧД	-0,420	-0,102	-0,027
	ДО/ЧД <sub>МВЛ</sub>	<b>0,516</b>	0,306	0,223
	КП <sub>спец</sub>	0,026	0,381	<b>0,516</b>
	СО/ЧСС	<b>0,551</b>	0,074	<b>0,476</b>
	ТОВ	0,148	-0,098	<b>-0,565</b>

Примечание: МВЛ – максимальная вентиляция легких.

На начальном этапе подготовки получены достоверные коэффициенты корреляции величины мощности специальной нагрузки с показателями ударного и сердечного индексов (УИ, СИ), коэффициентом выносливости кровообращения (КВ), коэффициентом соотношения объемно-временных параметров кровообращения и дыхания (СО/ЧСС, ДО/ЧД<sub>МВЛ</sub>), а также количеством дыхательных циклов за одну минуту (ЧД).

К этапу спортивного совершенствования специальная физическая работоспособность спортсменов утрачивала сильные связи с экономичностью работы сердца (УИ, СИ, КВ, СО/ЧСС) и дыхания (ДО/ЧД<sub>МВЛ</sub>). Но в тоже время имела тенденция к увеличению вклада экономичности кислородного обеспечения при специфической мышечной деятельности (КП<sub>спец</sub>), величина которого достигала наибольшего значения к заключительному этапу. Также на последнем этапе увеличивалась роль эффективности сердечной деятельности (СО/ЧСС) в обеспечении специальной работоспособности спортсменов. При этом ведущее значение для нее имела координационная способность центральной нервной системы, что отражалось в наибольшем значении коэффициента корреляции мощности специальной физической работоспособности и показателя точности отмеривания временных интервалов (ТОВ).

Изучение обусловленности специальной физической работоспособности функциональной устойчивостью организма спортсменов фитнес-аэробики выявило, что ведущее значение для обеспечения устойчивой мышечной деятельности на начальном этапе подготовки имело соотношение симпатического и парасимпатического отделов нервной системы в регуляции вегетативных функций (баланс ВНС, LF/HF) (табл. 4).

С ростом квалификации спортсменов фитнес-аэробики в обеспечение специальной физической работоспособности увеличивался вклад показателей устойчивости функционирования центральной нервной системы. Так, на этапе спортивного совершенствования были обнаружены средней силы взаимосвязи величины специальной работоспособности с показателями частоты двигательных действий кисти за 30 секунд и в пятисекундные отрезки теппинг-теста.

Таблица 4 - Корреляционные взаимосвязи величины специальной работоспособности с показателями функциональной устойчивости спортсменов фитнес-аэробики различного возраста и квалификации (r).

Фактор	Показатели	Возрастно-квалификационные группы		
		10-11 лет	14-16 лет	17-21 год
устойчивость	ЗД <sub>выд</sub>	0,392	0,232	<b>0,436</b>
	баланс ВНС	<b>0,442</b>	0,138	0,287
	LF/HF	<b>0,466</b>	0,158	0,317
	Теппинг-тест за 30с	0,05	<b>0,432</b>	<b>0,510</b>
	Теппинг-тест, 1-е 5 с	0,021	<b>0,434</b>	0,165
	Теппинг-тест, 2-е 5 с	0,129	<b>0,457</b>	<b>0,588</b>
	Теппинг-тест, 3-е 5 с	0,086	<b>0,486</b>	0,489
	Теппинг-тест, 4-е 5с	0,226	<b>0,437</b>	<b>0,501</b>
	Теппинг-тест, 5-е 5с	0,154	0,327	<b>0,542</b>
	Теппинг-тест, 6-е 5с	0,066	0,371	<b>0,530</b>

На заключительном этапе подготовки прослеживалось усиление значимости устойчивости моторных нервных центров к повышенной афферентной импульсации от проприорецепторов мышц и поддержанием высокого ритма эфферентной импульсации мотонейронов, что возможно обусловлено выполнением высококвалифицированными спортсменками более интенсивной и сложной по координационной структуре мышечной деятельности.

Примечательно, что на этапе спортивного совершенствования в большей степени имела значение быстрота вработывания соматической регуляции (ТТ, 1-е 5 с, ТТ, 2-е 5 с, ТТ, 3-е 5 с, ТТ, 4-е 5 с), а на этапе высшего спортивного мастерства - способность нервных центров противостоять утомлению в заключительные пятисекундные отрезки теппинг-теста. Кроме того, поддержание стабильного функционального состояния спортсменов высокой квалификации было связано с гипоксической устойчивостью организма в пробе с задержкой дыхания (ЗД).

Дальнейший анализ результатов показал, что на разных этапах многолетней подготовки в обеспечении специфической работоспособности спортсменок фитнес-аэробики различное значение имеют как отдельные параметры, характеризующие функциональные свойства организма, так и в целом уровень качественных характеристик функциональной подготовленности организма (рис. 1). Так, на начальном этапе адаптации к физическим нагрузкам в обеспечении специальной физической работоспособности ведущую роль играет функциональная мобилизация, а затем функциональная экономизация и мощность.

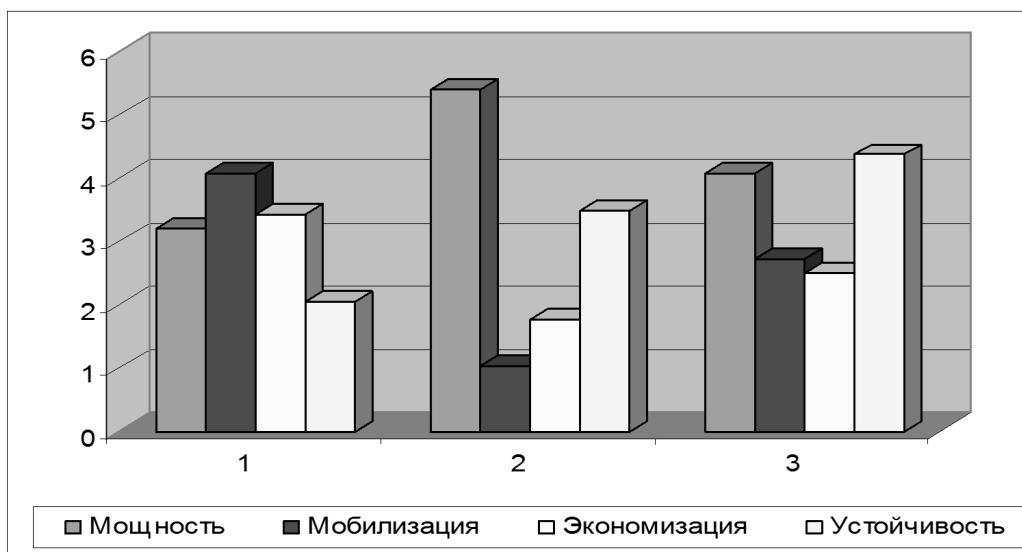


Рис. 1. Вклад различных качественных характеристик функциональной подготовленности в обеспечение специальной физической работоспособности спортсменок фитнес-аэробики различной квалификации (сумма коэффициентов корреляции факторов по этапам подготовки).

На промежуточном этапе основное значение для обеспечения высокого уровня специальной физической работоспособности спортсменок фитнес-аэробики приобретает функциональная мощность организма в сочетании с функциональной устойчивостью. При этом существенно понижает вклад функциональной мобилизации и экономизации в обеспечение специфической мышечной деятельности.

На заключительном этапе формирование должного уровня специальной физической работоспособности происходит при сохранении высокой степени значимости функциональной мощности организма и существенного повышения роли функциональной устойчивости (особенно функциональной устойчивости центральной нервной системы и устойчивости к метаболической гипоксии). При этом вновь наращивает свое влияние функциональная мобилизация и экономизация организма.

Выявленная динамика соотношения вклада изучаемых физиологических свойств в достижение необходимого уровня адаптированности к специфическим мышечным нагрузкам в фитнес-аэробики свидетельствовала о наличии специфических особенностей, отличающих ее от схемы, разработанной ранее для циклических и игровых видов спорта [1, 3], где на начальных этапах многолетней спортивной тренировки физическая работоспособность обеспечивалась высоким уровнем функциональной мощности, на этапе спортивного совершенствования – мобилизационными способностями организма, а на этапе высшего спортивного мастерства «доминирующее» значение занимала функциональная экономизация при сохранении высокого уровня значимости мобилизационных возможностей и утрате значений факторов морфофункциональной мощности.

#### Литература

1. Медведев Д.В. Физиологические факторы, определяющие физическую работоспособность человека в процессе многолетней адаптации к специфической мышечной деятельности: Автореф. дис. ...канд. биол. наук – Москва, 2007. – 24 с.
2. Солопов И. Н. Адаптация к физическим нагрузкам и физическая работоспособность спортсменов: учебное пособие. – Волгоград: ВГАФК, 2001. – 80 с.
3. Горбанёва Е.П., Викулов А.Д. Значение качественных характеристик и особенностей в структуре функциональной подготовленности спортсменов // Ярославский педагогический вестник: научный журнал. – Ярославль: Изд-во ЯГПУ, 2011. - № 2. – Т. III (Естественные науки). – С. 74 – 82.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

Абдрахманов Р.М.<sup>1</sup>, Егоров А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Магистрант, Челябинская Государственная Агроинженерная Академия; <sup>2</sup>Профессор, кандидат технических наук. Челябинская Государственная Агроинженерная Академия

#### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КАПИТАЛЬНО ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ

*Аннотация*

*Целью работы является, оценка капитально отремонтированных объектов по показателям безотказности.*

**Ключевые слова:** Безотказность, коэффициент готовности, надёжность.

Abdrahmanov R.M.<sup>1</sup>, Egorov A.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Master, Chelyabinsk State Agroengineering Academy; <sup>2</sup>Professor, candidate of technical Sciences, Chelyabinsk State Agroengineering Academy

#### EVALUATION OF THE QUALITY OF RECONSTRUCTED OBJECTS

*Abstract*

*Purpose of work is assessment is thorough renovated objects on indicators of reliability.*

**Keywords:** Reliability, availability, and reliability.

Достигнуть высоких показателей надежности возможно только при целенаправленной работе ремонтных предприятий над качеством ремонта. Что бы это стало возможным, необходимо знать уровень показателей надежности уже достигнутый предприятием. В настоящее время к ремонтным предприятиям предъявляют требования по наработке на отказ отремонтированных объектов, которая должна быть не меньше 80% от наработки на отказ новых.

Для повышения надежности как новых, так и капитально отремонтированных машин специальные службы занимаются своевременным сбором информации об их работе в процессе эксплуатации. В соответствии с существующим положением



ремонтные предприятия их должны получать путем организации и проведения эксплуатационных испытаний. Недостаток такой методики заключается в большой их длительности, что приводит в ряде случаев к запаздыванию получаемой информации и не позволяет принять своевременных мер, направленных на повышение качества ремонта слабых узлов и механизмов.

Одним из комплексных показателей надежности изделий, характеризующим как безотказность, так и ремонтпригодность их, является коэффициент готовности  $K_g$ , который определяется из выражения:

$$K_g = \frac{n}{n+n_p} \quad (1)$$

где,  $n$  - количество объектов, находящихся в данный момент времени в работоспособном состоянии.

$n_p$  - количество объектов, находящихся в этот момент в неработоспособном состоянии.

Достигнутый уровень качества ремонта объектов на предприятии по их безотказности определяется с использованием формулы (2).

$$\frac{T_o^p}{T_n^p} = \frac{K_g^p(1 - K_g^n)}{K_g^n(1 - K_g^p)} = m \quad (2)$$

где,  $T_o^p$ ,  $K_g^p$  - наработка на отказ и коэффициент готовности капитально отремонтированных объектов.

$T_n^p$ ,  $K_g^n$  - наработка на отказ и коэффициент готовности новых объектов.

При выполнении требований соответствующих стандартов к безотказности отремонтированных объектов величина ( $m$ ) должна быть равной или больше 80%. Используя нормативные значения количества отказов по группам сложности на 1000 моточасов для природно-климатической зоны ( $n_{гр.сл.}^p$ ) можно оценить абсолютное количество отказов по группам сложности для достигнутого уровня безотказности отремонтированных объектов:

$$n_{гр.сл.}^p = 0.8 \frac{n_{гр.сл.}^n}{m} \quad (3)$$

После определения уровня безотказности капитально отремонтированного объекта, выявляют причины не соответствующие нормам наработки на отказ.

#### Литература.

1. Курчаткина В.В. Надёжность и ремонт машин. М., Колос, 2000
2. Тельнова Н.Ф. Надёжность и ремонт машин. М., Агропромиздат, 1997
3. Черепанов С.С. Организация специализированного ремонтного производства. М., Колос, 1989.
4. Ульман И. Е. Техническое обслуживание и ремонт машин. - М.:Агропромиздат. 1990г.

Артёмьев А.В.<sup>1</sup>, Лобанов О.С.<sup>2</sup>, Минakov В.Ф.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Аспирант; <sup>2</sup>аспирант; <sup>3</sup> доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

#### ЗАТРАТЫ НА ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БАНКОВСКОМ СЕКТОРЕ: ЭФФЕКТ. ПРОБЛЕМЫ

*Аннотация*

*Рассмотрено влияние затрат на информационные технологии на доход и прибыль, а также взаимосвязь доли данных затрат в общей структуре расходов коммерческих банков России и полученной прибыли.*

**Ключевые слова:** информационные технологии, банк, прибыль, инновации.

Artemyev A.V.<sup>1</sup>, Lobanov O.S.<sup>2</sup>, Minakov V.F.<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Postgraduate student; <sup>2</sup> postgraduate student; <sup>3</sup> doctor of technical science, professor, St. Petersburg State University of economics

#### THE COST OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE BANKING SECTOR: THE EFFECT. PROBLEMS

*Abstract*

*The information technology cost impact on income and profits are considered, so the correlation between this cost share in total expenses and the received profit of commercial banks in Russia is.*

**Keywords:** information technology, bank, profit, innovations.

Инновации – двигатель прогресса, катализатор потребительского спроса и актуальный предмет современных исследований ученых [1, 2]. Существенная доля инноваций приходится на сферу информационных технологий и телекоммуникаций, которые на сегодняшний день обеспечивают деятельность любой организации [3 - 7]. Банковская сфера не является исключением. Последние тенденции развития бизнес-модели коммерческого банка заключается в переходе к массовому дистанционному обслуживанию. Основная цель такого подхода – сокращение издержек, связанных с обслуживанием клиентов непосредственно в отделениях персоналом.

Таким образом, приобретает актуальность вопрос оправданности инвестирования в информационные технологии в коммерческом банке.

В рамках исследования рассмотрены показатели деятельности первых 21 из списка самых прибыльных банков России [10]. В качестве источника данных использована официальная отчетность, размещенная на сайт ЦБ РФ [9], а именно: форма 102 (отчет о прибылях и убытках). Интересующие нас показатели представлены символами: 10000 (Всего по Главе I "Доходы"), 20000 (Всего по Главе II "Расходы"), 31001 (Прибыль после налогообложения), 26406 (Услуги связи, телекоммуникационных и информационных систем).

Таблица 1. Корреляция прибыли и затрат на ИТ

	Затраты на ИТ; доход	Затраты на ИТ; прибыль	Доля затрат на ИТ в общих затратах; прибыль
<b>Коэффициент корреляции</b>	0,953	0,989	-0,073
<b>Коэффициент детерминации</b>	0,908	0,978	0,005
<i>Без учета Сбербанка</i>			
<b>Коэффициент корреляции</b>	0,248	0,434	-0,323
<b>Коэффициент детерминации</b>	0,062	0,188	0,104

	Затраты на ИТ; доход	Затраты на ИТ; прибыль	Доля затрат на ИТ в общих затратах; прибыль
<i>Без учета Сбербанка и ВТБ</i>			
<b>Коэффициент корреляции</b>	0,360	0,519	-0,273
<b>Коэффициент детерминации</b>	0,130	0,269	0,075
<i>Без учета Сбербанка, ВТБ и Газпромбанка</i>			
<b>Коэффициент корреляции</b>	0,459	0,549	-0,224
<b>Коэффициент детерминации</b>	0,210	0,302	0,050

Если включить в рассматриваемую выборку Сбербанк, который находится на первом месте, то можно говорить о весьма тесной связи по шкале Чеддока. Более того, значимость коэффициента корреляции подтверждается с помощью t-критерия Стьюдента. Исключение Сбербанка из выборки приводит к кардинально отличающимся результатам. Связь практически отсутствует. О причинах необходимости исключения Сбербанка из любых рассматриваемых выборок при анализе банковского сектора, среди которых социальная направленность, реализация государственных программ и так далее, говорилось ранее [8]. Данные наблюдения как раз подтверждают этот факт.

Также стоит отметить, что исключение из выборки двух других банков (Газпромбанк, ВТБ), имеющих дополнительные источники финансирования, нехарактерные для отрасли в целом, практически не влияет на результат. То есть положение Сбербанка на рынке можно считать уникальным.

Таким образом, сами по себе инвестиции в ИТ не могут влиять на результаты финансовой деятельности коммерческого банка. Следовательно, необходимо рассматривать структуру таких затрат в контексте проблемы их таргетированности. Доля же затрат на ИТ в общей структуре расходов говорит о степени технологичности бизнес-процессов банка. Так ТКС, бизнес-модель которого более других ориентирована на дистанционное обслуживание, является лидером в рассматриваемой выборке (около 1% от общих расходов).

### Литература

1. Минаков В. Ф., Сотавов А. К., Артемьев А. В. Модель интеграции аналоговых и дискретных показателей инновационных проектов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2010. – № 6 (112). – С. 177–186.
2. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Модернизация региональных информационных ресурсов в облачные платформы и сервисы // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – № 10-3 (17). – С. 56-57.
3. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Инновационное развитие региональных информационных ресурсов как облачных платформ // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 12 (79). – С. 116–117.
4. Минаков В. Ф., Макачук Т. А., Артемьев А. В. Модель Басса в управлении инновационным развитием отрасли связи России // Качество. Инновации. Образование. – 2013. – № 8 (99). – С. 23-27.
5. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е., Барабанова М. И. Экономико-математическая модель этапа коммерциализации жизненного цикла инноваций // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2012. – Т. 2-2. № 144. – С. 180-184.
6. Барабанова М. И., Воробьев В. П., Минаков В. Ф. Экономико-математическая модель динамики дохода отрасли связи России // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2013. – № 4 (82). – С. 24-28.
7. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Инновационное развитие региональных информационных ресурсов как облачных платформ // Альманах современной науки и образования. 2013. – № 12 (79). – С. 116-117.
8. Артемьев А. В., Минаков В. Ф., Макачук Т. А. Управление обучением персонала коммерческого банка: эффекты. Синергия // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – № 3. – С. 11-15.
9. Справочник по кредитным организациям. Банк России. Электронный ресурс. URL: <http://www.cbr.ru/credit/> (дата обращения: 28.01.2014).
10. РБК. Рейтинг – Самые прибыльные и убыточные банки за 9 месяцев 2013 года. Электронный ресурс. URL: <http://rating.rbc.ru/article.shtml?2013/11/27/34070745> (дата обращения: 28.01.2014).

**Петроченко Е. В.<sup>1</sup>, Ахметова А.А.<sup>2</sup>, Шилова А.В.<sup>3</sup>, Ахмеева З.Р.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО МГТУ им. Г.И.Носова; <sup>2</sup>аспирант ФГБОУ ВПО МГТУ им. Г.И.Носова; <sup>3</sup>,

<sup>4</sup>студент ФГБОУ ВПО МГТУ им. Г.И.Носова

### **ВЛИЯНИЕ БОРА НА ПАРАМЕТРЫ КАРБИДНОЙ ФАЗЫ ВЫСОКОХРОМИСТЫХ КОМПЛЕКСНО-ЛЕГИРОВАННЫХ ЧУГУНОВ**

*Аннотация*

*Изучено влияние бора на параметры карбидной фазы, морфологию карбидов высокохромистого комплексно-легированного белого чугуна.*

**Ключевые слова:** Бор, параметры карбидной фазы, комплексно-легированный чугун.

**Petrochenko E. V.<sup>1</sup>, Akhmetova A.A.<sup>2</sup>, Shilova A.V.<sup>3</sup>, Ahmeeva Z.R.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Doctor of technical science, professor Magnitogorsk State technical University after by Nosov G.I., <sup>2</sup>post graduate student of Magnitogorsk State technical University after by Nosov G.I., <sup>3,4</sup>students Magnitogorsk State technical University after by Nosov G.I.

### **THE EFFECT OF BORON ON THE PARAMETERS OF THE CARBIDE PHASE HIGH-CHROMIUM COMPLEX ALLOY CAST IRON**

*Abstract*

*The effect of boron on the parameters of the carbide phase morphology of the carbides of high-chromium complex alloy cast iron.*

**Keywords:** boron, structure, cast iron

Комплексно-легированные белые чугуны (КЛБЧ) как конструкционный и инструментальный материал находит широкое применение во всех отраслях машиностроения. Это предопределяет широкий интерес, который все больше проявляется в последние годы к совершенствованию структуры и свойств этих сплавов.

Несмотря на то, что КЛБЧ представляют собой чрезвычайно важный класс материалов, характеризующийся сочетанием уникальных свойств, таких как высокая износостойкость в условиях интенсивного абразивного изнашивания (в несколько раз

превосходящая износостойкость легированных сталей, технологичность и экономичность в производстве), вопросы структурообразования этих чугунов недостаточно изучены.

Перспективным для увеличения срока службы деталей машин и инструментов, подвергающихся интенсивному абразивному изнашиванию при повышенных температурах является применение для их изготовления высокохромистых КЛБЧ. Подобные сплавы обладают повышенным комплексом механических и специальных свойств, таких как окалиностойкость, ростоустойчивость и износостойкость. Дальнейшего повышения свойств этих сплавов можно достигнуть за счет дополнительного микролегирования бором.

Одним из основных факторов, от которого зависят износостойкость и жаростойкость, являются характеристики карбидной фазы КЛБЧ.

В настоящей работе изучили влияние бора в количестве 0,005%, 0,01%, 0,02%, 0,03% на параметры карбидной фазы сплавов системы Fe-C-Cr-Mn-Ni-Ti-Al-Nb. Количественный анализ карбидной фазы проводили на анализаторе изображений Тихомет Pro. Результаты количественного анализа представлены в таблице. Сплавы заливали в сухую, сырую песчано-глиняные формы и чугунный кокиль. Это обусловило различные условия охлаждения.

В качестве исходного состава был выбран чугун, легированный хромом, марганцем, алюминием, ниобием, титаном, никелем. Данный чугун был разработан для работы в условиях повышенного абразивного изнашивания при высоких температурах [1, 2]. Структура этого чугуна представляет собой карбиды типа MC, дендриты аустенита и аустенитохромистокарбидную эвтектику.

Таблица - Количественный анализ карбидной фазы типа MC

Состав	Тип формы	Параметры карбидной фазы			
		Объёмная доля MC, %	Длина включений, L, мкм	Площадь включений, A, мкм <sup>2</sup>	Расстояние между карбидами MC, мкм
ИЧ220Х18Г4Ю2Б2НТ	сухая	3,38	4,45	22,4	96
	сырая	2,3	5,2	22	156
	кокиль	5,4	2,1	4,5	28
0,005% В	сухая	1,01	0,769	1,2	157
	сырая	1,33	1,99	4,45	159,7
	кокиль	0,983	1,019	0,9	89,3
0,01% В	сухая	0,85	2,07	4	229,9
	сырая	0,76	1,65	3,04	248,5
	кокиль	0,67	0,99	0,92	136,7
0,02% В	сухая	0,56	1,52	2,13	253
	сырая	1,25	1,96	3,58	148,7
	кокиль	0,84	0,901	0,78	108,6
0,03% В	сухая	1,12	1,51	2,83	174,2
	сырая	1,37	0,82	1,56	138,2
	кокиль	1,384	1,31	1,63	81,7

С увеличением количества бора до 0,01% объемная доля карбидов уменьшается по сравнению с исходным чугуном с 2,3-5,4%, до 0,67-0,85%, а при микролегировании 0,03%В увеличивается до 1,12-1,38% (рис. 1). Расстояние между карбидами с увеличением содержания бора до 0,01% возрастает с 28-156 мкм до 136-248 мкм, а при количестве бора 0,03% уменьшается до 81-174 мкм. Площадь карбидных включений, ее длина с увеличением скорости охлаждения уменьшается.

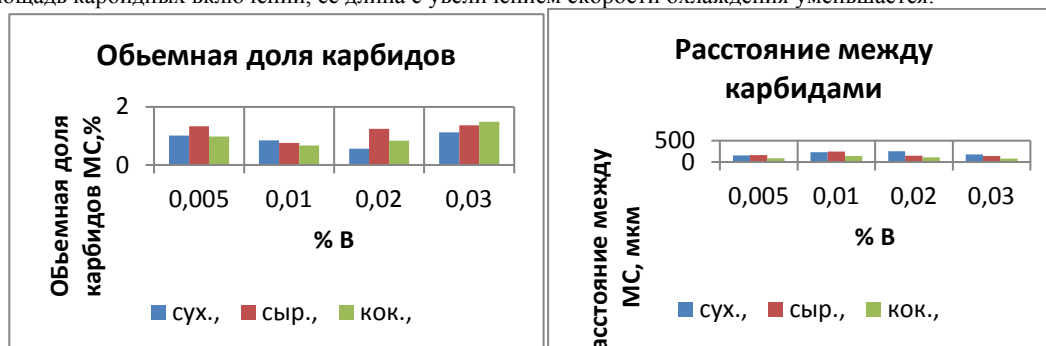


Рис. 1. Объемная доля карбидов и расстояние между ними в зависимости от количества бора и скорости охлаждения.

Микролегирование бором меняет морфологию карбидов MC с дендритной в исходном чугуне (рис. 2,а) на компактную форму (рис. 2,б). Располагаются карбиды MC преимущественно в эвтектике. Размеры дендритов аустенита с повышением содержания бора до 0,01% также уменьшаются, а потом увеличиваются при содержании бора 0,03%.

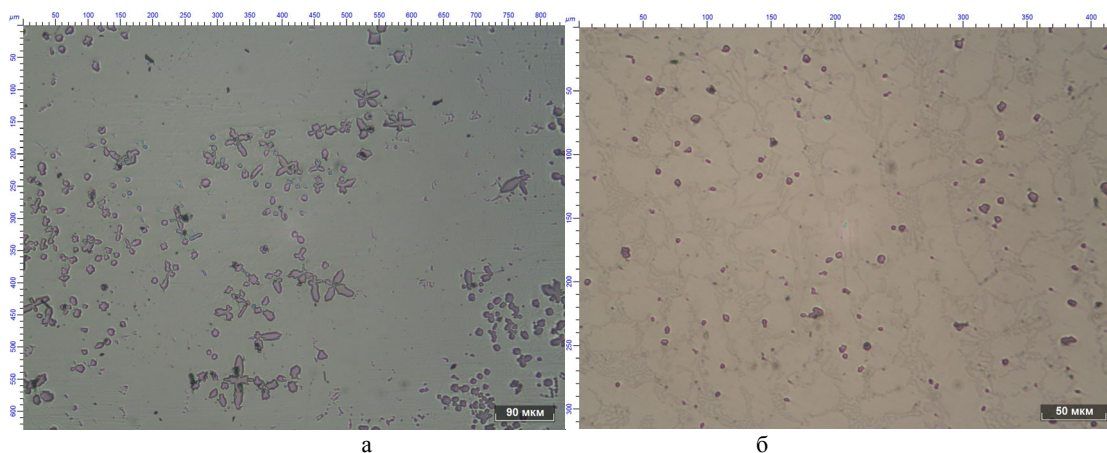


Рис. 2. Карбиды МС до (а) и после (б) микролегирования бором

Проведенные исследования позволили установить характер влияния микролегирования бором на морфологию, объемную долю карбидной фазы, длину, площадь карбидов и межкарбидное расстояние.

#### Литература

1. Колокольцев В.М., Петроченко Е.В., Молочкова О.С. Влияние химического состава, условий охлаждения при затвердевании на структуру и свойства жароизносостойких комплексно-легированных железоуглеродистых сплавов // Технология металлов. 2013. № 1 С. 10-14.
2. Петроченко Е.В., Молочкова О.С. Анализ взаимосвязи химического состава, условий охлаждения при затвердевании с особенностями строения сплавов, окисленной поверхности и свойствами комплексно-легированных белых чугунов // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2011. № 4 (36) С. 50-53.

**Бабоченко Н.В.**

Кандидат технических наук, доцент, Волгоградский государственный аграрный университет  
**АЛГОРИТМ СИЛОВОГО АНАЛИЗА ШАРНИРНО-СТЕРЖНЕВЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ С  
 ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ПРИВОДНЫМ МЕХАНИЗМОМ**

**Аннотация**

*В статье представлен манипулятор с двухзвенной шарнирно- стержневой стрелой и рассмотрен силовой анализ шарнирно- стержневого манипулятора с определением его зоны действия, используя пространственный метод координат, для решения задач направленных на определение силовых характеристик шарнирно-стержневых манипуляторов.*

**Ключевые слова:** манипулятор, шарниры, стержни, гидроцилиндры, статика.

**Babochenko N.V.**

Candidat of the technical sciences, assistant professor, Volgograd State Agricultural University  
**ALGORITHM ANALYSIS OF POWER JOINT-BAR MANIPULATOR SPATIAL DRIVE MECHANISM**

**Abstract**

*The article presents a manipulator with articulated hinge-rod boom and power analysis considered jointed manipulator rod with the definition of its coverage, using spatial coordinates method for solving aimed at determining the characteristics of power-rod pivotally manipulators.*

**Keywords:** manipulator's, joints, pivotal, hydrocylinds, static's.

Шарнирно-стержневые манипуляторы относятся к семейству погрузочных манипуляторов с пространственным приводным механизмом [1]. Главной особенностью подобных манипуляторов является наличие двух расположенных под углом друг к другу гидроцилиндров, штоки которых посредством особого шарнирного устройства соединены между собой и со стрелой – её коренной секцией. Противоположные концы (корпуса) этих цилиндров крепятся на основании с помощью шарниров с двумя степенями свободы. Указанные звенья образуют особый пространственный приводной механизм, ведущими звеньями которого являются гидроцилиндры. Цилиндры обеспечивают подъём (опускание) стрелы в вертикальной плоскости и её разворот на углы до  $\pm 65^\circ$  в горизонтальной плоскости.

Грузовая стрела манипулятора может быть шарнирно-сочлененной, в частности трехзвенной, как это предусмотрено в [1, 2]. Для задействования секций (звеньев) стрелы предусматриваются свои гидроцилиндры, которые работают в плоскости стрелы в обычном порядке. Предлагаемый шарнирно-стержневой гидроманипулятор (рис.1; [1,2]) формально включает двухзвенную шарнирно-сочлененную стрелу. В нём имеются: основание 1, два гидроцилиндра 2 и 3 для подъёма (опускания) и поворота коренной секции 4 и стрелы в целом. Штоки гидроцилиндров также соединены в особом шарнирном устройстве 5 со многими степенями свободы. Вторая секция 6 стрелы (рукоять с крюком на конце) приводится в действие двумя параллельно расположенными гидроцилиндрами 7.

В рассматриваемом манипуляторе сформирован целенаправленный силовой поток – звенья стрелы воспринимают усилия растяжения или сжатия. Обе секции стрелы – это пространственные фермы – большинство их узлов несут определенную функцию. В частности, в шарнирном устройстве 5 соединены между собой не только штоки гидроцилиндров 2 и 3, но стержни коренной секции 4 и корпуса гидроцилиндров 7 рукояти. Манипулятор в целом – вместе с гидроцилиндрами – представляет сложную, но функционально обусловленную пространственную ферму, геометрия которой видоизменяется не только за счёт изменения длины гидроцилиндров, но и дискретного регулирования длины верхних поясов (стержней) обеих секций стрелы.

При силовом расчете двухзвенной шарнирно-стержневой стрелы считаются известными координаты точек  $A(a, a, -c)$  и  $B(-a, a, -c)$  крепления гидроцилиндров пространственного приводного механизма на основании; в выбранных системах отсчёта (рис. 2), координаты опоры  $O$  равны нулю. Известны также геометрические размеры двухзвенной шарнирно-стержневой стрелы, длина гидроцилиндров и их ход штока. Плоские фермы треугольников и, в частности, плоская ферма  $OC$  коренной секции (рис. 1) первоначально трактуются как стержни, а при разработке расчётной схемы секции будет учитываться её реальная конструкция.

Требуется определить усилия  $F_1, F_2, F_3$  в штоках гидроцилиндров (параллельные гидроцилиндры  $CD$  рукояти рассматриваются как одно кинематическое звено). В числе искоемых величин реакции  $R_0$  и  $R_{01}$  в шарнирах  $O$  и  $O_1$  и момент в опорном шарнире  $O$  (на рис. 4, показан вектор-момент  $\overline{M}_0$ ). Изменения геометрии стрелы за счёт длины верхних стержней не рассматривается, как не принципиальное [1, 2].

Сначала определяются искомые величины в системе  $Ox_1y_1z_1$ , координатная плоскость  $Oy_1z_1$  которой отслеживает поворот стрелы в горизонтальной плоскости на угол  $\psi$  и совпадает с плоскостью стрелы. С учётом того, что коренная секция набрана из стержней, составляющие  $R_2$  и  $R_3$  реакции в опоре  $O$  направлены по стержням, а третья составляющая  $R_1$  – перпендикулярно плоскости стрелы – вдоль оси  $Ox_1$ .

Благодаря этому схема расчёта коренной секции и системы в целом упрощается – пространственная система сил сохраняется лишь по отношению к усилиям  $F_1$  и  $F_2$  в штоках гидроцилиндров пространственного приводного механизма. С учётом этого координаты  $x_C$  и  $x_K$  в системе  $Ox_1y_1z_1$  равны нулю.

Составим уравнения равновесия сил и моментов, действующих на шарнирно-стержневую стрелу, в подвижной системе координат  $Ox_1y_1z_1$ . При рассмотрении стрелы в целом усилие  $F_3$  в штоках гидроцилиндров рукояти и реакция в шарнире  $O_I$  являются внутренними силами.

С учётом этого имеем:

$$\begin{aligned} \frac{x_A}{l_1} \cdot F_1 - \frac{x_B}{l_2} \cdot F_2 + R_1 &= 0; \\ \frac{y_C + y_A}{l_1} \cdot F_1 + \frac{y_C - y_B}{l_2} \cdot F_2 - R_2 \cos \varphi + R_3 \cos(\varphi + \varphi_0) &= 0; \\ \frac{z_C + z_A}{l_1} \cdot F_1 + \frac{z_C + z_B}{l_2} \cdot F_2 - R_2 \sin \varphi + R_3 \sin(\varphi + \varphi_0) &= G_{cp} + G_1 + G_2; \\ \frac{(z_C + z_A)y_C - (y_C + y_A)z_C}{l_1} \cdot F_1 + \frac{(z_C + z_B)y_C - (y_C - y_B)z_C}{l_2} \cdot F_2 &= \\ = -(G_{cp} \cdot y_K + G_1 \cdot y_M + G_2 \cdot y_N); \\ \frac{x_A \cdot z_C}{l_1} \cdot F_1 + \frac{x_B \cdot z_C}{l_2} \cdot F_2 + M_0 &= 0; \\ \frac{x_A \cdot y_C}{l_1} \cdot F_1 + \frac{x_B \cdot y_C}{l_2} \cdot F_2 &= 0; \end{aligned} \quad (1)$$

где  $y_M, y_N$  – координаты вдоль оси  $Oy_1$  центров коренной секции и рукояти;  $z_A = z_B = -c$  (рис. 2).

В результате решения системы алгебраических уравнений (1), определяются искомые величины  $F_1, F_2, R_1, R_2, R_3, M_0$ . Во избежание громоздких выражений решение в общем виде не приводится. Вместе с тем, переходя от “затвердевшей” к реальной системе, отметим, что искомые величины являются функциями длины  $l_1$  и  $l_2$  гидроцилиндров и обобщённых координат  $\varphi$  и  $\psi$ . Следовательно, полное решение задачи силового анализа – это определение диапазона изменения названных величин, в том числе усилий  $F_1$  и  $F_2$  в штоках гидроцилиндров.

В отличие от традиционных монолитных коренных секций, здесь сила  $R_{Cx}$  проходит через специальный шарнир  $C$  и его цапфы, поэтому не образуется момент закручивания фермы  $OC$ . Сила  $R_{Cx}$  воспринимается поперечным сечением этой плоской фермы, которая, выполнена жёсткой – с перемычками (рис. 1). Сила  $R_1$  является незначительной и замыкается в опорно-поворотном устройстве – в опоре  $O$ .

Для определения остальных неизвестных  $F_3$  и  $R_{0I}$  можно рассматривать равновесие рукояти в той же системе координат  $Ox_1y_1z_1$ , координатная плоскость  $Oy_1z_1$  которой совпадает с плоскостью стрелы (рис. 2).

Силовой анализ выполняется согласно законам статики. Для рассматриваемого гидроманипулятора (с плавным и бесступенчатым регулированием скорости перемещения штоков гидроцилиндров, коренной секции, рукояти и груза) коэффициент динамичности  $\kappa_0 = 1,05 \dots 1,15$ .

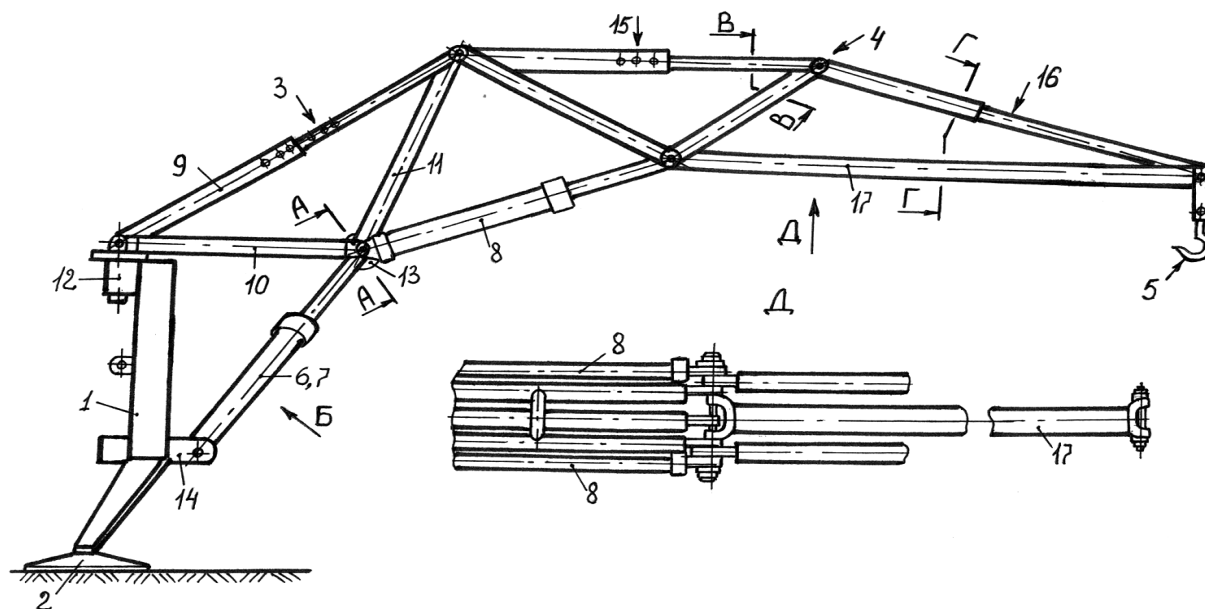


Рис. 1. – Шарнирно-стержневой гидроманипулятор

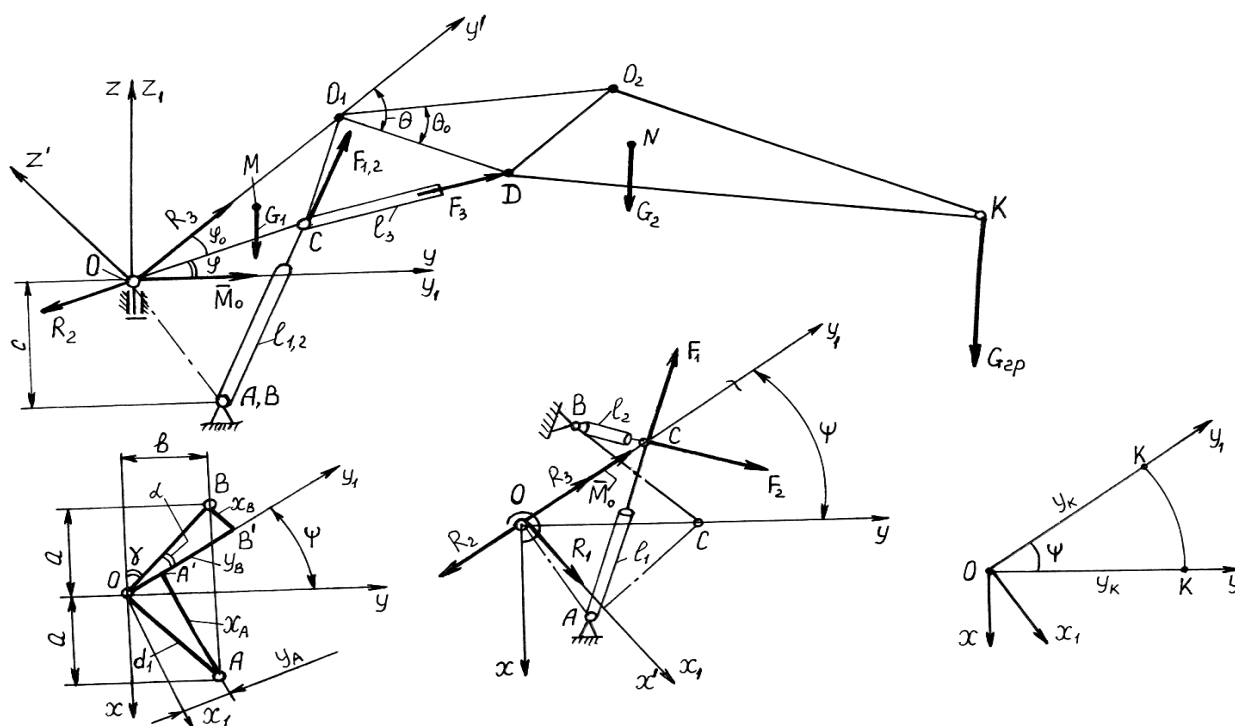


Рис. 2. – Силовая схема шарнирно-стержневого гидроманипулятора

#### Литература

1. Кривельская Н.В. Совершенствование сельскохозяйственных шарнирно-стержневых гидроманипуляторов с пространственным приводным механизмом: Дис. ... к-та техн. наук / ВГСХА. – Волгоград, 2004. – 196 с.
2. Кривельская Н.В. Совершенствование сельскохозяйственных шарнирно-стержневых гидроманипуляторов с пространственным приводным механизмом: Монография / ВГСХА. – Волгоград, 2010. – 104 с.

Письменный Е.Н., Рогачев В.А., Баранюк А.В., Семеняко А.В., Вознюк М.М.

Национальный технический университет Украины, "Киевский политехнический институт"

#### CFD-МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА ТРУБ УДОБООБТЕКАЕМОЙ ФОРМЫ С НЕПОЛНЫМ ПОПЕРЕЧНЫМ ОРЕБРЕНИЕМ

#### Аннотация

Статья посвящена актуальной задаче усовершенствования и создания эффективных теплообменных аппаратов на основе новых видов развитых конвективных поверхностей, состоящих из пакетов плоско-овальных труб с неполным поперечным оребрением, разработанных в НТУУ «КПИ»

**Ключевые слова:** эффективность, интенсивность теплообмена, численное моделирование, верификация.

Pis'mennyi E.N., Rogachev V.A., Baranyuk A.V., Semenyako A.V., Voznyuk M.M.

National technical university of Ukraine is the "Kiev polytechnic institute"

## CFD-MODELING OF PROCESSES OF HEAT EXCHANGE TUBES OF COMFORTABLE-SHAPED FORM WITH INCOMPLETE FINING

### *Abstract*

*The article is devoted the actual task of improvement and development of effective heat-exchange vehicles on the basis of new types of the developed convectiv surfaces, consisting of packages of trivial-oval tubes with incomplete transversal fining, developed in NTUU «KPI».*

**Keywords:** efficiency, intensity of heat exchange, that can be torn off flow, verification.

статья изъята

статья изъята



статья изъята

статья изъята

статья изъята

Булгакова О. Л.<sup>1</sup>, Бурков П.В.<sup>2</sup>, Убайдулаев Т.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Студент, <sup>2</sup>доктор технических наук, профессор, <sup>3</sup>студент, Томский политехнический университет

**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЯ НА РАЗРЫВ ПРИ РЕМОНТЕ ТРУБОПРОВОДОВ РАЗЛИЧНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ**

**Аннотация**

*Как известно, риск возникновения аварийной ситуации на магистральных нефтепроводах также зависит и от эффективности выбранного метода ремонта дефектного участка трубы. В данной работе сравнительный анализ эффективности различных технологий ремонта проводился испытанием на разрыв магистрального трубопровода.*

**Ключевые слова:** испытания на разрыв, трубопровод, методы ремонта

**Bulgakova O.L.<sup>1</sup>, Burkov P.V.<sup>2</sup>, Ubaydulaev T. A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Student, <sup>2</sup> doctor of Engineering Science, <sup>3</sup>student, Tomsk Polytechnic university

**ANALYSIS OF TENSILE TEST DATA IN PIPELINE REPAIR BY DIFFERENT TECHNOLOGY**

**Abstract**

*It's a well –known fact that risk of pipeline accidents also depends on effectiveness of selected method of pipeline defect repair. In this paper comparative analysis on the effectiveness of different repair technologies was carried out by tensile test of pipeline.*

**Keywords:** tensile test, pipeline, repair technologies.

В настоящее время перед строительными, проектными и эксплуатирующими организациями остро стоит вопрос, как продлить срок безаварийной эксплуатации нефтепроводов. В целях сохранения долговременного потенциала нефтепроводов в компаниях реализуются системы обеспечения надежности магистральных нефтепроводов, разрабатываются методы и технические средства устранения дефектов. Однако основной задачей, стоящей перед организациями, является анализ аварийных ситуаций и оценка надежности применяемых технологий.

Оценка степени аварийности невозможна без выявления факторов, приводящих к возникновению аварийных ситуаций. Согласно [1], причинами утечки нефти из трубопровода являются механические повреждения нефтепроводов - 33 % всех аварий, коррозия (внешняя и внутренняя) - 53 %; дефекты труб - 4 %; дефекты сварки - 3 %; эксплуатационные ошибки - 6 %; прочие - 1 %.

Исходя из полученных данных о распределении аварий предприятий трубопроводного транспорта нефти следует при составлении комплекса мероприятий по снижению аварийности: усилить контроль со стороны служб безопасности за линейной частью, усилить контроль за проведением аттестации сотрудников предприятия по промышленной безопасности, и, в первую очередь, усилить контроль за организацией и проведением ремонтных работ. Учитывая, что выборочный ремонт является часто применяемым методом, в данной работе предлагается рассмотреть надежность применения данной технологии

Сравнительный анализ различных технологий ремонта испытанием на разрыв магистрального трубопровода проводился на трубопроводе со следующими характеристиками: марка стали API 5L X65 (предел текучести = 448 МПа), Ду=762 мм, толщина стенки 17.5 мм. Целью данного исследования являлось изучение поведения отремонтированной трубы, используя испытания на разрыв и подбор лучшей технологии ремонта.

Поврежденные трубопроводы были отремонтированы сварной муфтой, КМТ, заваркой и Clock Spring.

Таблица 1. Методы ремонта и расположение дефектов

Тип	Расположение или метод	Размер дефекта		
		Длина, мм	Ширина, мм	Глубина, мм
Поврежденная труба	Основной металл (А)	200	50	14
	Сварной шов (В)	200	50	14
	V-образный надрез (С)	440	30	14
Отремонтированная труба	Сварная муфта (А)	200	50	14
	Сварная муфта (В)	200	50	14
	KMT (А)	200	50	14
	KMT(В)	200	50	14
	KMT (С)	440	30	14
	Clock Spring(А)	200	50	14
	Clock Spring(В)	200	50	14
	Наплавка металла 1	200	50	8.8
	Наплавка металла 2	150	50	11.5

Испытание было проведено повышением внутреннего давления до 28.44 МПа. Длина испытуемой трубы 2.5 м, на оба конца поставлены заглушки. Давление повышалось со скоростью 0.25 МПа/мин до 19.6 МПа, и 0.15 МПа/мин до 28.44 МПа. Изменение давления фиксировалось раз в секунду, при помощи компьютера. Для наблюдения за деформацией к телу поврежденной и ремонтируемой трубы были подсоединены датчики.

Таблица 2. Результаты испытания

Классификация		Приложенное давление, МПа	Кольцевые напряжения, МПа	Разрыв
Поврежденная труба	А	17.15	373.70	Да
	В	17.84	388.65	Да
	С	8.72	190.06	Да
Отремонтированная труба	Сварная муфта (А)	30.77	670.53	Нет
	Сварная муфта (В)	30.18	657.72	Нет
	KMT (А)	29.40	640.63	Нет
	KMT(В)	29.89	651.31	Нет
	KMT (С)	30.28	659.85	Нет
	Clock Spring(А)	25.87	563.76	течь
	Clock Spring(В)	28.42	619.28	Нет
	Наплавка металла 1	28.32	617.15	Нет
	Наплавка металла 2	28.32	617.15	Нет

При исследовании достоинств и недостатков, безопасности и надежности каждого метода ремонта, была подтверждена эффективность и безопасность технологий ремонта используемых для различных дефектов. Приварная муфта, KMT и Clock Spring имеют фактор безопасности более чем 2.5 при рабочем давлении 7.85 МПа. Более того, исследованные технологии могут быть использованы для ремонта работающего трубопровода с дефектами до 80 % . заварка при глубине дефектов до 65 % от толщины стенки.

#### Литература

1. Булавинцева А.Д., Мазуркин П.М. Динамика акарий по площади загрязнения на линейной части магистральных нефтепроводов ОАО «АК «Транснефть» Режим доступа: (дата обращения 29.04.2012) [http://www.rae.ru/snt/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=7796696](http://www.rae.ru/snt/?section=content&op=show_article&article_id=7796696)
2. РД-23.040.00-KTH-011-11 Классификатор дефектов магистральных и технологических нефтепроводов
3. American Society of Mechanical Engineers (2003). Gas transmission and Distribution Piping Systems, ASME B31.8. USA

**Курицын Б. Н.<sup>1</sup>, Кузнецов С. С.<sup>2</sup>, Бычкова И. М.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Доктор технических наук, профессор, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.; <sup>2</sup> ассистент, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.; <sup>3</sup> магистрант, Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.

#### ТЕПЛОВАЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ТРУБНЫХ РЕШЕТОК В ГРУНТОВОМ МАССИВЕ

##### Аннотация

*В статье излагаются материалы теоретических исследований теплового взаимодействия между грунтовым массивом и системой трубопроводов, приводятся результаты экспериментальной апробации математических моделей на установке электротеплового моделирования.*

**Ключевые слова:** грунт, трубная решетка, тепловая интерференция, моделирование.

**Kuritsin B.N.<sup>1</sup>, Kuznetsov S.S.<sup>2</sup>, Bichkova I.M.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Doctor of technical sciences, professor, Saratov State Technical University named after Gagarin Yu. A.; <sup>2</sup>assistant professor, Saratov State Technical University named after Gagarin Yu. A.; <sup>3</sup>master, Saratov State Technical University named after Gagarin Yu. A.

#### THERMAL INTERFERENCE OF ELEMENTS OF TUBE PLATES IN THE EARTHEN ARRAY

##### Abstract

*The article contains materials of theoretical researches of thermal interaction between the earthen array and system of pipelines are used, results of experimental approbation of mathematical model of installation on electrothermal modeling are given.*

**Keywords:** ground, tube plate, thermal interference, modeling.

В современной практике инженерного оборудования зданий все более широкое применение находят трубчатые грунтовые теплообменники. Они используют природное тепло (холод) грунтового массива в установках теплонасосного отопления и горячего водоснабжения, в системах приточной вентиляции для нагрева (охлаждения) воздуха, в установках естественной регазификации сжиженных газов и в других технических решениях [1, 2, 3].

Рациональное размещение грунтового теплообменника, прилегающей к зданию, требует изучение такого важного вопроса, как тепловая интерференция элементов теплообменника при различных вариантах его компоновки. В целях компактности теплообменник может быть выполнен в виде змеевика (регистра) из труб, уложенных в грунте параллельно на определенном расстоянии друг от друга.

Взаимное тепловое влияние труб (тепловая интерференция) снижает удельный теплоприток (удельную холодопроизводительность) в расчете на 1 м трубопровода. Количественно этот эффект можно учесть с помощью коэффициента  $\mu$ , который представляет собой отношение удельного теплопритока на единицу длины трубной решетки к удельному теплопритоку на единицу длины одиночного трубопровода.

Сформулируем задачу следующим образом. В однородном полугораниченном массиве (грунте) теплопроводностью  $\lambda$  на глубине  $h$  заложена цепочка из  $n$  цилиндрических труб длиной  $l$  и радиусом  $r_0$ . Трубы расположены параллельно с шагом  $S$  так, как это показано на рис. 1. На поверхности труб поддерживается постоянная температура  $t_{mp}$ , на поверхности массива – температура  $t_{cp}$ . Температурный градиент по глубине массива и фазовые превращения воды в грунте отсутствуют.

Для решения задачи воспользуемся принципом квазистационарных тепловых состояний в сочетании с методом средних потенциалов (метод Г. Хой) [2, 4]. В качестве исходной предпосылки примем следующие допущения:  $l \gg r_0$  и  $h \gg r_0$ .

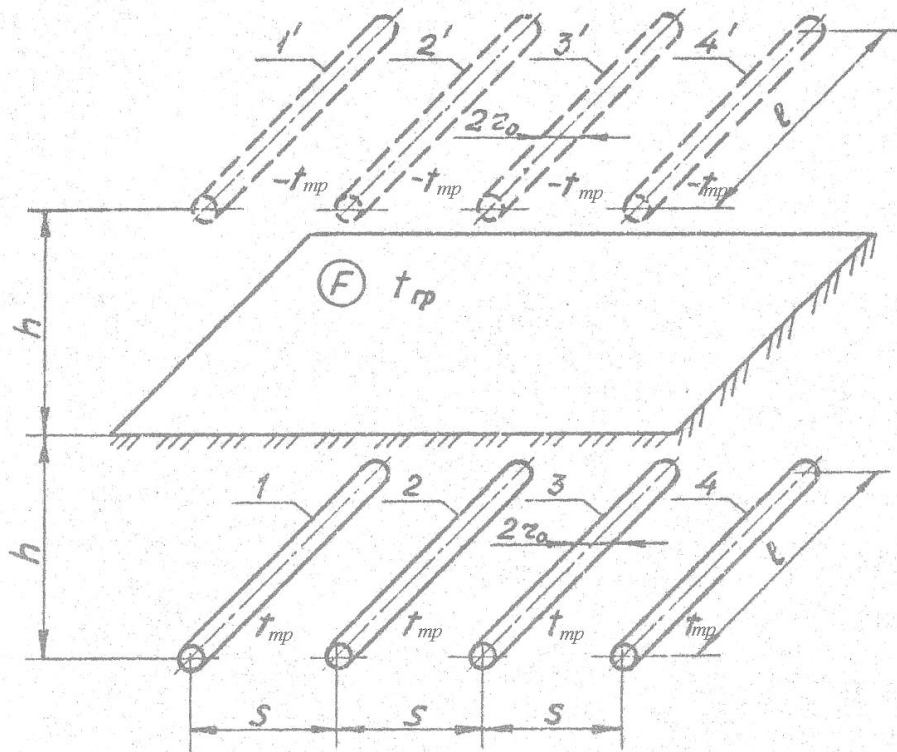


Рис. 1 - К расчету тепловой интерференции трубных решеток в грунтовом массиве

Считая, что тепловой поток распределен по поверхности трубопровода равномерно с линейной плотностью  $q$ , запишем уравнение, определяющее среднеинтегральную разность температур между грунтом и поверхностью одиночного трубопровода [4]:

$$(t_{cp} - t)_{cp} = \frac{q}{2\pi\lambda} \left[ \left( arSh \frac{l}{r_0} - 1 \right) - \left( arSh \frac{l}{2h} - \sqrt{1 - \frac{4h^2}{l^2} + \frac{2h}{l}} \right) \right] \quad (1)$$

Перепишем (1) следующим образом:

$$(t_{cp} - t)_{cp} = \frac{q}{2\pi\lambda} (\varphi_{11} - \varphi_{11'}), \quad (2)$$

Где  $\varphi_{11}$  и  $\varphi_{11'}$  - геометрические параметры, характеризующие тепловое взаимодействие самой трубы и ее отображения.

Уравнение (2) можно распространить также на цепочку из  $n$  параллельных труб конечной длины.

Тогда среднеинтегральная разность температур между грунтом и поверхностью  $k$ -й трубы будет иметь следующий вид:

$$(t_{cp} - t)_{cp.k} = \frac{1}{2\pi\lambda} \left[ \left( q_k \varphi_{kk} + \sum_{i=1}^{k-1} q_i \varphi_{ki} + \sum_{i=k+1}^n q_i \varphi_{ki} \right) - \left( q_k \varphi_{kk'} + \sum_{i=1}^{k-1} q_i \varphi_{ki'} + \sum_{i'=k+1}^n q_{i'} \varphi_{ki'} \right) \right], \quad (3)$$

Где  $\varphi_{kk}$  и  $\varphi_{kk'}$  - геометрические параметры, характеризующие взаимодействие  $k$ -й трубы и ее отображения;

$\varphi_{ki}$  и  $\varphi_{ki'}$  - геометрические параметры, характеризующие воздействия  $i$ -й трубы и ее отображения на  $k$ -ю трубу;

$q_i, q_{i'}$  - линейная плотность теплового потока на поверхностях  $i$ -й и  $k$ -й труб.

Примем, на основании (1) и (2):

$$\varphi_{kk} = arSh \frac{l}{r_0} - 1; \quad (4)$$

$$\varphi_{kk'} = arSh \frac{l}{2h} - \sqrt{1 + \frac{4h^2}{l^2} + \frac{2h}{l}}; \quad (5)$$

$$\varphi_{ki} = arSh \frac{l}{mS} - \sqrt{1 + \frac{2m^2 S^2}{l^2}} + \frac{mS}{l}; \quad (6)$$

$$\varphi_{ki'} = arSh \frac{l}{r} - \sqrt{1 + \frac{r^2}{l^2}} + \frac{r}{l}, \quad (7)$$

где  $S$  – расстояние между трубами;

$m$  – число пролетов между  $k$ -й и  $i$ -й трубами;

$r$  – расстояние между  $k$ -й трубой и отображением  $i$ -й трубы, определяемое по формуле

$$r = \sqrt{m^2 S^2 + 4h^2}. \quad (8)$$

Аналогичные выражения можно записать для остальных труб решетки. Полагая  $(t_{zp} - t)_{cp, \kappa} = t_{zp} - t_{mp}$ , приходим к системе из  $n$ -линейных уравнений:

$$1 = \sum_{\kappa=1}^n \frac{1}{2\pi\lambda(t_{zp} - t_{mp})} \left[ \left( q_{\kappa} \varphi_{\kappa\kappa} + \sum_{i=1}^{\kappa-1} q_i \varphi_{ki} + \sum_{i=\kappa+1}^n q_i \varphi_{ki} \right) - \left( q_{\kappa} \varphi_{\kappa\kappa'} + \sum_{i'=1}^{\kappa-1} q_i \varphi_{ki'} + \sum_{i'=\kappa+1}^n q_i \varphi_{ki'} \right) \right], \quad (9)$$

решая которую, находим линейную плотность теплового потока на поверхности трубопроводов:

$$q_k = \frac{2\pi\lambda(t_{zp} - t_{mp})}{f(\varphi)}, \quad (10)$$

Где  $f(\varphi)$  – функция от геометрических параметров трубной решетки.

Общий теплоприток ко всем трубам решетки:

$$Q_p = \sum_{k=1}^n q_k l. \quad (11)$$

Величину удельного теплопритока для одиночного трубопровода эквивалентной длины  $L=nl$  получим по формуле (1) при  $(t_{zp} - t)_{cp.} = t_{zp} - t_{mp}$ :

$$q = \frac{2\pi\lambda(t_{zp} - t_{mp})}{arSh \frac{L}{r_0} - 1 - arSh \frac{L}{2h} + \sqrt{1 - \frac{4h^2}{L^2} - \frac{2h}{L}}}. \quad (12)$$

В частном случае при  $l \gg h$  уравнение (12) принимает вид:

$$q = \frac{2\pi\lambda(t_{zp} - t_{mp})}{\ln \frac{2h}{r_0}}. \quad (13)$$

Общий теплоприток для всей длины одиночного трубопровода:

$$Q_0 = \frac{2\pi\lambda nl(t_{zp} - t_{mp})}{\ln \frac{2h}{r_0}}. \quad (14)$$

Коэффициент  $\mu$ , учитывающий снижение теплопритока вследствие тепловой интерференции элементов трубной решетки:

$$\mu = \frac{Q_p}{Q_0} = \frac{\ln 2h / r_0}{n \sum_{k=1}^n f(\varphi)}. \quad (15)$$

Система уравнений (1÷15) формирует математическую модель тепловой интерференции грунтовых теплообменников с горизонтальным расположением трубной решетки. Предложенная модель удобна для программирования и успешно реализуется средствами вычислительной техники.

В качестве практического применения предложенной математической модели (1-15) оценим тепловую интерференцию элементов грунтового теплообменника со следующими геометрическими параметрами:  $r_0=0,011$  м,  $h=2,5$  м;  $l=6,0$  м. Результаты расчетов для трубных решеток с числом элементов  $n=2$  и 6 при шаге между трубами  $S$  от 0,25 до 2,0 м представлены на рис. 2.

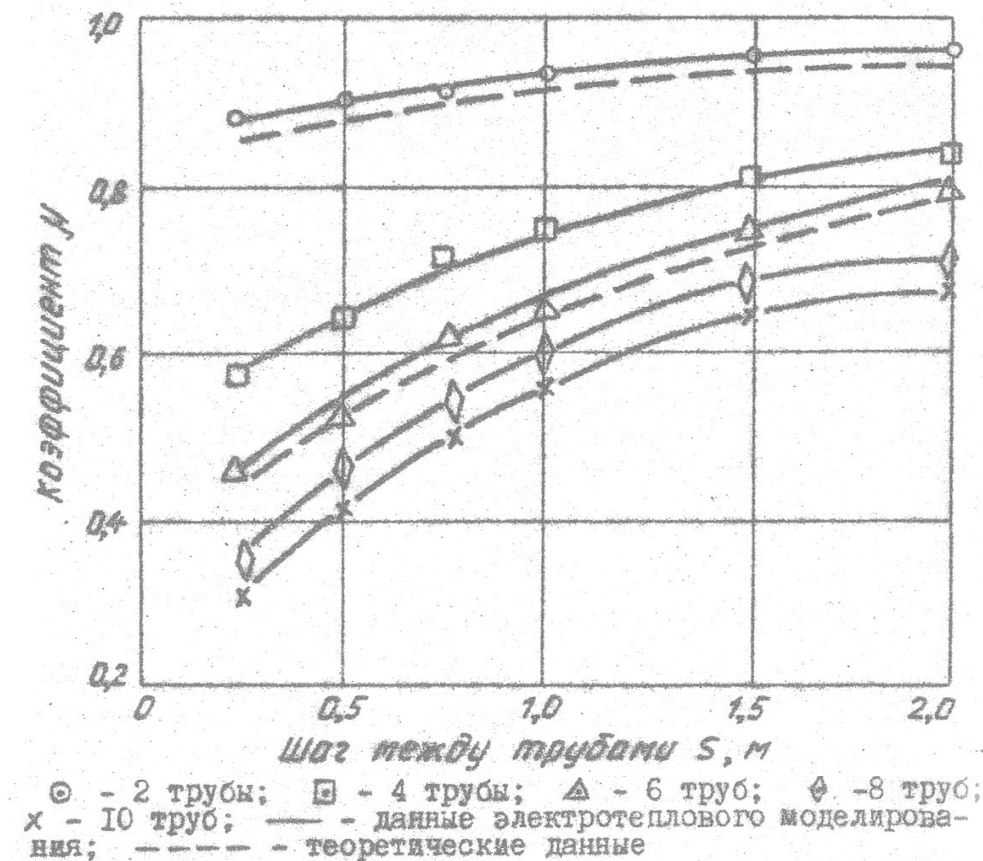


Рис. 2 - Значения коэффициента  $\mu$  для трубных решеток в грунтовом массиве

Для сравнения на том же графике приводятся экспериментальные данные, полученные на установке электротеплового моделирования. Как видно из графика, результаты расчетов хорошо согласуются с данными экспериментальных исследований. Среднее расхождение результатов составляет 6,8 %; причем, как правило, теоретические расчеты дают более низкие значения коэффициента  $\mu$ . Такое соотношение вполне оправдано, если учесть, что применение метода среднего потенциала обычно предопределяет заниженную величину расчетного теплопритока [4].

Использование предложенной математической модели в инженерной практике способствует совершенствованию методов расчета и проектирования трубчатых грунтовых теплообменников и повышает качество проектных проработок.

#### Литература

1. Курицын Б. Н., Юшин А. Н. Грунтовые теплообменники в системах инженерного оборудования зданий // Научно-технический калейдоскоп. – Ульяновск: Издательство УлГТУ. – 2001. – № 10. – С. 65-67.
2. Курицын Б. Н., Павлутин М. В., Осипова Н. Н. Испарительные установки сжиженного газа с трубчатыми грунтовыми теплообменниками // Инженерные системы: АВОК-Северо-Запад. – № 1 (27). – 2007. – С. 48-51.
3. Курицын Б. Н., Осипова Н. Н. Использование природного холода грунта в системах бытового кондиционирования воздуха // Научно-технические проблемы совершенствования и развития систем газоснабжения. Сборник научных трудов. – Саратов: Издательство СГТУ. – 2006. – С. 196-203.
4. Иосель Ю. А. Расчет потенциальных полей в энергетике. – СПб.: Энергия. – 1998. – 350 с.

Пуринг С. М.<sup>1</sup>, Ватузов Д. Н.<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, <sup>2</sup>соискатель, Самарский государственный архитектурно-строительный университет;  
**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ – ОСНОВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ УСТАНОВОК ПО ОЧИСТКЕ ВОЗДУХА ОТ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ**

#### Аннотация

Определена задача совершенствования аппаратов очистки воздуха от субмикронных капельных аэрозолей. Указаны основные параметры, влияющие на эффективность работы аппаратов. Сконструирована опытная установка для определения значимых параметров. Проведен ряд экспериментов по их определению.

**Ключевые слова:** субмикронные частицы, эффективность очистки, гидравлическое сопротивление, число Рейнольдса, аэродинамический стенд, сепарация аэрозолей.

Puring S.M.<sup>1</sup>, Vatusov D.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PhD in Engineering Sciences, <sup>2</sup>applicant for a degree, Samara State University of Architecture and Civil Engineering

#### EXPERIMENTAL STUDIES - THE BASIS OF THE DESIGN OF INSTALLATIONS FOR AIR PURIFICATION FROM SUBMICRON PARTICLES

#### Abstract

The task to improve air purification devices from sub-micron droplet aerosols has been identified. Were the main parameters affecting the efficiency of the apparatus. The pilot plant to determine the relevant parameters was constructed. We made a series of experiments to determine these parameters.

**Keywords:** submicron particles, cleaning efficiency, flow resistance, the Reynolds number, aerodynamic stand, separation of aerosols

Учитывая увеличивающееся внедрение в производство наноматериалов и нанотехнологий и повышение требований к обеспечению чистоты производственных помещений достаточно актуально создание и совершенствование аппаратов очистки воздуха от субмикронных частиц [1-3]. Основными параметрами, характеризующими эффективность работы аппарата по



очистке воздуха от тонкодисперсных частиц, являются эффективность очистки воздуха и аэродинамическое сопротивление аппарата [4-6]. Причем коэффициент эффективности очистки аппарата представляет собой зависимость [7-9].

$$\eta = f(l, R_3, U_m, V), \quad (1)$$

а аэродинамическое сопротивление зависимость:

$$\Delta P = f(\lambda, l, R_3, U_m, \xi, \rho) \quad (2)$$

где:  $l$  – длина осадительного элемента, м,  $R_3$  – гидравлический радиус, м,  $U_m$  – средняя скорость движения аэрозоля (м/с);  $V$  – скорость осаждения частиц (м/с),  $\rho$  – плотность газовой смеси (кг/м<sup>3</sup>),  $\lambda$  – коэффициент сопротивления трения;  $\xi$  – потери в местных сопротивлениях. Незвестные значения параметров возможно определить по полуэмпирическим зависимостям или опытным путем [4-9]. Но, определение опытным путем предпочтительнее, поскольку дает более точные результаты применительно к конкретному типу аэрозоля и условиям гидродинамики рассматриваемой дисперсной среды.

Для определения конструктивных характеристик данных аппаратов и выявления возможных расчетных аналитических зависимостей был проведен ряд экспериментов.

Установка (рисунок 1) представляет собой аэродинамический стенд с линией всасывания, где выправленный лемнискатным входом поток рассчитан на малые скорости течения. Побудителем движения является центробежный вентилятор ВВД. Для регулирования расхода воздуха после вентилятора установлен шибер со сменными диафрагмами. В напорной части, наоборот, возможно достижение достаточно высоких скоростей и избыточного давления. Здесь, в камере давления, установлены сетка и

тарированный коллектор, коэффициент сопротивления которого  $\xi = 0,02$ , к которому через патрубок происходит присоединение испытуемого элемента.

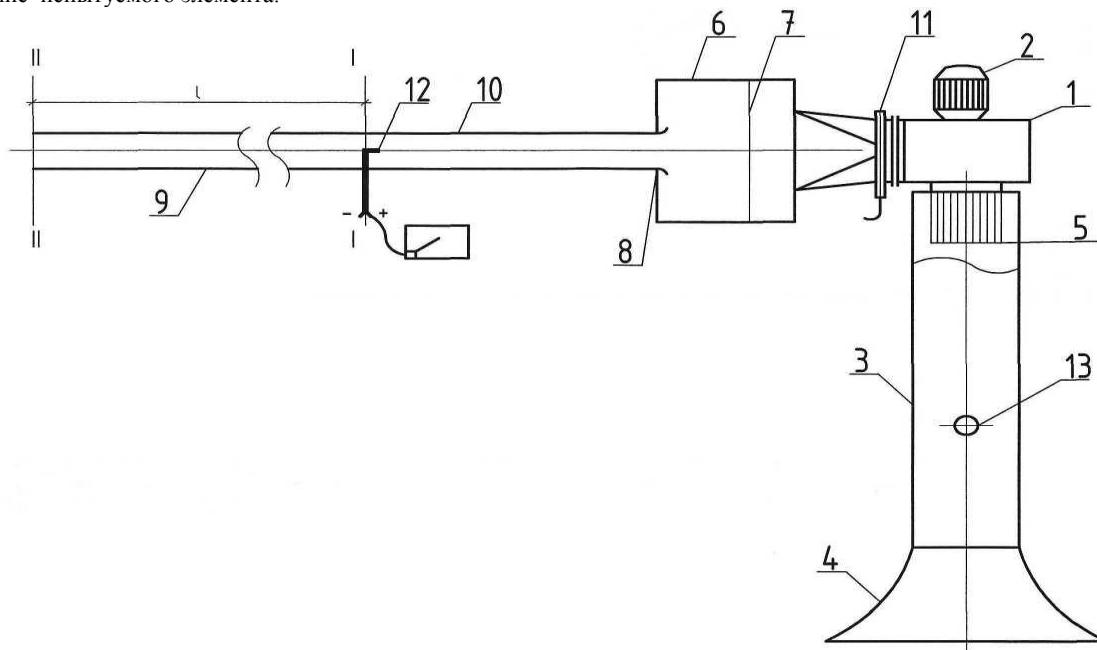


Рис. 1. Аэродинамический стенд для проведения опытных исследований:

1 – вентилятор; 2 – электродвигатель; 3 – аэродинамическая труба; 4 – приемный коллектор; 5 – хонейкомб; 6 – камера давления; 7 – сетка; 8 – нагнетательный элемент; 9 – испытуемый элемент; 10 – соединительная труба; 11 – шибер; 12 – пневмометрическая трубка; 13 – окно для замера давления, температуры, скорости.

С использованием этой установки проводились опыты по определению коэффициентов сопротивления трения  $\lambda$  и полного гидравлического сопротивления  $\Delta P_n$  труб и каналов, знание величины которых необходимо для последующих исследований по сепарации аэрозолей.

Экспериментальные значения коэффициента сопротивления трения определяются с использованием уравнения Дарси-Вейсбаха:

$$\Delta P_{тр} = \lambda \frac{l}{D} \frac{\rho}{2} U_m^2, \quad (3)$$

где  $\Delta P_{тр}$  – потери давления на трение, Па,  $l$  – длина исследуемого элемента, м,  $D$  – диаметр воздуховода (для круглых труб) или эквивалентный диаметр (для каналов), м.

Потери давления на участке равны, с одной стороны, сумме потерь давления на трение  $\Delta P_{тр}$  и в местных сопротивлениях  $\Delta P_m$

$$\Delta P_n = \Delta P_{тр} + \Delta P_m, \quad (4)$$

где  $\Delta P_m = \xi \frac{\rho}{2} U_m^2$ ,  $\xi$  – потери в местных сопротивлениях (выход и вход из труб и каналов принят свободным, соответственно  $\xi_{вх}=0,5$ ,  $\xi_{вых}=1,0$ ).

А, с другой стороны, потери давления на участке равны разности полных давлений в начале и конце участка

$$\Delta P_n = P_n^I - P_n^{II} = (P_{ст}^I + P_d^I) - (P_{ст}^{II} + P_d^{II}), \quad (5)$$

где  $P_{ст}^I$ ,  $P_{ст}^{II}$  и  $P_d^I$ ,  $P_d^{II}$  – статическое и динамическое давления в сечениях I-I и II-II.

Учитывая, что для труб постоянного сечения при постоянном расходе газовой смеси  $P_d^I = P_d^{II}$  и для концевой сечения II-II  $P_{ст}^{II}=0$  формула (3) принимает вид

$$\Delta P_n = P_{ст}^I, \quad (6)$$

Поскольку  $P_d = \rho u^2 / 2$ , с использованием формул (3-5)

$$\lambda = \frac{P_{ст}^I / P_d^I - \xi}{l/d} \quad (7)$$

Достоверность проведенных исследований проверялась расчетом по теоретическим формулам.

При ламинарном движении ( $Re < 2320$ ) коэффициент трения определяется по формуле Пуазейля

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (8)$$

Теоретическое значение величины  $\lambda$  при турбулентном движении определялось по формуле Блазиуса, используемой для гладких труб ( $Re \leq 10^5$ )

$$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{1/4}} \quad (9)$$

или формуле Альтшуля, применяемой в общем случае

$$\lambda = \frac{0,11}{(68/Re + k/D)^{1/4}} \quad (10)$$

$$Re = \frac{U_m D}{\nu}$$

где  $Re$  – критерий Рейнольдса,  $\nu$  – кинематическая вязкость воздуха,  $m^2/s$  (при  $20^\circ C$   $\nu = 15 \cdot 10^{-6}$ ),  $k$  – эквивалентная шероховатость,  $m$  (для стальных труб  $k = 1 \cdot 10^{-4}$ , для латунных и медных  $k = 2 \cdot 10^{-6}$ ).

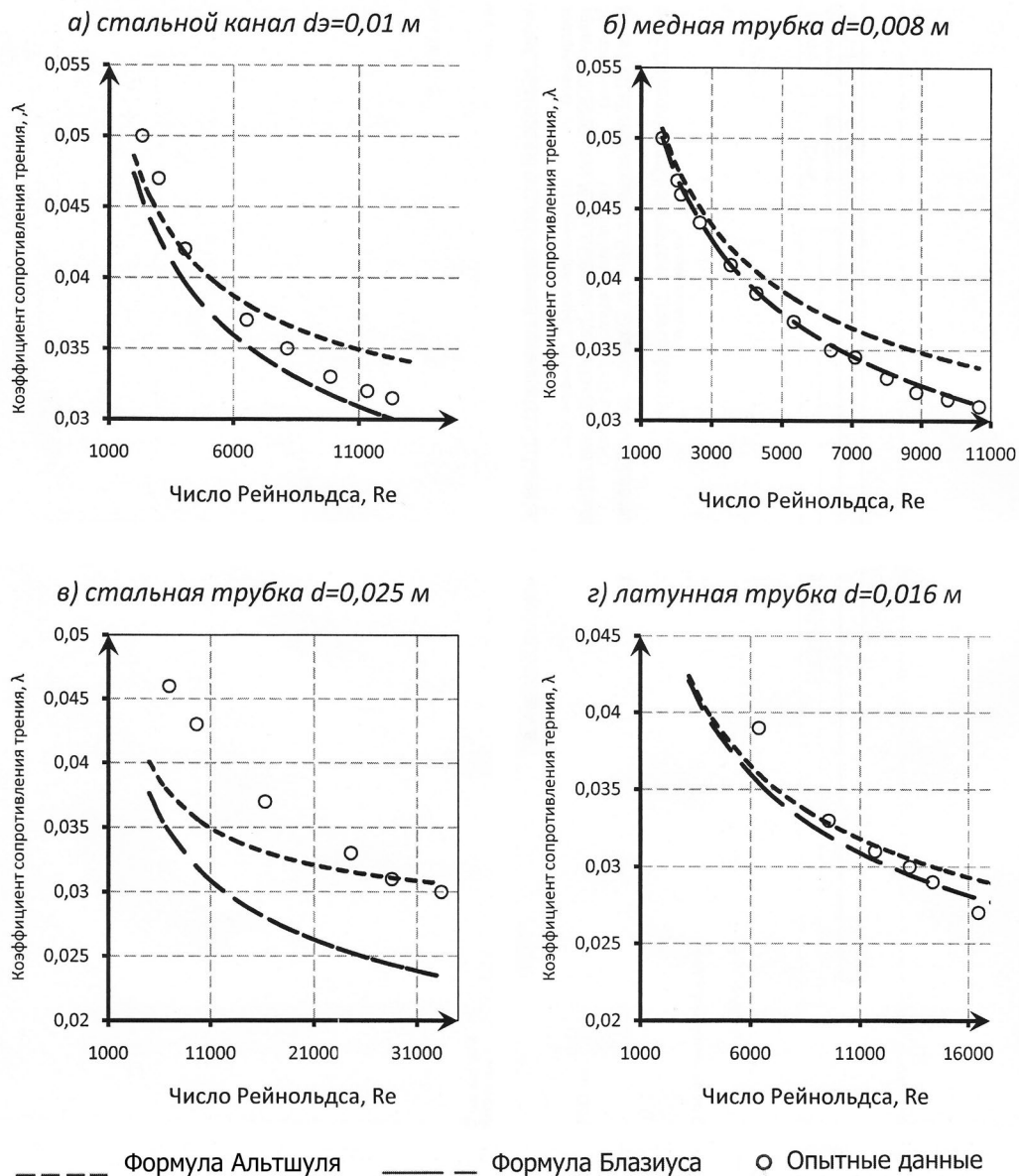


Рис.3. Зависимость  $\lambda=f(Re)$

Расчет гидравлического сопротивления исследуемого элемента проводится по зависимости, полученной на основании (4)

$$\Delta P_n = \left( \lambda \frac{l}{d} + \xi \right) P_0 \quad (9)$$

Полученные в опытах значения коэффициента сопротивления трения имеют хорошую сходимость с полученными расчетным путем по формуле Блазиуса или Альтшуля (см. рисунок 2), но тем не наблюдается несколько отличающаяся форма зависимости, что, по видимому, определяется влиянием коэффициента шероховатости исследуемых элементов и режима движения газозвушной смеси. Поэтому при проведении дальнейших опытов по определению конструктивных характеристик проектируемых аппаратов по очистке воздуха от субмикронных частиц были использованы опытные значения [10-13].

## Литература

1. ГОСТ Р 54597-2011/ISO/TR 27628:2007. Воздух рабочей зоны. Ультрадисперсные аэрозоли, аэрозоли наночастиц и наноструктурированных частиц. Определение характеристик и оценка воздействия при вдыхании; введ. 01. 12.2012. – М.: Стандартинформ, 2012. – 58 с.
2. Проектирование чистых помещений [Электронный ресурс] // URL: <http://kronaservice.net/uayt-v-proektirovanie-chistyykh-pomeshcheniy-razdel-2page=1> (дата обращения: 7.01.2014).
3. Уайт П., Смит С. Высокоэффективная очистка воздуха, М.: Атомиздат, 1967. — 312 с. /Пер. с англ. Мягкова Б. И., Лапенко В. Г.
4. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции, М.: Стройиздат, 1979. – 295 с.
5. Ужов В.Н., Мягков Б.И. Очистка промышленных газов фильтрами. – М.: Химия, 1970. – 318 с.
6. Внутренние санитарно-технические устройства: В 3-х ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха: справочник проектировщика / В.Н. Богословский и др.; под ред. И.Г. Старовойтова, Ю.И. Шиллера. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992 – 378 с.
7. Ватузов Д.Н., Пуринг С.М., Хурин И.А. Совершенствование устройств очистки вентиляционных выбросов загрязняющих веществ при производстве изделий из пластмасс // Экология и промышленность России. 2013. № 8. С. 22-26.
8. Пуринг С.М., Ватузов Д.Н. Способы повышения эффективности вихревых пылеуловителей // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2013. № 1-2. С. 10-12.
9. Хурин И.А., Тюрин Н.П. Очистка печных газов при плавке алюминиевого лома // Региональная архитектура и строительство. 2011. № 2. С. 149-154.
10. Устройство для очистки газа от частиц жидкого аэрозоля: пат. 2178332 Рос. Федерация. № 2000129478/12; заявл. 24.11.00; опубл. 20.01.02, Бюл. №2.
11. Пластинчатый сепаратор аэрозоля: пат. 2246340 Рос. Федерация. № 2002135269/15; заявл. 25.12.02; опубл. 20.02.05, Бюл. №5.
12. Сепаратор туманов с изогнутыми пластинчатыми осадительными элементами: пат. 2259861 Рос. Федерация. № 2002135268/15; заявл. 25.12.02; опубл. 10.09.05, Бюл. №25.
13. Коаксиальный сепаратор капельного аэрозоля: пат. 2327508 Рос. Федерация. № 2007100310/15; заявл. 09.01.07; опубл. 27.06.08, Бюл. №18.

Вячкин Е.С.<sup>1</sup>, Бурнышева Т.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Старший преподаватель, <sup>2</sup>кандидат технических наук, доцент, Новокузнецкий институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»

### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

#### Аннотация

В статье рассмотрен человек, как социально-биологическая система. Рассматривается оценка состояний системы с учетом уровней здоровья, а так же алгоритм оценки здоровья человека. Описывается программный продукт для мониторинга индивидуального здоровья человека с реализованным алгоритмом оценки здоровья.

**Ключевые слова:** математическая модель, оценка состояний системы, здоровье человека, процесс здоровьесбережения.

Vyachkin E.S.<sup>1</sup>, Burnysheva T.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grand teacher, <sup>2</sup>PhD in technical science, associate professor, Novokuznetsk Institute (branch) VPO "Kemerovo State University "

### SOFTWARE DEVELOPMENT FOR PSYCHOPHYSICAL HUMAN HEALTH

#### Abstract

The article describes the man as a socio- biological system. The estimation of the system states based on levels of health, as well as an algorithm for estimating human health. Describes software for monitoring individual health to implement the algorithm with a health evaluation.

**Keywords:** mathematical model, the estimation of the system states, human health , the process health savings.

К пониманию целостности человека можно приблизиться с помощью системного подхода. Система представляет собой совокупность элементов и связей между ними, функционирующих как единое целое и имеющих единую цель функционирования.

С помощью системного подхода наиболее глубоко проанализирован биологический уровень человека. Как целое биосистема обладает такими интегральными качествами, которыми не обладают ее отдельные элементы. Эти элементы (живые системы меньшего масштаба - системы, органы, ткани, клетки) вне связи не могут поддерживать индивидуальное существование [1].

Однако в соответствии с Уставом Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) под здоровьем понимается «состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов». В таком случае представим человека как социально-биологическую систему, математическая модель человека М определим как совокупность множеств [2]:

$$M: \{S, X, U, \tilde{S}\}, \quad (1)$$

где S – множество состояний системы,

X – множество лабораторных и тестовых данных,

U – множество внешних и внутренних воздействий (связей),

$\tilde{S}$  - множество оценок состояний (параметров).

Определим оценку состояния системы  $\tilde{S}$  как:

$$X \xrightarrow{F} S, \quad (2)$$

где F – изоморфизм между исходными данными X и идентифицированным состоянием системы S.

Точнее всего состояние системы можно оценить по конечному результату ее действия, по выходу. На выходе системы выявляется, прежде всего, энергия, за счет которой осуществляется воздействие на окружающую среду. Количество этой энергии коррелирует с жизнеспособностью, с которой, в свою очередь, связано понятие индивидуального здоровья. Кроме того, энергетический потенциал является интегральным показателем системы, его можно градуировать и отразить в уровнях здоровья [1].

В связи с этим можно предложить алгоритм для оценки состояния здоровья отдельно взятого человека (рис.1), а саму оценку представить в виде интегрального показателя [3].



Рис. 1 – Алгоритм оценки психофизического здоровья человека

Современное развитие компьютерных технологий и программного обеспечения позволяет существенно ускорить и облегчить работу с большим набором данных. Обработка статистическими методами большого массива эмпирических данных, характеризующих здоровье группы людей, может стать основой программного продукта. Основная цель пакета программ: создать доступный программный продукт для оценки здоровья человека. Для реализации этой цели были решены задачи: создание общей базы для хранения данных; разработка и реализация тестового модуля, модуля для оценки психофизического здоровья на основе вероятностной модели, модуля имитационного моделирования, справочно-информационного модуля.

Логическая структура информационно-справочной системы представлена на рисунке 2. На ней изображено взаимодействие модулей программы и базы данных. Показано, что для работы каждого из четырех программных модулей: «Тестовый модуль», «Модуль анализа», «Имитационный модуль» и «Справочно-информационный модуль» информация выбирается из базы данных. По окончании работы модуля выходные данные заносятся в таблицы базы данных [4].

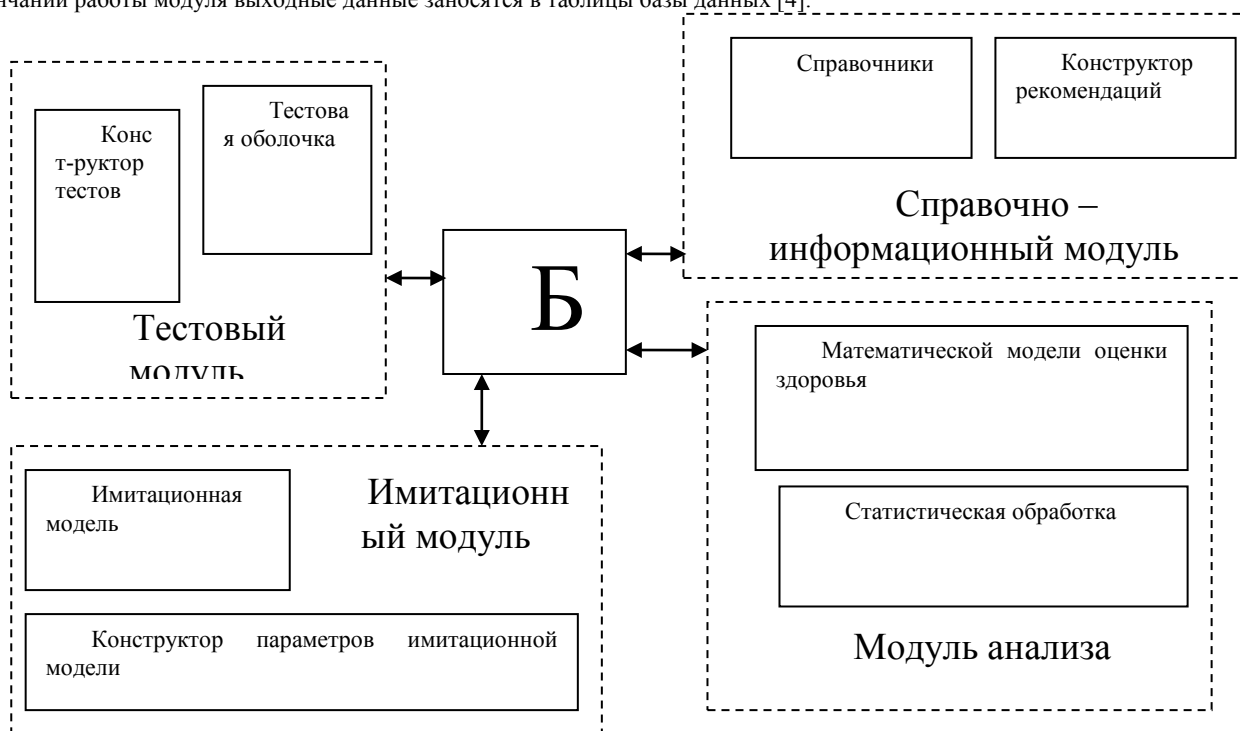


Рис. 2 - Структура информационно-справочной системы

Рассмотрим работу программных модулей. Тестовый модуль позволяет создавать, редактировать тесты для дальнейшего их выполнения. Справочно-информационный модуль позволяет работать с информацией, размещенной в справочниках программы, а так же сформировать рекомендации по выставленной интегральной оценке. Имитационный модуль позволяет проводить моделирование процесса здоровьесбережения.

Модуль анализа позволяет проводить первичный статистический анализ данных. Так же в данном модуле представлена программная реализация математической модели оценки психофизического здоровья человека.

На рисунке 2 представлена декомпозиция первого уровня процесса оценки психофизического здоровья. Первый этап - построение факторной модели. На этом этапе определяются факторы, влияющие на здоровье человека, на основе информации хранящейся в базе данных. Второй этап – построение регрессионных уравнений. На этом этапе строятся регрессионные уравнения, зависимости полученных факторов, от входящих в них переменных. Третий этап построение бинарной логистической регрессии. На этом этапе получаем оценку здоровья человека (здоров/не здоров), по факторам, влияющим на нее. На последнем этапе получаем интегральную оценку психофизического здоровья.

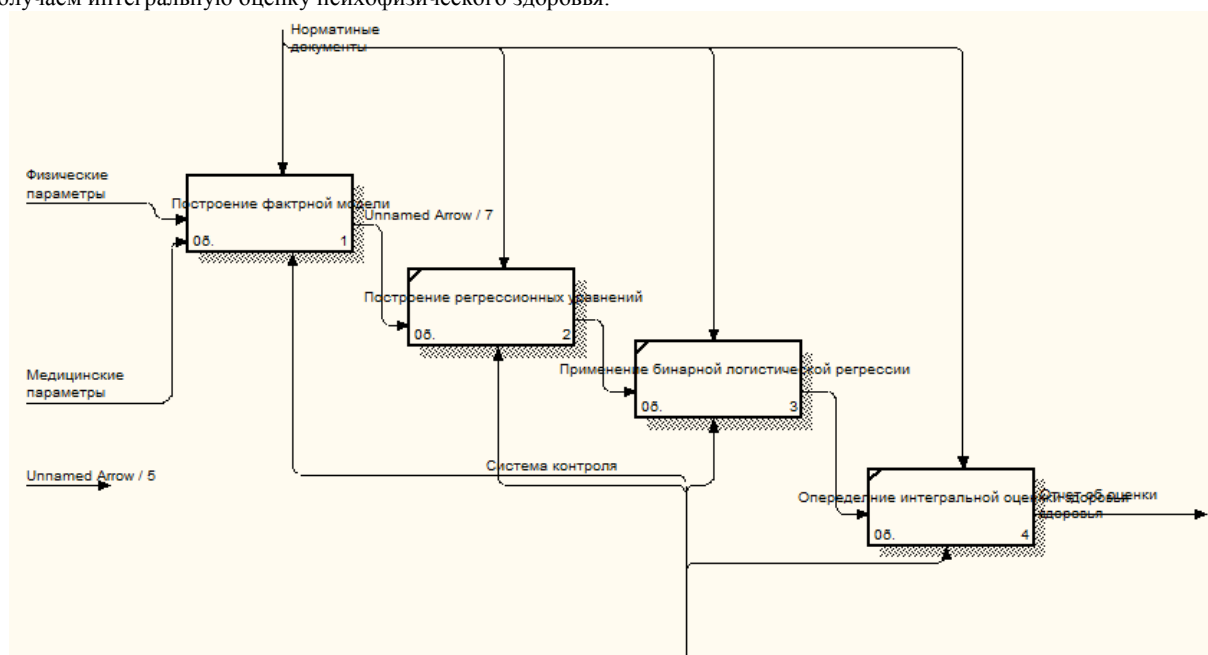


Рис. 3 - Процесс оценки психофизического здоровья

Модуль анализа, как и все модули программы тесно взаимодействуют с базой данных. Для работы модуль получает информацию из таких таблиц, как *test*, *question*, *answer*, *result\_test*, *Student*, *medical\_parametr*, *physical\_parametr*. В этих таблицах хранится необходимая информация для проведения анализа получения интегральной оценки. По результатам проведения анализа создается таблица *integral\_rating*, в которую заносятся значения факторов и интегральная оценка для каждого человека.

Данный программный продукт позволяет не только хранить индивидуальные данные каждого человека, но и предоставляет возможность отслеживать историю его здоровья. По накопленной информации можно проводить мониторинг личного здоровья человека. На основе эмпирических данных есть возможность построить гибкую модель, учитывающую специфические факторы, влияющие на здоровья конкретно взятой группы людей. Это позволяет сформулировать рекомендации, для эффективного воздействия на процесс здоровьесбережения.

#### Литература

1. Физиологические основы здоровья [Электронный ресурс] URL: <http://cito-web.yspu.org/link1/metod/met73/met73.html> (дата обращения 20.01.2014).
2. Буторин В.К. Прикладной системный анализ: концептуальный подход / В.К. Буторин, А.Н. Ткаченко, С.А. Шипилов. – Кемерово: «Кузбассвуиздат: АСТШ», 2006. – 323 с.
3. Афифи А. Статистический анализ: Подход с использованием ЭВМ / А. Афифи, С. Эйзен. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
4. Вячкин Е.С., Бурнышева Т.В. Структура программного продукта для оценки здоровья человека / Векторы развития современной науки: материалы международной научно-практической конференции (Уфа, 20-21 января 2014г.): в 3-х ч. Часть II. – Уфа: РИО ИЦИПТ, 2014. – С.107-112.

Дерусова Д.А.<sup>1</sup>, Чулков А.О.<sup>1</sup>

Аспирант<sup>1</sup>, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

#### НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ УДАРНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В УГЛЕРОД-УГЛЕРОДНОМ КОМПОЗИТЕ МЕТОДОМ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ИК ТЕРМОГРАФИИ

#### Аннотация

В статье описаны результаты неразрушающего контроля углерод-углеродного композита с использованием ультразвуковой стимуляции и регистрации температурного поля методом ИК термографии. Приведены зависимости температурных сигналов в дефектных зонах от ориентации волокон композита, расстояния до индентора и вида подложки между объектом контроля и основанием.

**Ключевые слова:** термография, ультразвуковая стимуляция, углерод-углеродный композит.

Derusova D.A.<sup>1</sup>, Chulkov A.O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Postgraduate student, National research Tomsk polytechnic university

#### NONDESTRUCTIVE TESTING OF IMPACT DAMAGE IN CARBON-CARBON COMPOSITE BY USING ULTRASONIC IR THERMOGRAPHY

#### Abstract

The paper describes the results of the evaluation of multiple impact damage defects in carbon-carbon composite by applying ultrasonic stimulation and temperature recording by means of infrared thermography. The dependencies between temperature signals and composite fiber orientation, as well as distance between the indenter and defects and type of sample support are reported.

**Keywords:** Infrared thermography, ultrasonic stimulation, carbon-carbon composite.

Ультразвуковой инфракрасный (УЗ ИК) метод перспективен для испытаний композиционных материалов, в которых под воздействием вибраций возникают специфические температурные сигналы, обусловленные рассеянием энергии механических колебаний на дефектах и превращением её в тепловую энергию [1, 2]. Инфракрасные термограммы испытываемых материалов отчетливо обнаруживают трещины, расслоения и другие виды дефектов, в которых возникает явление внутреннего трения.

В Национальном исследовательском Томском политехническом университете разработана экспериментальная установка (Рис. 1), включающая массивное основание и устройство ввода ультразвука, причем индентор прижимается к образцу за счет собственной массы УЗ головки. Параметры устройства УЗ стимуляции: электрическая мощность на инденторе до 2,5 кВт,

частота УЗ колебаний 22 кГц с девиацией  $\pm 150$  Гц, амплитуда колебаний индентора  $\pm 7$  мкм. Использован тепловизор NEC TH-9100, обеспечивающий формат изображения 320x240 в спектральном диапазоне 7-13 мкм при частоте цифровой записи до 60 Гц и температурной чувствительности 0,03 °C.

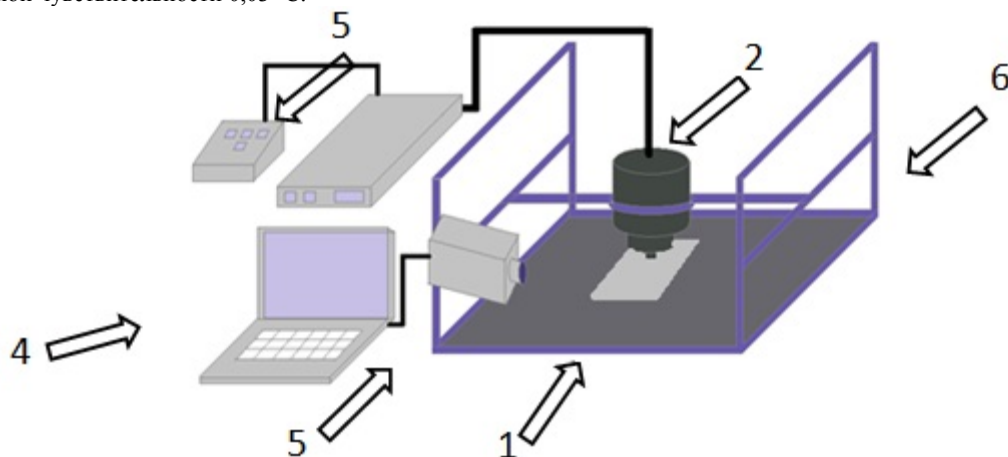


Рис. 1 - Схема УЗ ИК установки (1-объект контроля; 2- УЗ излучатель; 3- УЗ генератор; 4- компьютер; 5- тепловизор; 6- оснастка для крепления излучателя)

Объектом контроля был выбран образец углерод-углеродного композита размерами 450x350x10 мм, в который с помощью свободно падающего стального шарика были внесены 12 ударных повреждений с энергией 5 Дж (дефекты отмечены крестиками на Рис. 2). Указанная энергия повреждения в большинстве случаев не привела к заметным проявлениям разрушения композита на обеих поверхностях образца.

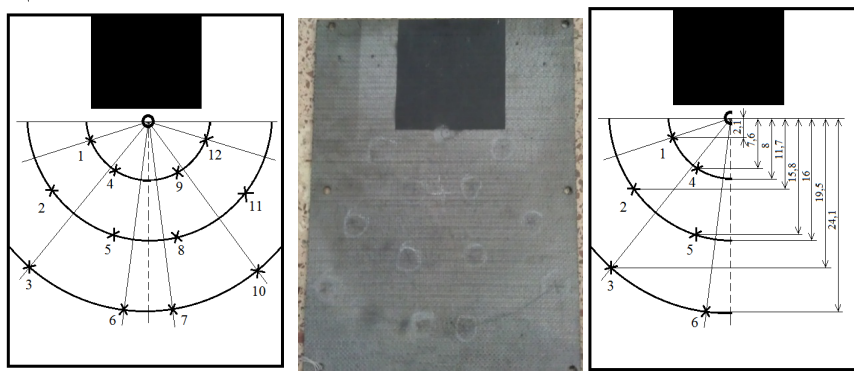


Рис. 2. Углерод-углеродная панель толщиной 10 мм, содержащая

12 ударных повреждений.

Анализировали влияние расстояния от индентора до дефектов  $L$  (2, 4, 6 и 8 см) и ориентации дефектов относительно направления углеродных волокон на регистрируемые температурные сигналы. Длительность стимуляции составляла 5 секунд при электрической мощности на катушке магнитостриктора 2,5 кВт, причем одинаковое усилие прижима индентора к поверхности создавалось массой УЗ головки. В Табл. 1 приведены значения максимальных дифференциальных температурных

сигналов  $\Delta T_m$  и максимальной температуры образца в конце стимуляции  $T_m$  для различных значений  $L$ . Соответствующие графики для дефектов 1 и 12 приведены на Рис. 3. Наилучшей аппроксимацией полученных зависимостей оказались линейные функции (приведены на Рис. 3), хотя интуитивно ожидался спад сигнала обратно пропорционально квадрату расстояния (этот факт можно объяснить конечными размерами образца и, соответственно, отражением ультразвука от краев образца).

Таблица 1- Зависимость  $\Delta T_m$  от  $L$

№ дефекта	$L = 4$ см		$L = 6$ см		$L = 8$ см		$L = 10$ см	
	$\Delta T_m, ^\circ\text{C}$	$T_m, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_m, ^\circ\text{C}$	$T_m, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_m, ^\circ\text{C}$	$T_m, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_m, ^\circ\text{C}$	$T_m, ^\circ\text{C}$
1	11,82	34,80	8,44	32,72	7,78	30,63	4,47	26,50
2	9,22	33,89	8,41	31,90	7,05	30,62	4,91	28,33
3	6,99	29,65	5,85	28,36	5,46	28,46	4,42	26,49
12	6,98	29,40	5,98	28,95	3,82	25,28	2,36	26,31

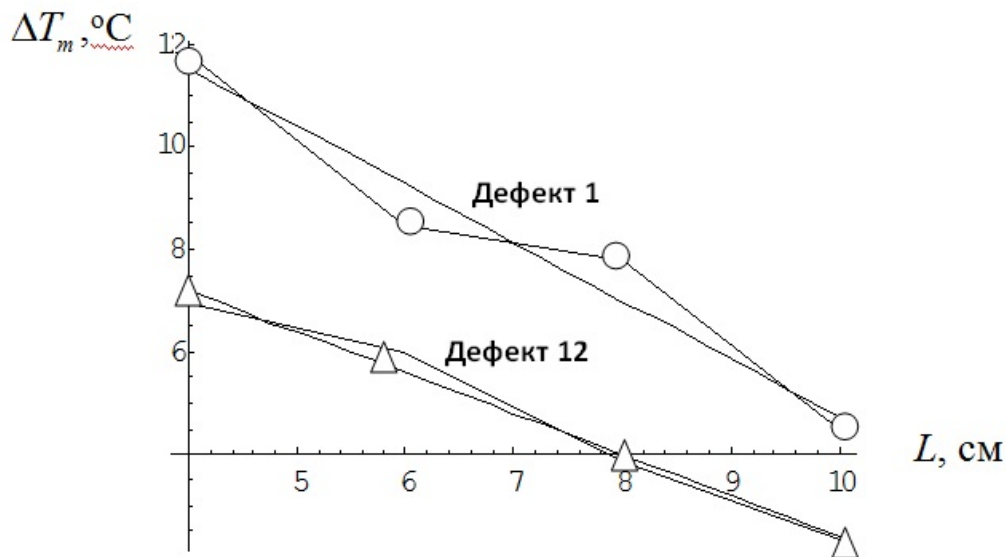


Рис. 3. Зависимость  $\Delta T$  от  $L$  (см. Табл. 1).

Установлено, что величина  $\Delta T_m$  заметно зависит от ориентации волокон относительно направления преимущественного распространения ультразвука, причем изменения сигнала могут достигать 20-30%. Например, температурный сигнал в зоне дефекта 1, стимулируемого вдоль волокон, составил 4,91°C, тогда как расположенные под углом дефекты 2 и 3 создавали сигналы 3,85°C и 3,67°C соответственно (Рис. 4).

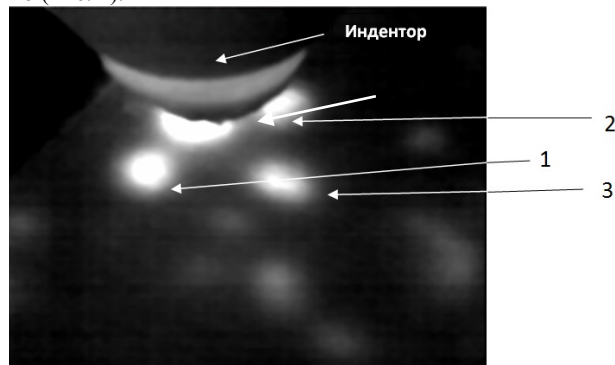


Рис. 4 - ИК термограмма ударных повреждений в углерод-углеродном композите

Исследовали выявляемость дефектов при использовании двух типов прокладок между объектом контроля и основанием УЗ установки и постоянном усилии прижима индентора. В качестве первой прокладки использовали лист вспененного полиэтилена толщиной 5 мм, во втором случае применили две опоры из алюминиевого углового профиля (см. схему на Рис. 5). Результаты сведены в Табл. 2 в сравнении со случаем жесткого основания.

На Рис. 6а показана ИК термограмма объекта исследований при отсутствии прокладки (изделие на жестком основании), а на Рис. 6б,в - для различных расстояний между профилями. Видно, что меньшая площадь опоры приводит к снижению температурных сигналов из-за большей жесткости структуры, но, в целом, наилучшие результаты получены при использовании в качестве подложки вспененного полиэтилена (Рис. 6г).

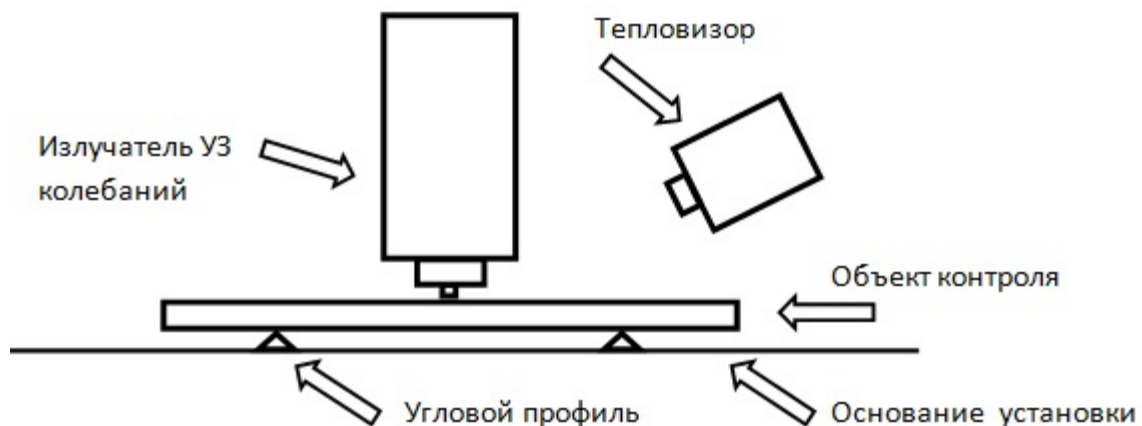


Рис. 5 - Схема эксперимента с использованием угловых профилей из алюминия в качестве прокладки

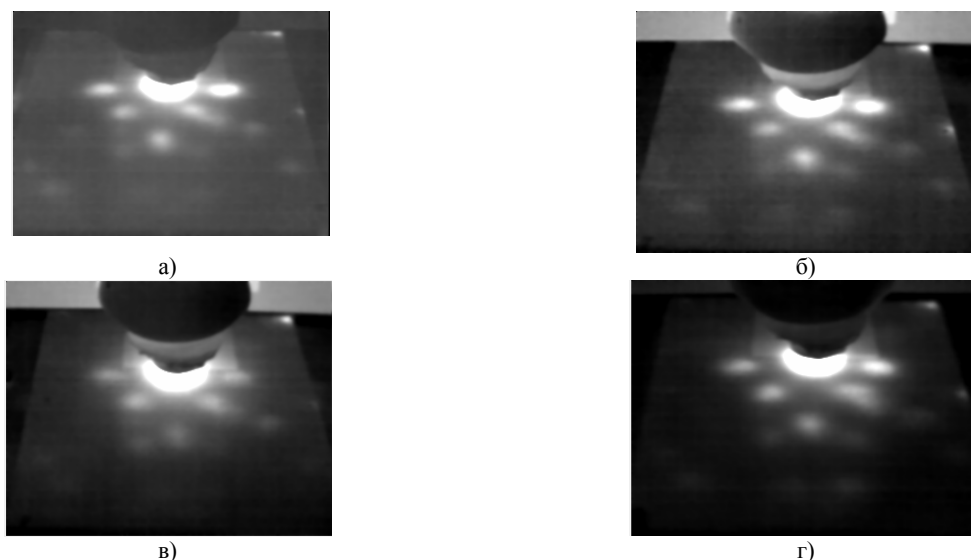


Рис. 6 - ИК термограммы образца из углерод-углеродного композита:

- а – прокладка отсутствует (жесткое основание);  
 б – расстояние между профилями из алюминия 13 см;  
 в – расстояние между профилями из алюминия 28 см;  
 г – прокладка из 5 мм вспененного полиэтилена.

Таблица 2 - Влияние типа опоры на дифференциальные температурные сигналы  $\Delta T$  при УЗ ИК контроле углерод-углеродного композита

№ дефекта	Без прокладки	Вспененный полиэтилен	Алюминиевые угловые профили на расстоянии 28 см	Алюминиевые угловые профили на расстоянии 13 см
	$\Delta T, ^\circ\text{C}$			
1	1,69	3,34	2,86	1,35
4	1,59	3,36	1,38	1,63
9	1,97	3,99	1,87	1,48
12	3,37	5,61	3,46	1,77

#### Заключение

Метод УЗ ИК термографии доказал свою высокую эффективность при обнаружении низкоэнергетических ударных повреждений в углерод-углеродном композите. При электрической мощности на инденторе до 2,5кВт, частоте УЗ волн 22кГц и длительности стимуляции до 5 секунд температурные сигналы в дефектных зонах достигают 4-12°C на расстояниях до 30см. Амплитуда этих сигналов максимальна при УЗ стимуляции отдельных волокон композита, проходящих через дефектные зоны (улучшение сигнала может достигать 30%), а также при размещении объекта контроля на эластичной подложке, например, из вспененного полиэтилена.

#### Литература

1. Вавилов В.П., Нестерук Д.А., Хорев В.С. Ультразвуковой инфракрасный метод выявления ударных повреждений и усталостных трещин в металлах и композитах. – В мире НК, март 2010, 1(47). – с. 36-58.
2. Ширяев В.В., Хорев В.С. Тепловой контроль ударных повреждений в углепластике с применением ультразвуковой стимуляции. - Контроль. Диагностика.-2011 (спецвыпуск). – с. 112-114.

**Чулков А.О.**

Аспирант, Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРРОЗИИ В СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЯХ МЕТОДОМ АКТИВНОЙ ИНФРАКРАСНОЙ ТЕРМОГРАФИИ

**Аннотация**

*В статье приведены результаты неразрушающих испытаний коррозии в плоском и цилиндрическом изделиях из стали различной толщины с использованием метода активного теплового контроля.*

**Ключевые слова:** инфракрасная термография, коррозия, нагрев

**Chulkov A.O.**

Post graduate student, National Research Tomsk Polytechnic University

#### DETERMINING CORROSION IN STEEL PRODUCTS BY USING ACTIVE INFRARED THERMOGRAPHY

**Abstract**

*Results of the detection of hidden corrosion in steel samples of both plane and cylindrical shape are reported.*

**Keywords:** Infrared thermography, corrosion, heating

Человеческая цивилизация создала и разместила на Земле огромное количество толстостенных металлических объектов: нефтяных цистерн и баков, трубопроводов, котлов и т.п. По некоторым данным, потери за счет коррозии и износа составляют в развитых странах до 3% объема национального продукта.

Коррозию металлов обычно оценивают, используя ультразвуковой и вихретоковый методы неразрушающих испытаний. Недостатками указанных методов являются наличие специальных требований к контролируемым поверхностям, а также их контактность и низкая производительность испытаний.

В Национальном исследовательском Томском политехническом университете в течение ряда лет разрабатывается аппаратура и методика контроля коррозии в металлических оболочках с использованием метода инфракрасной (ИК) термографии [1-3]. В настоящей статье изложены результаты, полученные в 2013 г.



### Определение уноса материала

Простейшая модель теплового контроля коррозии задней стенки металлической оболочки показана на Рис.1. При нагреве изделия импульсным тепловым потоком  $Q$  бездефектные зоны изделия нагреваются до избыточной температуры  $T_{nd}$  ( $T_{in}$  – начальная температура изделия), а в зонах коррозии наблюдается локальное повышение температуры до величины  $T_d$ , в результате чего создается дифференциальный температурный сигнал  $\Delta T = T_d - T_{nd}$ . Если поперечные размеры зоны коррозии значительно больше, чем толщина стенки объекта контроля ( $D/L > 6-8$ ), то степень уноса материала  $\Delta L/L$  определяют по простой формуле [1]:  $\Delta L/L = 1 - T_{nd}/T_d$ .

С уменьшением размеров зоны коррозии усиливается диффузия тепла в «поперечных» направлениях, и задача контроля становится существенно трехмерной. Для этого случая используются более сложные выражения для определения  $\Delta L/L$  [2, 3].

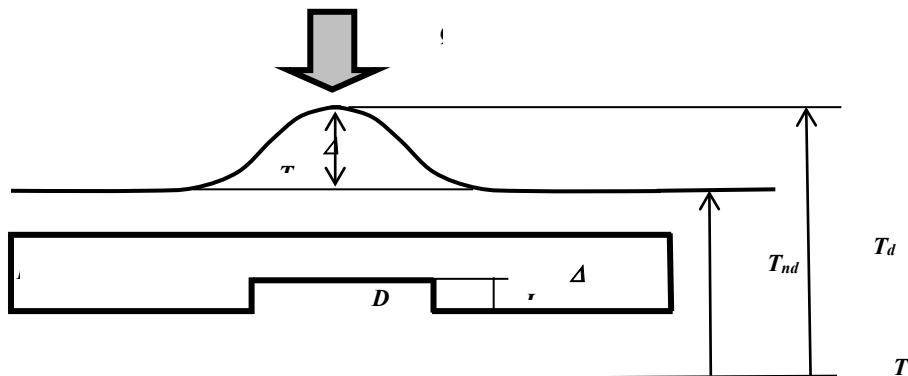
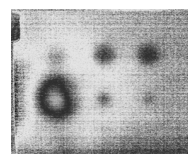


Рис. 1 - Модель активного теплового контроля коррозии

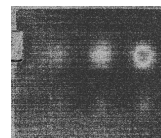
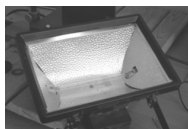
### Сравнение способов нагрева на примере стандартного образца

Испытывали эффективность теплового контроля 9-ти дефектов различного размера и степени коррозии в стандартном образце из стали толщиной 6 мм при его нагреве в течение нескольких секунд с помощью промышленного фена (конвективный способ), галогенных ламп различной мощности, импульсных ксеноновых ламп, площадочного контактного нагревателя и полосового резистивного нагревателя, который перемещали вдоль изделия вручную с постоянной скоростью. Внешний вид нагревателей и соответствующие ИК термограммы приведены на Рис. 2.

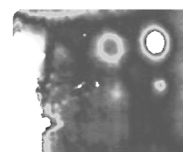
Результаты эвристического анализа оператором полученных ИК термограмм обобщены в Табл.1. Видно, что наибольшее число обнаруживаемых дефектов (5 из 9) обеспечивается конвективным нагревом двумя промышленными фенами общей мощностью 2 кВт, а также оптическим нагревом с помощью галогенных ламп общей мощностью 5 кВт. Импульсный нагрев ксеноновыми лампами, широко применяемых при испытаниях алюминиевых панелей самолетов толщиной до 1 мм, оказался неэффективным из-за слабого нагрева стального образца толщиной 6 мм.



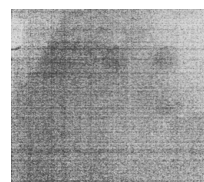
а)



б)



в)



г)

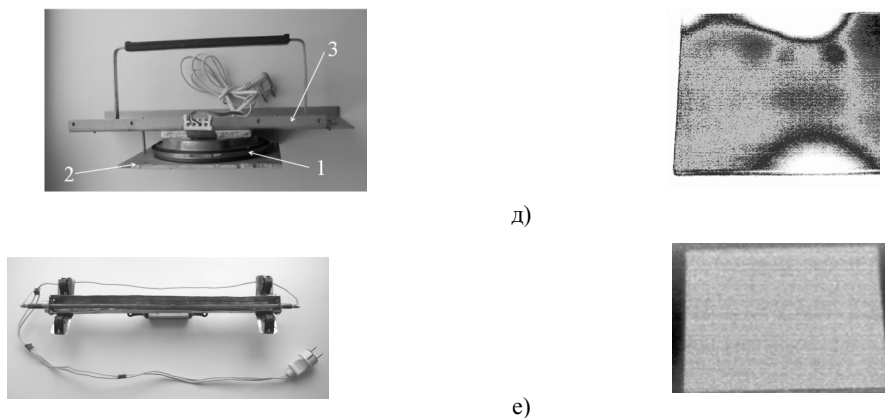


Рис.2 - Сравнение способов нагрева при испытаниях стандартного образца из стали толщиной 6 мм:

- а) конвективный нагрев феном мощностью 2 кВт;
- б) оптический нагрев галогенной лампой мощностью 500 Вт;
- в) оптический нагрев галогенными лампами мощностью 5 кВт;
- г) оптический нагрев двумя ксеноновыми импульсными лампами с энергией 3200 Дж и длительностью импульса 5 мс;
- д) контактный нагрев площадочным резистивным нагревателем мощностью 1,5 кВт;
- е) нагрев полосовым резистивным нагревателем мощностью 2 кВт

Таблица 1 - Сравнительные результаты активного ТК образца из стали толщиной 6 мм

Источники нагрева	Число обнаруженных дефектов (из 9)
Фен 2х1 кВт	5
Галогенная лампа 500 Вт	4
Галогенные лампы 5 кВт	5
Полосовой нагреватель 2 кВт	0
Площадочный нагреватель 1,5 кВт	2
Две ксеноновые лампы 3200 кДж	3

### Тепловой контроль цилиндрических изделий

Одной из областей применения разрабатываемого метода является контроль стальных бочек емкостью 200 литров с толщиной стенки 1 мм (такие бочки используются на атомных станциях для хранения низкоактивных радиоактивных отходов). Две схемы испытаний приведены на Рис. 3а, б. Внешний вид экспериментальной установки показан на Рис. 3в.

Результаты контроля приведены на Рис. 4. Оптимальным оказался оптический импульсный нагрев с использованием двух ксеноновых ламп (при каналировании излучения с помощью «черного» тубуса), см. Рис. 4а. При этом бочка зеленого цвета в конце вспышки нагревалась на 2°C, а сигнал составлял доли градуса. Применение приведенной выше формулы дало максимальное значение  $\Delta L / L = 35\%$ , что совпало с результатами прямых измерений толщины бочки.

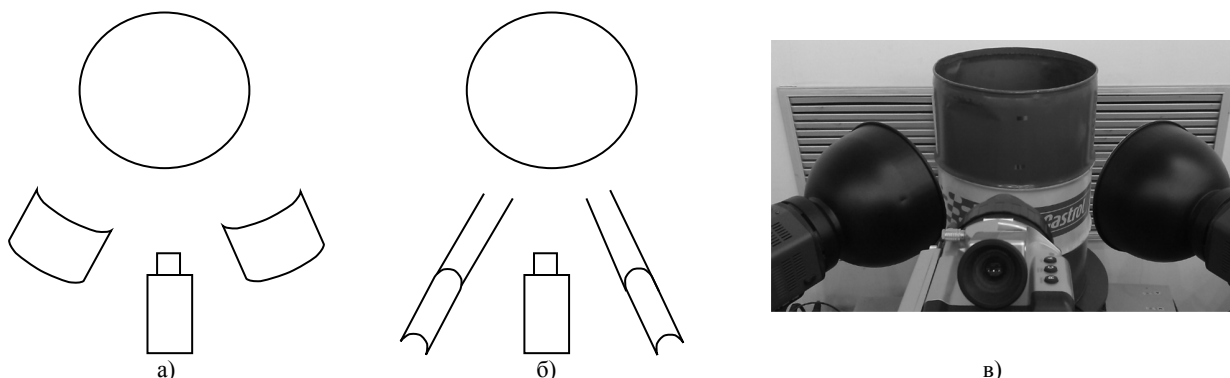


Рис. 3 - Активный тепловой контроль цилиндрических изделий:

- а – нагрев ксеноновыми лампами (1-изделие, 2-лампа, 3-тепловизор);
- б – нагрев фенами (4);
- в – фотография установки

Основной проблемой применения теплового метода, в особенности, при оптическом нагреве, являются поверхностные помехи, обусловленные ребрами жесткости бочек, этикетками, надписями и т.п., а также отражениями остаточного излучения нагрева от цилиндрической поверхности. Для подавления этих помех в настоящее время исследуется ряд алгоритмов цифровой обработки нестационарных сигналов, в частности, нейронные сети и метод анализа главных компонент.

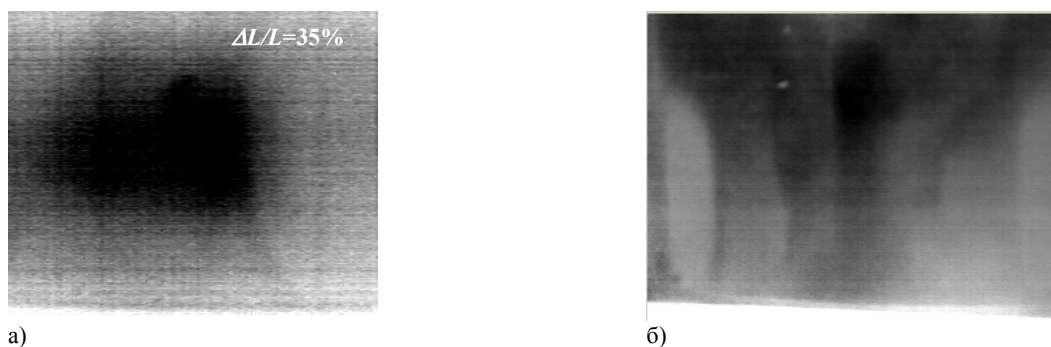


Рис. 4 - ИК термограммы зоны коррозии при импульсном нагреве ксеноновыми лампами (а) и фенами (б)

#### Литература

1. Vavilov V., Grinzato E., Bison P.G. et al. Inversion for hidden corrosion characterization: theory and applications // Intern. J. Heat & Mass Transfer. – 1996. – Vol. 39. – P. 355-371.
2. Вавилов В.П., Гринцато Э., Бизон П., Маринетти С. Обнаружение коррозии в стальных изделиях с помощью динамической ИК термографии // Дефектоскопия. 1994, № 9. – С. 56-65.
3. Vavilov V.P., Chulkov A.O. Detecting corrosion in thick metals by active thermal nondestructive testing. Proc. SPIE “Thermosense-XXXIV”, Vol. 8354, 2012. - P. 835409-15.

Кузнецов С.М.<sup>1</sup>, Глотов В.А.<sup>2</sup>, Зайцев А.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, доцент Кузнецов Сергей Михайлович, кафедра «Технология, организация и экономика строительства» Сибирский государственный университет путей сообщения.

<sup>2</sup>Кандидат технических наук, доцент Глотов Виктор Анатольевич, кафедра «Подъемно-транспортные, путевые, строительные и дорожные машины» Сибирский государственный университет путей сообщения.

<sup>3</sup>Аспирант, старший преподаватель Зайцев Александр Васильевич, кафедра «Подъемно-транспортные, путевые, строительные и дорожные машины» Сибирский государственный университет путей сообщения.

#### ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫПРАВочно-ПОДБИВочно-РИХТОВОчных МАШИН ДЛЯ СТРЕЛОчных ПЕРЕВОДОВ ВПРС-02

#### Аннотация

В статье рассмотрена разработанная и внедрённая модель, которая позволяет оценить комплексные показатели надежности работы выправочно-подбивочно-рихтовочных машин на конкретных объектах.

**Ключевые слова:** комплексные показатели надежности, выправочно-подбивочно-рихтовочная машина, железнодорожный транспорт.

Kuznetsov S. M.<sup>1</sup>, Glotov V. A.<sup>2</sup>, Zaytsev A. V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>PhD in Engineering, docent Kuznetsov Sergei Mikhailovich SIBERIAN TRANSPORT UNIVERSITY;

<sup>2</sup>PhD in Engineering, docent Glotov Viktor Anatolievich SIBERIAN TRANSPORT UNIVERSITY;

<sup>3</sup>Postgraduate student, Senior Lecturer Zaytsev Alexander Vasilyevich SIBERIAN TRANSPORT UNIVERSITY.

#### ASSESSMENT OF TECHNICAL RELIABILITY OF OPERATION OF VYPRAVOCHNO-PODBIVOCHNO-RIKHOVOCHNYH OF CARS FOR THE STRELOCHNYKH OF TRANSFERS OF VPRS-02

#### Abstract

In this article the developed and implemented a model that allows to estimate the reliability of integrated indicators liner-tamping-straightening machines at specific sites.

**Keywords:** complex indicators of reliability, rectifying and lining and leveling car, railway transport.

Производительность машины является одним из важнейших технико-экономических показателей. Вследствие влияния многих факторов (погодные условия, возраст и техническое состояние машин, квалификация оператора и др.) конкретная производительность в каждом случае будет различной, то есть реальная производительность случайная величина и заранее точно предсказать её невозможно. Однако на основе опыта можно установить долю тех случаев, когда выполняются нормы соответствующих ЕНиРов. Эта доля и будет оценкой вероятности выполнения нормативов. Она даёт возможность более обоснованно рассчитывать требуемое количество машин, энергоёмкость строительного процесса, его стоимость и трудоемкость. Для реализации практических задач строительной организации необходимо использовать парк машин, в котором рационально сочетаются различного типа строительные и транспортные машины, обеспечивающие получение необходимого количества качественной продукции при наименьших затратах в данных условиях.

В связи с этим ещё на стадии проектирования необходимо использовать вероятностные представления о технологическом процессе и производительности машин, что позволит учесть возможность отклонений фактических параметров рабочих операций от намеченных, увеличения сроков выполнения работ и завершения проекта.

Для оптимизации работы парков, комплектов и отдельных машин авторами создается база данных технических и экономических показателей и результатов натурных испытаний путевых машин [1, 2].

**Базы данных.** Создаваемая авторами база данных основана на результатах натурных испытаний выправочно-подбивочно-рихтовочных машин для стрелочных переводов ВПРС-02 (таблица 1). На железнодорожном транспорте она используется для выправки железнодорожного пути и стрелочных переводов в продольном и поперечном профиле и в плане (рихтовки), а также для уплотнения (подбивки) балласта. Применяется при строительстве, ремонте и текущем содержании пути.

Таблица 1 Технические и экономические показатели эксплуатации ВПРС - 02

Показатель	Обозначение	Поле
Марка машины	Марка	<i>Marka</i>
Заводской номер машины	№	<i>Nz</i>
Месяц	Месяц	<i>Mes</i>
Календарный фонд времени	$T_{\phi}$	$Tf$
Время работы, ч	$T_p$	$Tr$
Время технологических перерывов, ч	$T_{\pi}$	$T\pi$

Время простоев, ч	$T_{\Pi}$	$Tr$
Коэффициент использования по времени	$K_{\text{в}}$	$K_v$
Коэффициент готовности	$K_{\text{г}}$	$K_g$
Коэффициент технического использования	$K_{\text{ти}}$	$K_{ti}$
Коэффициент эффективности	$K_{\text{э}}$	$Ke$

В таблице 1 величины начиная со времени работы машины и кончая коэффициентом эффективности являются случайными.

Для анализа работы машин собрана информация по их работе в реальных производственных условиях (время работы, технологических перерывов и простоев машин). При этом для случайных величин была проведена логическая и математическая обработка статистической информации [3, 4].

На рис. 1 и 2 показаны надежность и плотность распределения вероятности времени работы машин, полученные при ежемесячном анализе по результатам обработки их натурных испытаний.

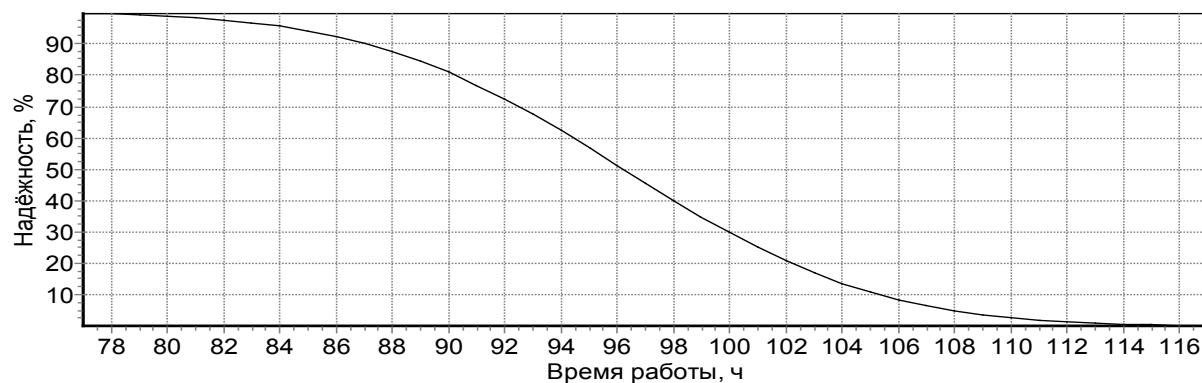


Рис. 1. Надежность работы машин

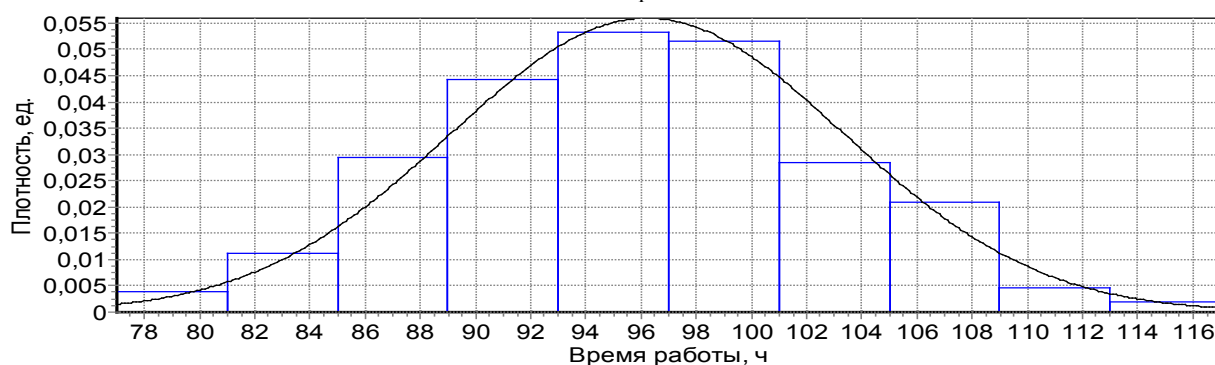


Рис. 2. Плотность распределения вероятности времени работы машин

На рис. 3 и 4 показаны надежность и плотность распределения вероятности времени технологических перерывов машин.

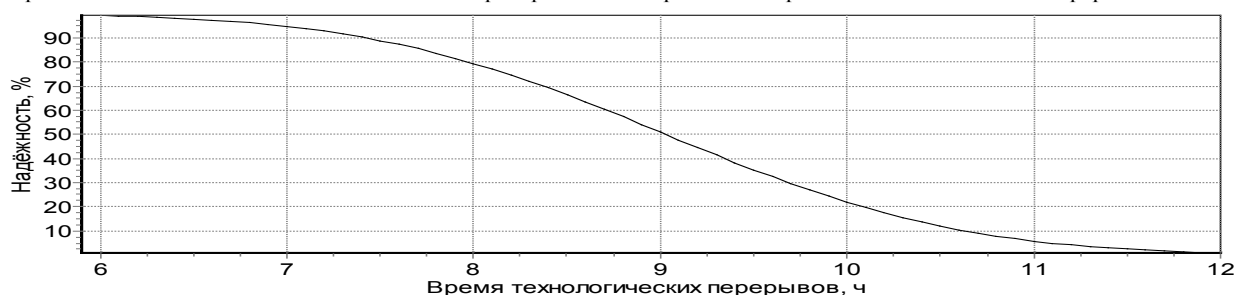


Рис. 3. Надежность технологических перерывов

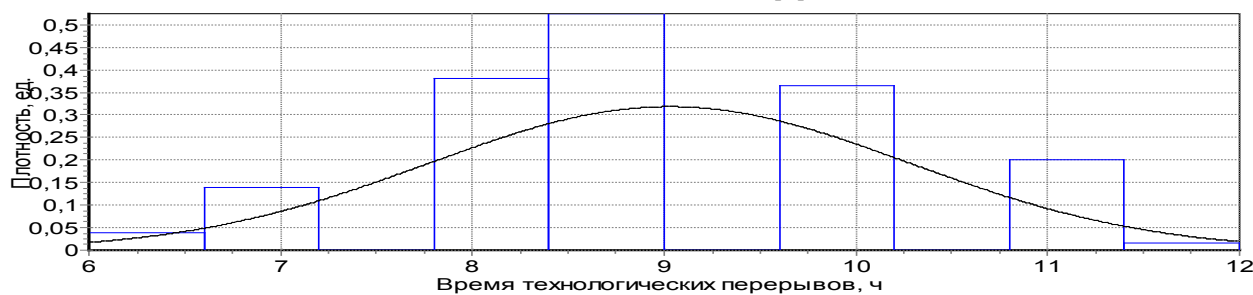


Рис. 4. Плотность распределения вероятности времени технологических перерывов

На рис. 5 и 6 показаны надежность и плотность распределения вероятности времени простоев машин.



Рис. 5. Надежность времени простоев

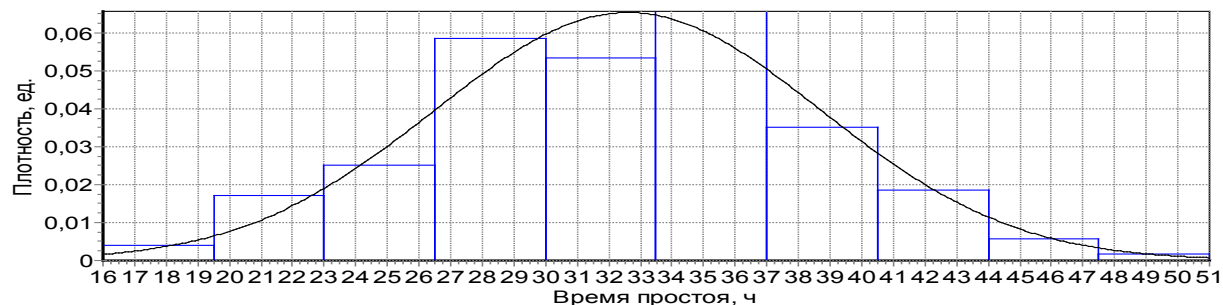


Рис. 6. Плотность распределения вероятности времени простоев

Из графиков рис. 1...6 можно оценить показатель надёжности рассматриваемого коэффициента использования по времени машины ВПРС – 02 при эксплуатации её в реальных условиях работы.

**Вывод.** Предложен метод количественной оценки технической надёжности работы выправочно-подбивочно-рихтовочных машин, позволяющий прогнозировать основные комплексные показатели работы конкретной машины. Этот метод является универсальным и его можно использовать для оценки технической надёжности любых машинных систем, комплектов и отдельных машин.

#### Литература

1. Кузнецова К.С. Формирование ресурсосберегающего парка машин / К.С. Кузнецова, С.М. Кузнецов // Путь и путевое хозяйство. – 2006. – № 8. – С. 11 – 12.
2. Исаков А.Л. Формирование ресурсосберегающего комплекса машин для строительства зданий и сооружений / А.Л. Исаков, К.С. Кузнецова, С.М. Кузнецов // Механизация строительства. – 2013. – № 9. – С. 14 – 17.
3. Кузнецов С.М. Обработка результатов натурных испытаний при техническом и тарифном нормировании / С.М. Кузнецов, К.С. Кузнецова // Экономика железных дорог, 2010. №7. – С. 88–99.
4. Кузнецов С.М. Совершенствование обработки результатов натурных испытаний при техническом и тарифном нормировании / С.М. Кузнецов // Экономика ж. д. - 2013. – № 7. – С. 90 – 97.

#### Зеньков Е.В.

Магистрант, Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет  
**ЛАБОРАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИДА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ НА ОБРАЗЦАХ ПРИЗМАТИЧЕСКОГО ТИПА**

#### Аннотация

В статье предлагается подход к моделированию в лабораторных условиях прочностных характеристик конструктивных узлов, при работе которых в зоне концентрации напряжений реализуется двухосное напряженное состояние (НС). Моделирование требуемого соотношения главных напряжений осуществляется с помощью специальных лабораторных образцов призматического типа, испытываемых на стандартном оборудовании с одним силовым приводом.

**Ключевые слова:** двухосное напряженное состояние, призматический образец, вид напряженного состояния.

#### Zenkov E.V.

Under graduate, National Research Irkutsk State Technical University  
**LABORATORY SIMULATION KIND OF THE STRESS STATE ON THE SAMPLE PRISMATIC**

#### Abstract

The paper proposes an approach to modeling in laboratory conditions the strength characteristics of structural assemblies, in which the work in the area of stress concentration realized biaxial stress state. Modeling desired ratio of the principal stresses is done using special laboratory samples prismatic type tested on standard equipment with a single actuator.

**Keywords:** biaxial stress state, prismatic specimen, kind of stress state.

Выполнение требований конструкционной прочности узлов и элементов машин может быть обеспечено при условии наличия достоверных сведений об прочностных характеристиках натурных деталей. Известные методы моделирования характеристик разрушения различных конструкций на лабораторных образцах основаны на статистических (эмпирических) теориях подобия [1]. Существующие методы моделирования учитывают то, что материал изделий в процессе эксплуатации находится в условиях сложного НС недостаточно полно. Например, для таких высоконагруженных конструктивных узлов, как цельнокатаное колесо железнодорожного вагона, внутренние кромки патрубковых зон сосудов высокого давления, диски компрессоров и т.д., в зоне максимального уровня напряжений вид НС отличается особым соотношением компонент главных напряжений. В этом случае предельное состояние материала (предел прочности) конструкции будет зависеть от вида напряженного состояния.

В качестве характеристики вида НС удобно использовать коэффициент вида НС, введенный Смирновым-Аляевым [1]

$$P = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{\sigma_i}, \quad (1)$$

где  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  – главные напряжения, возникающие в точке наблюдения;  $\sigma_i$  – эквивалентное напряжение, определяемое формулой:



$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2} \quad (2)$$

Величина  $\Pi$  является инвариантной характеристикой вида НДС – её большим значениям соответствует (по терминологии Г.А. Смирнова-Аляева) более жёсткий вид НДС, а её меньшим значениям – более мягкий вид НДС. Помимо физической инвариантности, особенностью и, одновременно, преимуществом критерия  $\Pi$ , является его зависимость от всех трех главных напряжений в очаге возможного разрушения.

В настоящее время условия прочности при сложном (в частности, при двухосном) НДС, реализуемого в конструкциях, определяются уравнениями предельного состояния [1], приведенные к соответствующим гипотезам прочности (Сен-Венана, Мизеса-Хубера-Генки, Мора, Кулона и т.д.). Таким образом, оценка прочности исследуемой конструкции осуществляется путем перехода от сложного НДС, реализуемого в зоне конструкции, к простому одноосному, равноопасному ему, используя наиболее подходящий для данного случая критерий предельного состояния (гипотезу прочности). Это значение критерия оценивается из испытаний стандартных образцов на растяжение, сжатие, изгиб или кручение на стандартных испытательных машинах с одним силовым приводом. Проблема же заключается в том, что указанные критерии прочности не чувствительны к виду НДС, поэтому получить адекватную картину реального деформирования материала конструкции в условиях стандартных испытаний известных образцов не представляется возможным, что существенно снижает точность проводимых расчетных оценок надежности исследуемых конструкций.

Одной из проблем, возникающих в лабораторных условиях при экспериментальном исследовании характеристик разрушения материала при различных видах НДС, является трудность создания в соответствующих лабораторных образцах требуемого соотношения главных напряжений, реализуемых в элементах конструкций

$$0 < \Pi < 1 \text{ и } 1 < \Pi < 2 \quad (3)$$

Следует отметить, что при стандартных видах испытаний одноосных образцов в их рабочей зоне, как правило, воспроизводится значение близкое к  $\Pi=1$  (растяжение) и  $\Pi=-1$  (сжатие). При кручении в рабочей зоне стандартного образца первое  $\sigma_1$  и третье  $\sigma_3$  главные напряжения равны по величине и противоположны по знаку, таким образом, получаемое значение  $\Pi=0$ .

Для моделирования практически значимого диапазона (3) в настоящее время применение получили испытательные системы с несколькими силовыми независимыми приводами, которые позволяют каждое из главных напряжений в образце создавать независимо (MTS, Instron). Также распространение получило использование нестандартной оснастки, в которой внешнее одноосное усилие распределяется с помощью системы взаимосвязанных рычагов, передающих его на нестандартный образец. В указанных случаях применяются лабораторные образцы трубчатой, крестообразной или прямоугольной формы [2]. Однако, применение сложного испытательного оборудования и нестандартной оснастки значительно усложняют и удорожают процесс соответствующих испытаний, а также вносят систематическую погрешность, связанной с учётом влияния податливости в сочленениях элементов механизмов.

Существенно упростить и снизить стоимость процесса соответствующих испытаний предлагается с помощью призматических образцов. На рисунке 1 представлен вид предлагаемого образца.

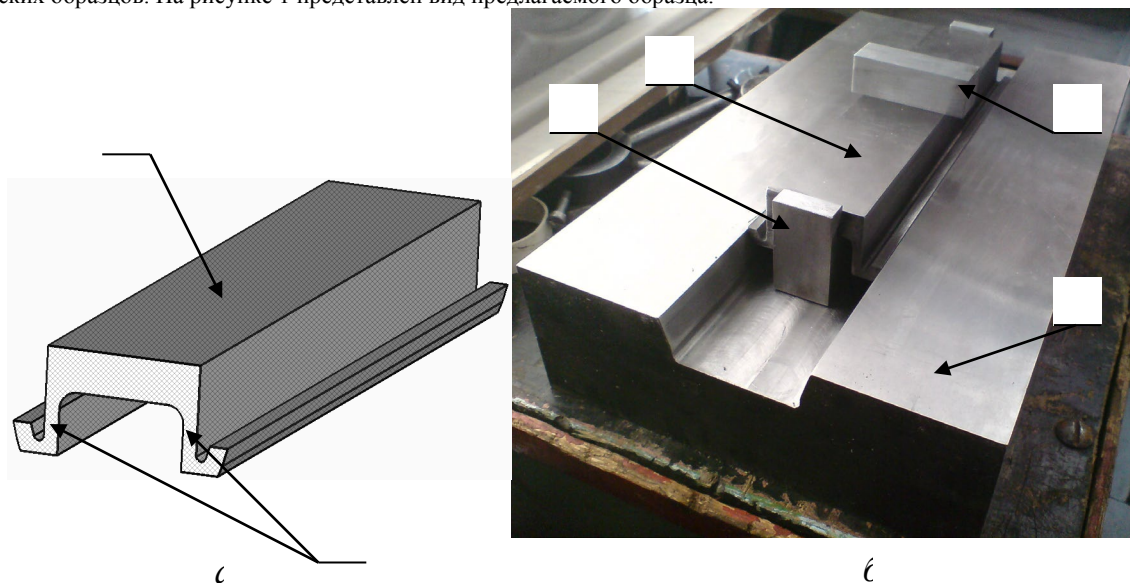


Рис. 1 - Призматический образец (а) и его позиционирование в приспособлении (б) при проведении испытаний: 1–образец, 2–боковой выступ со скосами, 3–боковая опора, 4–концевая опора, 5–толкатель.

Особенностью образца является наличие упругих элементов, выполненных в виде боковых выступов  $L$ -образной формы, на концах которых располагаются скосы. Существенным преимуществом призматического образца перед известными лабораторными аналогами является проведение механических испытаний на стандартном оборудовании с одним силовым приводом, непосредственно воздействуя на него.

Упрощение процесса испытания с использованием призматического образца достигается заменой одного из силовых воздействий испытательной машины или звена рычажного механизма, позволяющее получать одно из главных напряжений в образце, на контактную силу реакции, реализуемой за счет скольжения упругих элементов  $L$ -образной формы по наклонной опорной поверхности приспособления (см. рис. 1, б). Реализованный таким образом научный подход к решению отмеченной проблемы на стадии теоретических и экспериментальных исследований изложен в работе [3].

Положительным аспектом предлагаемого призматического образца является чувствительность его геометрических характеристик к изменению параметра вида НДС в его рабочей зоне. При варьировании значений указанных характеристик (высоты боковых выступов, радиусов галтелей) появляется возможность создания управляемой схемы НДС. Как показали вычислительные эксперименты (см. рис. 2), выполненные в комплексе MSC.Nastran, значение коэффициента  $\Pi$  удовлетворяет практически значимому диапазону (3).

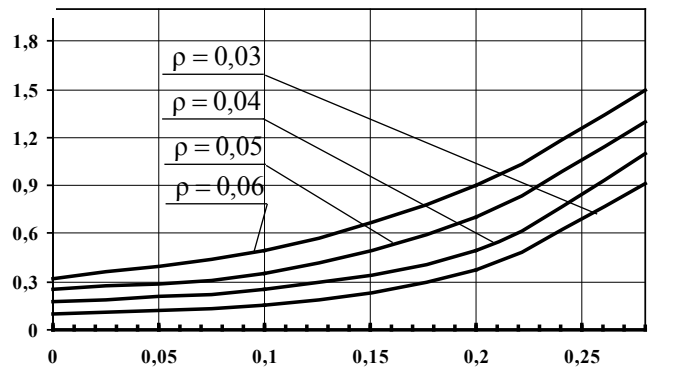


Рис. 2 - Зависимость коэффициента  $\Pi$  от высоты вертикальной части  $L$ -образного выступа и радиуса галтельного перехода.

На рис. 2 введены следующие обозначения:  $h$  – относительная высота  $L$ -образного выступа (4);  $\rho$  – относительный радиус галтельного перехода. В численном эксперименте углы скосов принимались равными 15 градусов. Результаты численного деформирования образца, представленные на рис. 2, справедливы для диапазона изменения геометрических параметров образца

$$h = \frac{H}{S} \in [0; 0,28] \quad ; \quad \rho = \frac{r}{S} \in [0,03; 0,06] \quad (4)$$

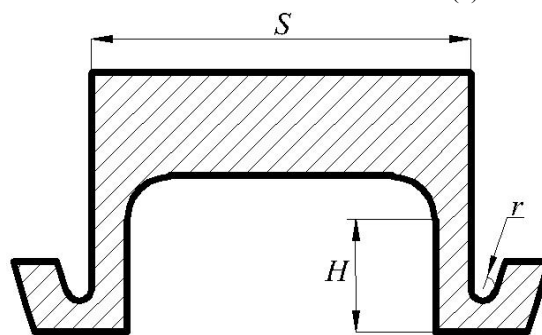


Рис. 3 – Конструктивная схема призматического образца.

Зная зависимости изменения коэффициентов  $\Pi$  в рабочей зоне образца имеется возможность выбора интересующего конструктивного варианта экспериментального образца для последующего изучения влияния вида НС на предельное состояние материала (предел прочности, предел текучести). Далее, соответственно возможно выполнять расчетную оценку надежности исследуемой конструкции с учетом уточненных данных эксперимента.

#### Литература

1. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность: Справочник. – М.: «Машиностроение». – 1985. – 224 с.
2. Вансович К.А., Ядров В.И. Усталостные испытания стальных крестообразных образцов с поверхностной трещиной при двухосном нагружении. // Омский научный вестник №3 (113), 2012. – с. 117–121.
3. Зеньков Е.В., Цвик Л.Б. Расчетно-экспериментальная оценка напряженно-деформированного состояния лабораторного образца с галтельным переходом // Вестник ИргТУ. 2013. №9(80). С. 70 – 78.

Калякин А.М.<sup>1</sup>, Сауткина Т.Н.<sup>2</sup>, Чеснокова Е.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, доцент; <sup>2</sup>кандидат технических наук; <sup>3</sup>ассистент, Саратовский государственный университет имени Гагарина Ю.А.

#### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РОСТА ШЕРОХОВАТОСТИ ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ВОДОПРОВОДНЫХ ТРУБ В НАЧАЛЕ ПРОЦЕССА ЗАРАСТАНИЯ

##### Аннотация

В статье показана необходимость прогнозирования роста шероховатости внутренней поверхности трубопроводов. Сделан анализ зависимости процесса обрастания трубопроводов от шероховатости.

**Ключевые слова:** шероховатость, обрастание, трубопровод

Kalyakin A.M.<sup>1</sup>, Sautkina T.N.<sup>2</sup>, Chesnokova E.V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, доцент; <sup>2</sup>кандидат технических наук; <sup>3</sup>ассистент, Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A.

#### GROWTH PREDICTION INNER SURFACE ROUGHNESS OF WATER PIPES AT THE BEGINNING OF OVERGROWING

##### Abstract

The article shows the need to anticipate growth roughness of the internal surface of pipelines. The analysis of process piping fouling roughness.

**Keywords:** roughness, fouling, pipeline

Для точных гидравлических расчетов необходимо прогнозировать динамику роста шероховатости внутренней поверхности труб. Шероховатость – это совокупность неровностей; на рисунке 1 представлена приблизительная схема шероховатости поверхности.

Увеличение шероховатости в процессе эксплуатации (в самом ее начале) возможно определить по формуле А.Д. Альтшуля [1]:

$$k_t = k_0 + \alpha \cdot t, \quad (1)$$

где  $k_0$  – абсолютная эквивалентная шероховатость, мм, для новых труб (в начале эксплуатации);  $k_t$  – то же, через  $t$  лет эксплуатации;  $\alpha$  – коэффициент, характеризующий быстроту возрастания шероховатости, мм/год, который зависит от материала труб и физико-химических свойств воды.

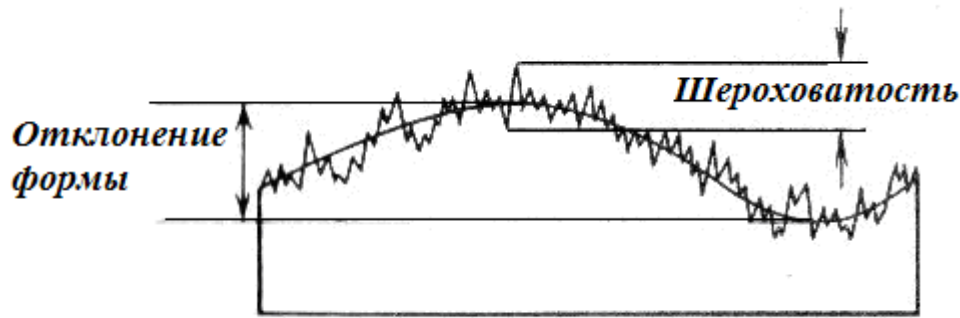


Рис. 1 – Схема шероховатости поверхности

На рисунке 2 показана небольшая часть профиля поверхности, которая получена в сечении шероховатой поверхности плоскостью, перпендикулярной к ней.

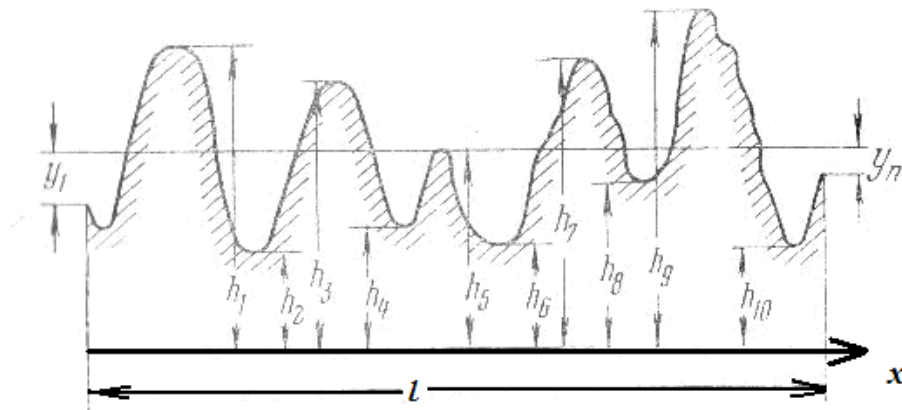


Рис. 2 – Профиль поверхности

Среднее арифметическое отклонение профиля от средней линии в пределах длины  $l$  определяется по формуле [2]:

$$R_a = \frac{1}{l} \cdot \int_0^l |y| dx \approx \frac{\sum_{i=1}^n |y_i|}{n} \quad (2)$$

Высота неровностей профиля, которая определяется как среднее расстояние между пятью высшими и пятью низшими точками профиля в пределах длины  $l$ , вычисляется по формуле [2]:

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 h_{i_{\max}} - \sum_{i=5}^5 h_{i_{\min}}}{5} \quad (3)$$

Техническая, т.е. существующая в действительности после изготовления труб шероховатость вследствие физических особенностей способов образования является нерегулярной. Она нерегулярна в том смысле, что нет повторяемости выступов как по высоте, так и по порядку расположения – поэтому для описания шероховатости естественно принять теоретико-вероятностные методы.

Но на этом пути слишком много трудностей, преодоление которых не принесет существенных результатов. Поэтому определение шероховатости принято проводить гидравлическими методами и получать при этом интегральную детерминированную составляющую, которая делает все расчеты точными.

Детерминированная составляющая с практической точки зрения является условной. Периодическая составляющая со случайной фазой определяется различными факторами. И детерминированная (в узком смысле) и случайная составляющая оказываются случайными функциями.

Однако несколько попыток определения коэффициента гидравлического сопротивления как функции параметров шероховатости.

Одна из таких зависимостей приведена в работе [3]:



$$\lambda_{\sim} = \frac{0,326}{\text{Re}^{\beta}} \cdot (10^2 \text{tg} \theta + 1)^k \cdot \left( \frac{2h_{\max} \cdot 10^2}{d_T} + 1 \right)^{\varphi} \quad (4)$$

где  $\text{tg} \theta$  – средний тангенс угла наклона сторон неровностей;  $h_{\max}$  – максимальная амплитуда неровностей;  $\text{Re}$  – число Рейнольдса;  $d_T$  – внутренний диаметр трубы;  $\beta, k, \varphi$  – показатели, определяемые экспериментально.

В процессе эксплуатации трубопроводы подвергаются обрастанию (обычно обрастание происходит тем быстрее, чем больше внутри шероховатости), которое приводит к уменьшению проходного сечения вплоть до его полной закупорки и прекращения подачи воды на точки водоразбора. В результате такого зарастания гидравлическое сопротивление увеличивается в 8-9 раз по сравнению с расчетным. Все это приводит к дополнительным капитальным затратам на ремонт, перекладке линий и дополнительных трубопроводов, перерасходу энергозатрат, к сокращению срока эксплуатации.

Поэтому, если считать (в действительности так оно и происходит), что обрастание начинается с роста шероховатости, то прогнозирование роста шероховатости имеет решающее значение.

#### Литература

1. Альтшуль, А.Д. Гидравлика и аэродинамика / А.Д. Альтшуль, Л.С. Животовский, Л.П. Иванов. – М.: Стройиздат, 1987. – 414 с.
2. Шероховатость поверхностей (теоретико-вероятностный подход) / А.П. Хусу, Ю.Р. Витенберг, В.А. Пальмов. – М.: «Наука», 1975. – 344 с.
3. Дунин-Барковский, И.В. О шероховатости пластмассовых труб / И.В. Дунин-Барковский, М.Я. Рузин // Водоснабжение и сантехника. – 1964. – №2. – С. – 22 – 24.

**Ковалюк Д.А.**

Кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации химических производств, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

#### УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ НАГРЕВА СИНИЛЬНОЙ КИСЛОТЫ НА ОСНОВЕ SCADA-СИСТЕМЫ TRACE MODE

*Аннотация*

*Предложена система управления процессом нагрева синильной кислоты, разработанная на основе SCADA-системы TRACE MODE.*

**Ключевые слова:** автоматизация, система управления, TRACE MODE.

**Kovalyuk D.O.**

PhD in technical sciences, Profesor assistant, Department of Chemical Automation manufactures, National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”

#### HYDROCYANIC ACID HEATING CONTROL WITH TRACE MODE SYSTEM

*Abstract*

*The article discusses the control system for process heating of hydrocyanic acid and developed software based on TRACE MODE SCADA-system.*

**Keywords:** automation, control system, TRACE MODE.

#### Введение

Синильная кислота занимает важное место в народном хозяйстве, а ее производство характеризуется высокой степенью точности, поскольку отклонение от заданных технологических параметров влечет опасность для рабочего персонала, загрязнения окружающей среды и большие материальные убытки. Это обуславливает актуальность автоматизации данного процесса и разработки системы управления.

#### Объект исследования

Одним из этапов производства синильной кислоты является ее нагревание до заданных параметров в противоточном теплообменнике типа «труба в трубе». В работе [1] проведено математическое моделирование теплообменника как объекта с распределенными параметрами и получена модель канала управления в виде передаточной функции. Это позволяет создать на ее основе систему управления.

#### Структура системы управления

Сегодня существует много программных средств расчета, моделирования и имитации систем управления. Если рассматривать этап проектирования, то видимо, целесообразно использовать математические пакеты Mathcad, Matlab (инструментарии Control System Toolbox, Robust Control Toolbox, SIMULINK). Если же рассматривать этап внедрения и процесс эксплуатации, то будет более целесообразным использовать промышленные средства, такие как SCADA-системы.

В настоящее время наиболее распространено понимание SCADA как программного комплекса, обеспечивающего выполнение функций управления и сбора данных, а так же инструментальных средств разработки программного обеспечения. В данной работе используются оба подхода: сначала на основе инструментальных средств SCADA разрабатывается программное обеспечение системы управления, а затем имитируется и исследуется работа объекта - теплообменника по нагреву синильной кислоты. Принимая во внимание анализ существующих на рынке SCADA-систем [2], для реализации выбрано систему TRACE MODE 6.

Поскольку SCADA система должна быть понятной в первую очередь для конечного пользователя АСУТП, то для создания интерфейса использованы стандартные блоки библиотеки TRACE MODE (рис. 1)

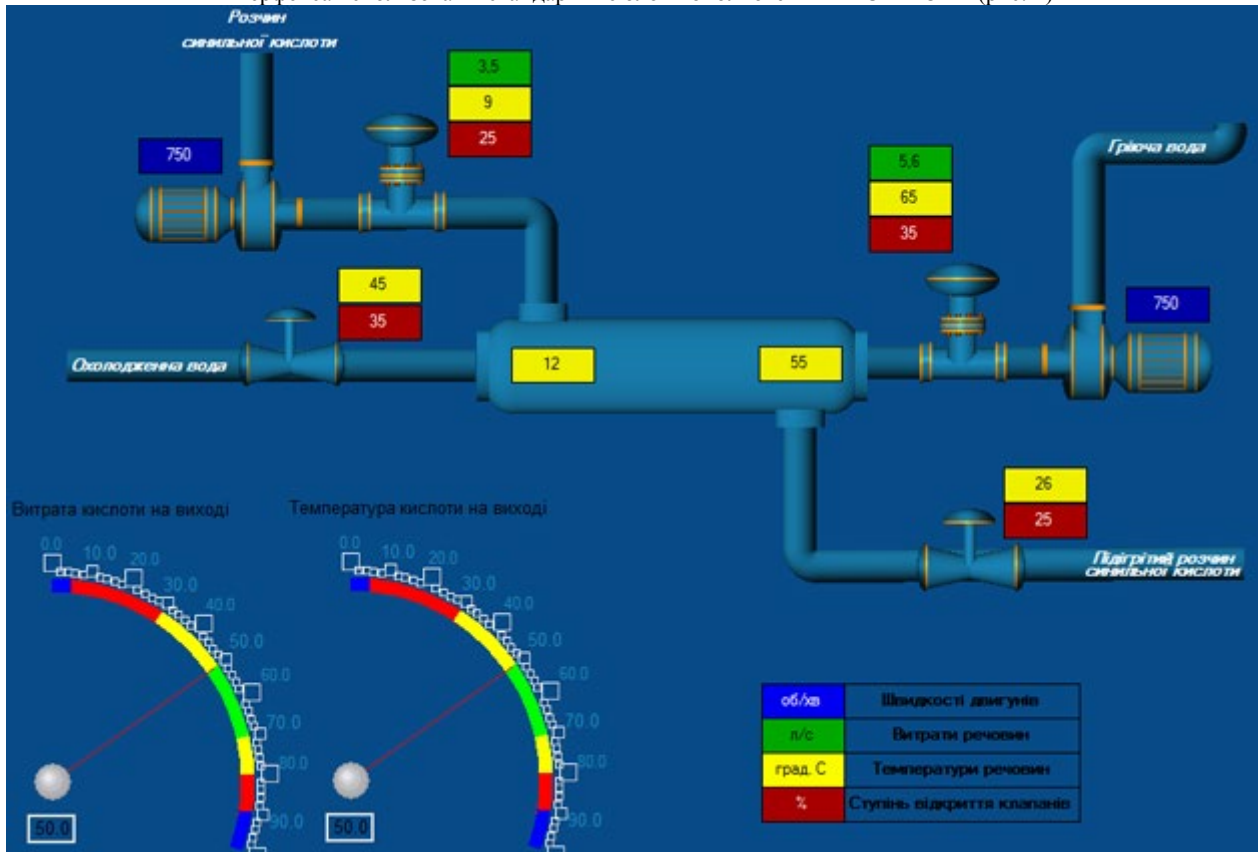


Рис. 1. – Интерфейс системы управления

Интерфейс оператора реализует следующие функции: 1) Мониторинг текущих параметров технологического процесса. 2) Переключение в ручной режим управления. 3) Отчеты по работе технологического процесса. 4) Подбор параметров регулятора.

Логическая схема системы управления показана на рисунке 2. В работе исследуется одноконтурная САР, реализующей принцип управления по отклонению. Текущее значение технологического параметра (температура кислоты на выходе теплообменника) по каналу обратной связи подается на вход системы, сравнивается с заданием, а значение рассогласования подается на вход регулятора. Для исследования и тестирования системы управления написана программа, позволяющая выполнить эмуляцию работы объекта с заданными значениями статического режима. Отметим, что при реальном использовании программного обеспечения данные с объекта будут поступать в систему управления через драйвера технических средств.

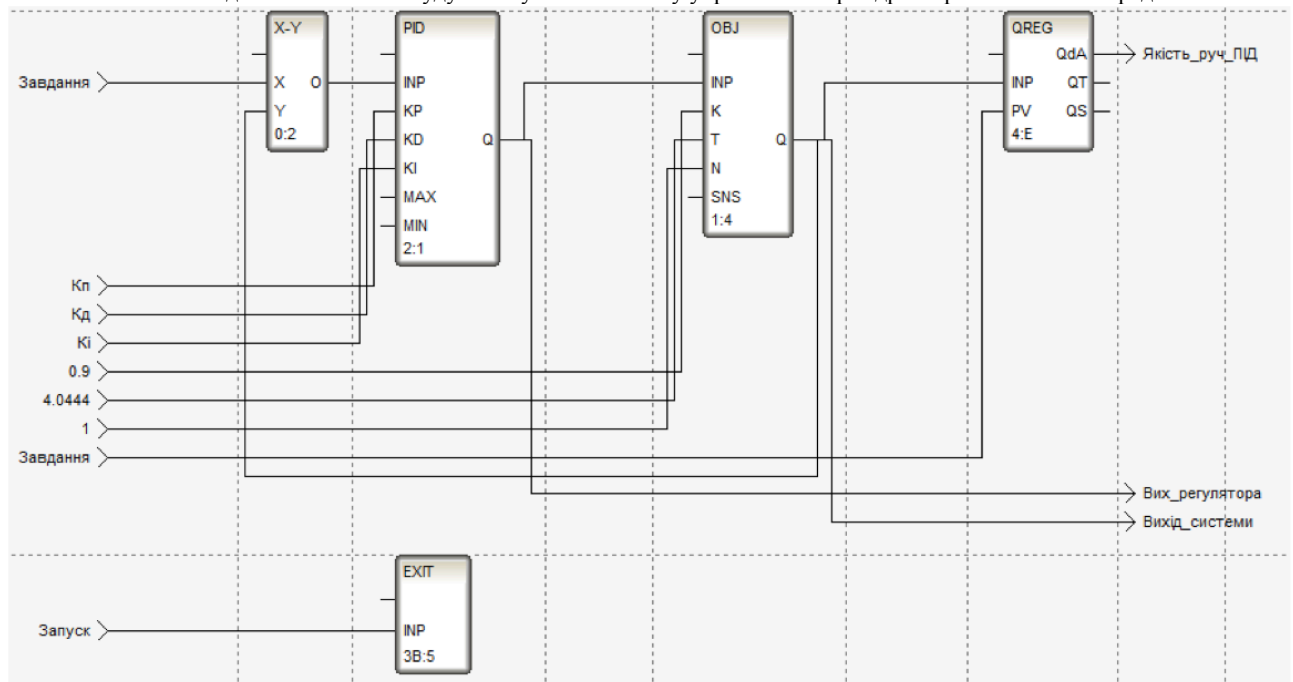


Рис. 2. – Структурная схема системы управления с ПИД-регулятором

#### Сравнение систем управления с различными типами регуляторов

В работе проведено исследование ПИД, ПДД и модального регуляторов. Сравнительная характеристика графиков переходных процессов всех систем управления изображена на рисунке 3.

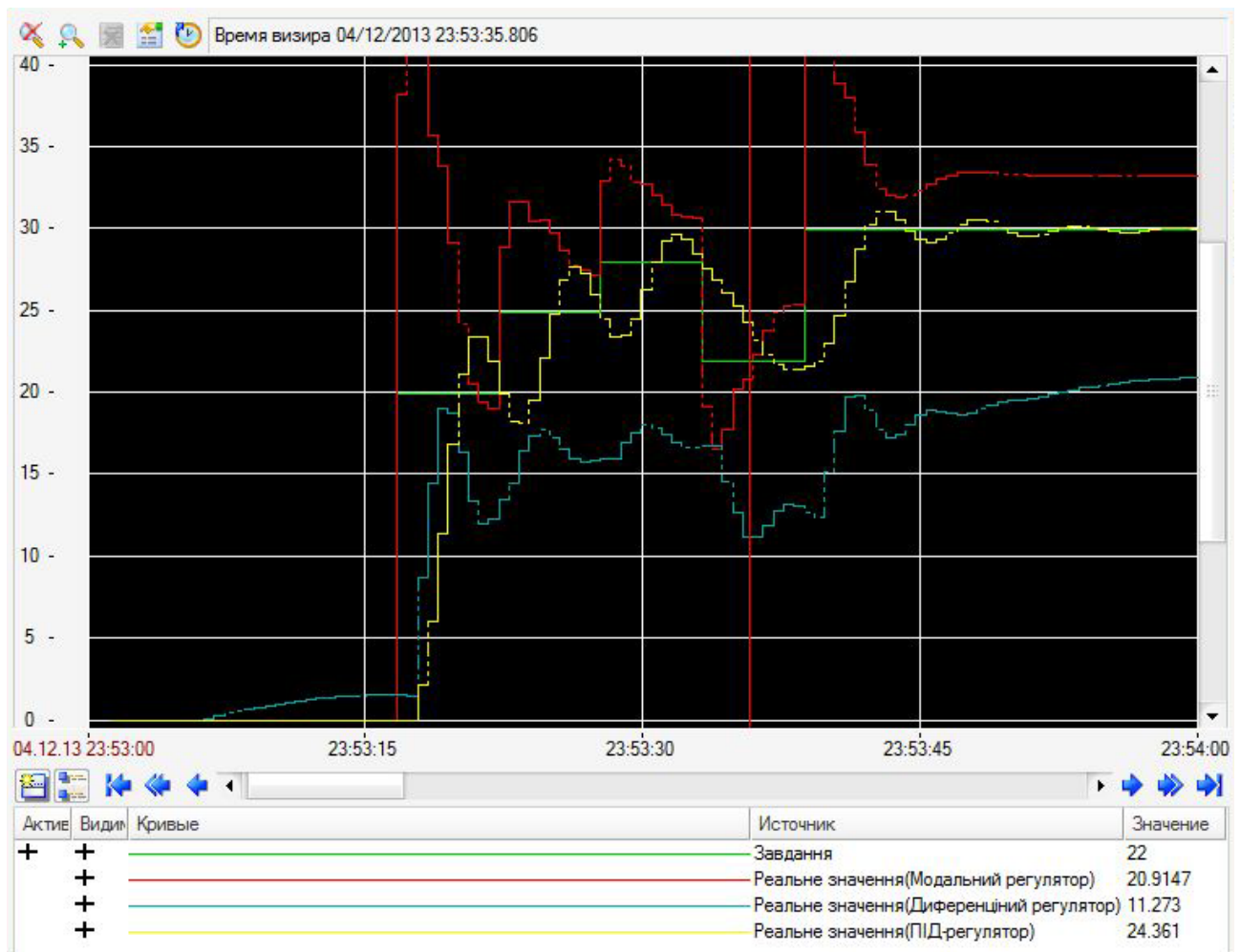


Рис. 3. - Сравнение переходных характеристик систем управления

По результатам моделирования можно сделать вывод, что лучше обрабатывают ПИД и модальный регулятор.

#### Выводы

Разработано программное обеспечение на основе SCADA-системы TRACE MODE 6, состоящее из: интерфейса, программы эмуляции, блочной модели системы управления. Исследована работа систем управления с различными типами регуляторов, сделан вывод о целесообразности применения ПИД и модальных регуляторов. Реализована возможность работы системы в ручном режиме, что позволяет провести исследование объекта при различных значениях параметров технологического процесса и настроек системы управления.

#### Литература

1. Ковалюк Д.О. Розрахунок системи керування контуром нагрівання синильної кислоти: Д.О. Ковалюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2013. – №2. – С. 22–25.
2. Подробное сравнение SCADA систем для российского рынка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://olejek.info/index-sel-articles-id-6.htm>

Вайскрובה Е.С.<sup>1</sup>, Кожемякина А.Е.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, доцент, <sup>2</sup> ведущий инженер отдела менеджмента качества, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

#### СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ В РАМКАХ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА

*Аннотация*

*В статье рассмотрены основные положения реформы технического регулирования в рамках Таможенного союза применительно к пищевой продукции*

**Ключевые слова:** пищевая продукция, техническое регулирование, технический регламент, Таможенный союз.

Vayskrobova E.S.<sup>1</sup>, Kozhemyakina A.E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>candidate of technical science, Associate Professor, <sup>2</sup> lead engineer Department of Quality Management, Nosov Magnitogorsk State Technical University

#### MODERN FOOD REQUIREMENTS UNDER THE CUSTOMS UNION

*Abstract*

*The article describes the main provisions of the reform of technical regulation of the Customs Union with regard to food*

**Keywords:** food products, technical regulations, technical regulations, the Customs Union.

В соответствии с договором от 10 октября 2000 года Республика Беларусь, Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Российская Федерация и Республика Таджикистан сформировали международную организацию «Евразийское экономическое сообщество» для эффективного продвижения Сторонами процесса формирования Таможенного союза и Единого экономического пространства, а также реализации других целей и задач, связанных с углублением интеграции в экономической и гуманитарной областях.

В соответствии с договором от 6 октября 2007 года Республика Беларусь, Республика Казахстан и Российская Федерация сформировали Таможенный союз (ТС), который позволит не только объединить рынки обращения продукции и снять барьеры, мешающие развитию межгосударственных хозяйственных связей, но и создать гармонизированное национальное и наднациональное правовое регулирование.

Речь идет об установлении на всем пространстве интеграционного объединения единых обязательных требований к продукции, имеющих прямое действие, и о запрете на установление соответствующих требований в одностороннем порядке [1].

Кроме того, создание таких интеграционных объединений предполагает формирование единых методов оценки соответствия продукции тем или иным требованиям, правил аккредитации и проведения контроля, а также решение вопросов, без которых единство экономического пространства не может быть полноценным [1].

Гармонизация законодательства в области технического регулирования является важнейшим направлением деятельности межгосударственного объединения Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Российской Федерации и Республики Таджикистан [2, 3, 4].

Технический регламент ЕврАзЭС (ТР ЕврАзЭС) является документом, принятым международным договором государств Сторон в рамках ЕврАзЭС и устанавливающим обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования. Они принимаются в целях защиты жизни и здоровья человека, имущества, охраны окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей [4].

В качестве основы для разработки ТР ЕврАзЭС могут полностью или частично использоваться международные, региональные и национальные стандарты, а также национальные технические регламенты [4].

Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС) – документ, утвержденный Комиссией ТС, устанавливающий обязательные для применения и исполнения на таможенной территории ТС требования к продукции либо к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам производства, монтажа, наладки, эксплуатации (использования), хранения, перевозки (транспортирования), реализации и утилизации [3].

Целями разработки и принятия ТР ТС являются [3]:

- обеспечение на таможенной территории ТС защиты жизни и (или) здоровья человека, имущества, окружающей среды, жизни и (или) здоровья животных и растений;
- предупреждение действий, вводящих в заблуждение потребителей;
- обеспечение энергетической эффективности и ресурсосбережения.

В качестве основы для разработки ТР ТС могут полностью или частично использоваться международные, региональные и национальные стандарты, а также национальные технические регламенты или их проекты [3].

Таким образом, национальные нормы, требования к качеству и безопасности продукции постепенно уходят в прошлое. В соответствии с Решением Комиссии от 20 сентября 2010 г. № 384 в государствах Сторон приостановлена разработка национальных Технических регламентов, объекты регулирования которых совпадают с объектами ТР ЕврАзЭС и (или) ТР ТС.

Сложившаяся на сегодняшний день в нашей стране ситуация в области технического регулирования применительно к пищевой промышленности представлена действием национальных Технических регламентов и ТР ТС.

Учитывая указанное выше, можно говорить о том, что на территории РФ по состоянию на январь 2014 года действуют следующие Технические регламенты РФ, устанавливающие обязательные требования к пищевой продукции:

- Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей (Федеральный закон от 27 октября 2008 г. № 178-ФЗ);
- Технический регламент на масложировую продукцию (Федеральный закон от 24 июня 2008 г. № 90-ФЗ);
- Технический регламент на молоко и молочную продукцию (Федеральный закон от 12.06.2008 № 88-ФЗ).

Кроме того, на территории РФ применяются отдельные положения Технических регламентов других государств-членов ТС.

К ТР ТС, действующим на территории Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации по состоянию на январь 2014 года и устанавливающим обязательные требования к пищевой продукции, относятся:

- ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки»;
- ТР ТС 007/2011 «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков»;
- ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна»;
- ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», вступил в силу с 1 июля 2013 г. за исключением требований к молоку и молочной продукции, мясу и мясной продукции, рыбе и рыбной продукции и связанным с ними процессам их производства, хранения, перевозки, реализации и утилизации;
- ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки»;
- ТР ТС 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей»;
- ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию»;
- ТР ТС 027/2012 «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания»;
- ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств».

До 15 февраля 2015 года допускается производство и выпуск в обращение соковой продукции из фруктов и овощей, а также масложировой продукции в соответствии с обязательными требованиями, ранее установленными нормативными правовыми актами ТС или законодательством государства-члена ТС, при наличии документов об оценке (подтверждении) соответствия продукции указанным обязательным требованиям, выданных или принятых до дня вступления в силу ТР ТС 023/2011 и 024/2011.

К ТР ТС, касающимся пищевой продукции, но не вступающим в действие по состоянию на январь 2014 года, относятся:

- ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»;
- ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции».

Процедура подтверждения соответствия пищевой продукции на территории стран-участниц ТС регламентируется обилием нормативных правовых актов.

Понятие подтверждения соответствия закреплено в Соглашении Правительств государств-членов ЕврАзЭС от 25.01.2008 «О проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер». Согласно положениям указанного документа «подтверждение соответствия» – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации (использования), хранения, перевозки (транспортирования), реализации и утилизации продукции, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, стандартов и других документов, содержащих характеристики продукции и связанных с ней процессов, которое может носить добровольный или обязательный характер.

Решением Комиссии ТС от 07.04.2011 № 620 утвержден Единый перечень продукции, подлежащей обязательной оценке (подтверждению) соответствия в рамках ТС с выдачей единых документов.

Продукция, не включенная в Единый перечень, подлежит обязательной оценке (подтверждению) соответствия согласно национальному законодательству государств-членов ТС. При этом указывается, что продукция исключается из Единого перечня с момента, когда вступает в силу соответствующий ТР ТС.

Таким образом, с момента вступления в действие ТР ТС проведение процедуры подтверждения соответствия будут регламентироваться положениями этих Технических регламентов.

Кроме того, формируется Единый реестр выданных сертификатов соответствия и зарегистрированных деклараций о соответствии.

В соответствии с Решением Комиссии ТС от 07.04.2011 № 621 оценка соответствия продукции требованиям ТР ТС проводится в форме подтверждения соответствия (декларирования соответствия, сертификации), регистрации, в том числе государственной, экспертизы, оценки пригодности, испытаний, государственного контроля (надзора) и (или) иной форме.

ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» конкретизирует формы оценки (подтверждения) соответствия пищевой продукции и процессов производства (изготовления), хранения, перевозки (транспортировки), реализации и утилизации [6].

Таким образом, к формам оценки (подтверждения) соответствия пищевой продукции относятся:

- государственный надзор (контроль);
- подтверждение (декларирование) соответствия пищевой продукции;
- государственная регистрация специализированной пищевой продукции;
- государственная регистрация пищевой продукции нового вида;
- ветеринарно-санитарная экспертиза [5].

Оценка (подтверждение) соответствия процессов производства (изготовления), хранения, перевозки (транспортировки), реализации и утилизации пищевой продукции требованиям ТР ТС на отдельные виды пищевой продукции проводится в форме государственного надзора (контроля), за исключением процессов производства (изготовления) пищевой продукции, которые осуществляются на производственных объектах, подлежащих государственной регистрации.

Оценка (подтверждение) соответствия пищевой продукции непромышленного изготовления и пищевой продукции предприятий питания, а также процессов реализации указанной пищевой продукции проводится в форме государственного надзора (контроля) за соблюдением требований к пищевой продукции, установленных ТР ТС 021/2011 и (или) ТР ТС на отдельные виды пищевой продукции.

Декларированию соответствия подлежит выпускаемая в обращение на таможенной территории ТС пищевая продукция, за исключением переработанной пищевой продукции животного происхождения, специализированной пищевой продукции, уксуса.

Декларирование соответствия пищевой продукции осуществляются на основе типовых схем оценки (подтверждения) соответствия, приведенных в документе, принятом Решением Комиссии ТС от 07.04.2011 № 621.

При декларировании соответствия пищевой продукции требованиям ТР ТС применяется единая форма декларации о соответствии, утвержденная Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 25.12.2012 № 293.

В случае, если срок действия декларации о соответствии не устанавливается в соответствующем ТР ТС, то он может быть определен заявителем.

Государственная регистрация продукции производится с оформлением свидетельства о государственной регистрации.

В соответствии с положениями Соглашения ТС по санитарным мерам, документом, подтверждающим безопасность продукции, является документ (свидетельство о государственной регистрации), удостоверяющий соответствие продукции (товаров), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), требованиям безопасности для здоровья человека и выдаваемый уполномоченными органами.

Для продукции, подлежащей государственной регистрации, преимущественной формой подтверждения соответствия является декларирование соответствия.

Государственная регистрация продукции осуществляются на основе типовых схем, приведенных в документе, принятом Решением Комиссии Таможенного союза от 07.04.2011 № 621.

Перечень пищевой продукции, подлежащей государственной регистрации, приводится во втором разделе Единого перечня товаров, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) на таможенной границе и таможенной территории ТС.

Сведения о государственной регистрации специализированной пищевой продукции вносятся в Единый реестр специализированной пищевой продукции.

Государственная регистрация пищевой продукции нового вида является бессрочной и подразумевает, что в дальнейшем подобная пищевая продукция не рассматривается как пищевая продукция нового вида и не подлежит государственной регистрации иным заявителем и под иными наименованиями.

Сведения о регистрации пищевой продукции нового вида вносятся в Единый реестр пищевой продукции нового вида.

Ветеринарно-санитарной экспертизе подлежит переработанная пищевая продукция животного происхождения, а также пищевая продукция непромышленного изготовления животного происхождения.

Проведение ветеринарно-санитарной экспертизы и оформление ее результатов осуществляется в соответствии с законодательством государства-члена ТС по ветеринарно-санитарным мерам.

Согласно положениям Соглашения ТС по ветеринарно-санитарным мерам ветеринарному контролю подвергаются продукция, входящая в Единый перечень товаров, подлежащих ветеринарному контролю (надзору).

Продукция, входящая в Единый перечень товаров, подлежащих ветеринарному контролю (надзору), должна соответствовать Единым ветеринарным (ветеринарно-санитарным) требованиям, предъявляемым к товарам, подлежащим ветеринарному контролю (надзору) и подлежат обязательному ветеринарному контролю (надзору) в соответствии с Положением о едином порядке осуществления ветеринарного контроля на таможенной границе ТС и на таможенной территории ТС.

Государственная регистрация производственных объектов является бессрочной и распространяется на объекты, на которых осуществляется деятельность по получению, переработке (обработке) переработанного продовольственного (пищевого) сырья животного происхождения [5]. Сведения о регистрации производственного объекта вносятся в реестр производственных объектов по производству пищевой продукции.

Пищевая продукция, соответствующая требованиям Технических регламентов и прошедшая оценку соответствия, маркируется единым обращением продукции на рынке государств-членов ТС. Исключение составляет пищевая продукция непромышленного изготовления, производимой гражданами в домашних условиях, в личных подсобных хозяйствах или гражданами, занимающимися садоводством, огородничеством, животноводством, и предназначенной для выпуска в обращение на таможенной территории ТС, и пищевой продукции, реализуемой на предприятиях питания (общественного питания). Порядок, правила применения, форма и размеры единого знака обращения продукции на рынке ТС регламентируются документами, принятыми Решением Комиссии ТС от 15.07.2011 № 711.

Подводя итог проведенному анализу современных требований к пищевой продукции, можно констатировать, что на сегодняшний момент в рамках ТС действует обширная международная правовая база в сфере технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер, включающая обилие документации, требующей детального и тщательного изучения.

## Литература

- 1 Система правовых актов в сфере технического регулирования в условиях формирования Единого экономического пространства [Электронный ресурс]: Журнал российского права / Калмыкова А.В., Каширкина А.А., Лукьянова В.Ю., Морозов А.Н. – М.: ООО Юридическое издательство «Норма», 2011, № 6. – с. 88-90.
- 2 Соглашение об основах гармонизации технических регламентов государств-членов Евразийского экономического сообщества (с изм. от 12.12.2008).
- 3 Соглашение о единых принципах и правилах технического регулирования в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации (ратифицировано Федеральным законом от 27.06.2011 № 152-ФЗ).
- 4 Соглашение о проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер (ред. от 19.05.2011).
- 5 Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 880 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (вместе с «ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности пищевой продукции»).
- 6 Последствия вступления России в ВТО: Качество продукции, технологий и образования: мат. VIII всеросс. научн.-практ. конф. с междунар. уч. (21 апреля 2013 г) / Кожемякина А.Е., Вайскрובה Е.С. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – с. 14-17.

**Коробова Н.А.**

Аспирант, Уральский Федеральный Университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург

### **ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ**

#### *Аннотация*

*Одна из самых актуальных задач на сегодняшний день, это проблема накопления отходов. В нашей стране потребность в автоматизированных системах контроля загрязнений окружающей среды достаточно велика. В статье рассматриваются различные программные обеспечения, по сбору, использованию, транспортированию отходов.*

**Ключевые слова:** окружающая среда, автоматизированные системы контроля, программное обеспечение.

**Korobova N.A.**

Graduate student, Ural Federal University named after the first President of Russia BN Yeltsin, Yekaterinburg

### **INFORMATION AND SOFTWARE IN ECOLOGY AND SAFETY**

#### *Abstract*

*One of the most pressing problems of today is the problem of waste accumulation. In our country, the need for automated control of environmental pollution is high enough. The article discusses the various softwares, collection, use, transportation of waste.*

**Keywords:** environment, automated monitoring systems and software.

В связи с расширением производства в сырьевых отраслях промышленности техногенная нагрузка на природную среду постоянно увеличивается. Поэтому в России потребность в автоматизированных системах контроля загрязнений окружающей среды достаточно велика.

Типовой состав автоматизированной системы экологического мониторинга для предприятий (регионов Российской Федерации) представлен на рисунке.

Ядром системы является сервер базы данных (центр мониторинга), в который должна поступать вся измеряемая экологическая информация (от автоматических и ручных средств измерений).

Сервер обеспечивает хранение, обработку и предоставление данных различным пользователям-клиентам в соответствии с их правами.

Предоставление данных клиентам осуществляется с использованием современных web-технологий, обеспечивающих одновременную работу большого числа пользователей без необходимости развёртывания специального программного обеспечения на рабочих местах.

Сбор данных от измерительных звеньев происходит путём применения различных программно-технических средств, в том числе с использованием разного рода интерфейсов с измерительной аппаратурой, а также путем интеграции со SCADA-системами.

При создании автоматизированных систем необходимо выполнять следующие требования:

- 1) программное обеспечение сервера и всех измерительных и информационно-управляющих звеньев должно быть унифицировано;
- 2) программное обеспечение всех звеньев системы должно быть совместимо друг с другом и обеспечивать работу в рамках единого информационного пространства;
- 3) система должна быть открытой и не иметь ограничений по наращиванию состава измерительной аппаратуры и клиентской базы, при этом должны постоянно выполняться требования пп.1.2;
- 4) в качестве первого этапа создания системы должна выполняться установка сервера с необходимым программным обеспечением и тем составом измерительных средств, которые могут быть приобретены в рамках начального финансирования;
- 5) по мере выделения средств и закупки новых звеньев системы процесс их интеграции в общую структуру должен быть безболезненным и осуществляться головным разработчиком системы;
- 6) все изменения состава системы (увеличение или уменьшение средств измерений, модернизация или замена вышедших из строя устройств, расширение или сокращение функций системы и т.п.) не должны требовать прекращения функционирования системы или коренной её реконструкции.

Опыт эксплуатации различных автоматизированных систем экологического мониторинга показал, что только при выполнении перечисленных требований возможно устойчивое функционирование и динамическое развитие этих систем на уровне современных технических требований с постоянным наращиванием объёма и качества выполняемых задач.

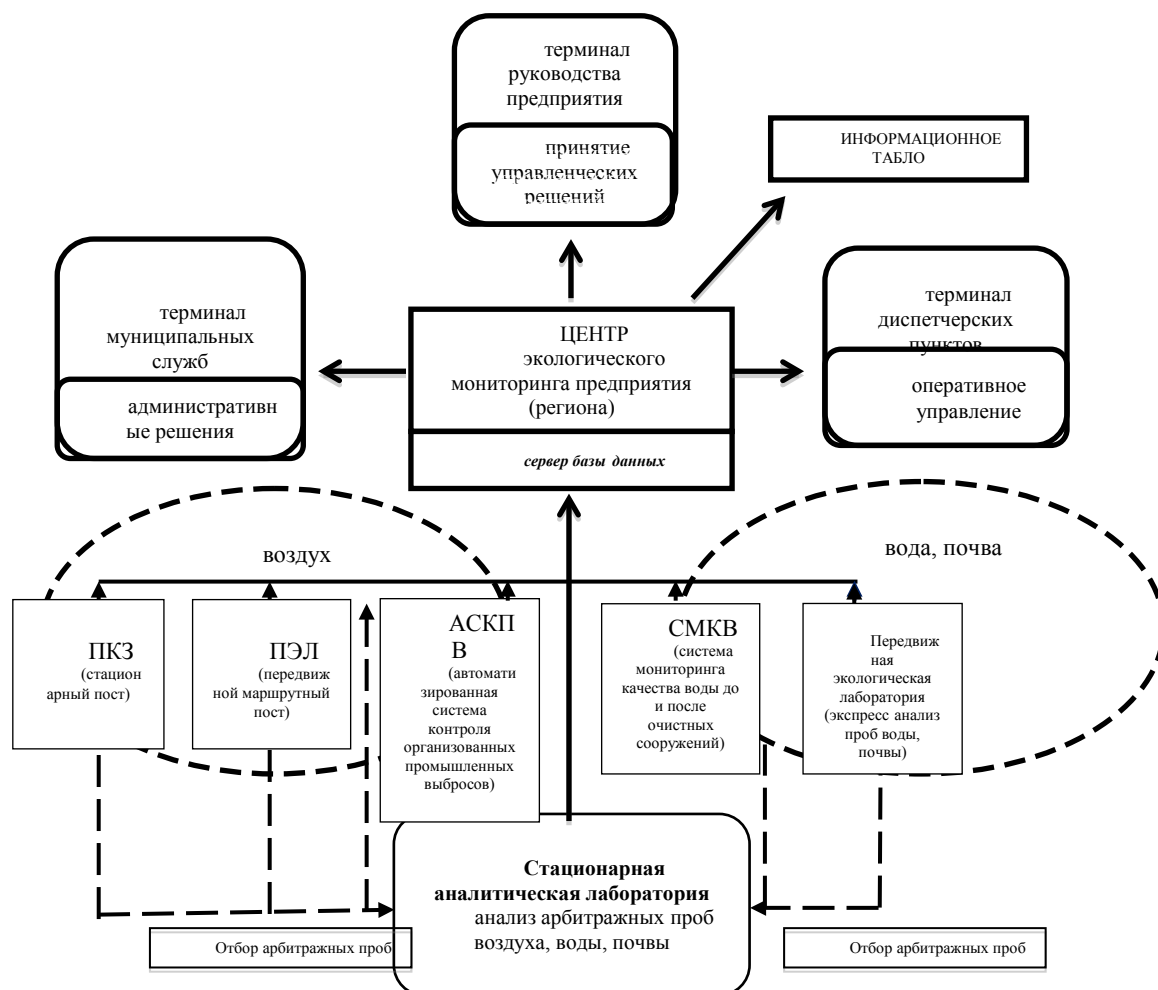


Рис. 1. Автоматизированная система экологического мониторинга

Одна из самых актуальных задач на современном этапе - решить проблему накопления отходов, а сделать это невозможно без внедрения новых технологий, в том числе без новых информационных технологий и разработки специальных программных обеспечений, направленных на уменьшение образования отходов и соответственно их размещения.

Для того чтобы действующая система управления отходами была готова к эффективному использованию сформировавшейся вторичной сырьевой базы, необходимо обеспечить:

- 1) координацию переработки и конечного размещения отходов на территории страны в целом и между субъектами Федерации в частности;
- 2) создать единую информационную базу с логическими схемами, которые будут направлены на непосредственное конечное размещение отходов на свалках и полигонах только после предварительной глубокой переработки;
- 3) разработать программное обеспечение по созданию системы саморегулирования в области обращения с отходами.

На сегодняшний день в мире активно разрабатываются различные программные обеспечения. Среди них: программное обеспечение по сбору, использованию, транспортированию отходов. Разрабатывается единая система по санитарно-эпидемиологической экспертизе, в том числе при осуществлении деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению отходов I-IV классов опасности. В настоящее время обсуждается вопрос о необходимости оптимизации нормативно-правовой информационной базы при обращении с крупнотоннажными отходами предприятий, производящих фосфорсодержащие удобрения.

Некоторые программные обеспечения получили очень широкое распространение. Так, например, при подготовке проектной документации нередко требуются данные по измерениям и расчётам шума. Широко известна программа «АРМ-Акустика» - это программа, которая позволяет моделировать схему расположения объектов на ситуационной карте-схеме по отношению друг к другу, как в двухмерной графике, так и в трехмерной. По результатам расчёта программа выдает два вида отчета: в графическом формате карты с изолиниями ожидаемого уровня шума на местности и текстовый отчет в формате Excel. Сравнение ожидаемых уровней звукового давления с нормативными показателями выводится прямо в отчете и здесь же показывается требуемое снижение уровня шума на источнике.

Институт прикладной экологии и гигиены в Санкт-Петербурге осуществляет ряд работ, среди них:

- 1) экологическая паспортизация территорий с использованием геоинформационных технологий;
- 2) промышленная и пожарная безопасность;
- 3) генеральные схемы санитарной очистки поселений с использованием геоинформационных технологий.

В мире сейчас разрабатываются и активно внедряются новые технологии, такие как газоанализатор «testo 350», «testo 350» - модульная система для контроля и мониторинга выбросов в атмосферу.

#### Литература

1. Полуэтов В.П. Основы создания автоматизированных систем экологического мониторинга / О.В. Лукьянов, М.В. Баюкин. - М. Экология производства, 2012. - 96 с.
2. Чумаков В.М. Современные технологии и оборудование / С.А. Васьков, О.С. Сырватка. - М. Экология производства, 2012. - 98 с.
3. Мошкина С.А. Подходы к уменьшению образования и размещения отходов / Д.В. Ермаков, Ю.С. Натфулина. - М. Экология производства, 2012 - 96 с.
4. Абдрахимов В.З. Вопросы экологии и утилизации техногенных отложений в производстве. - Самара. СГАСУ, 2010. - 264 с.



Ткаченко В.Я.<sup>1</sup>, Кузнецов С.М.<sup>2</sup>, Холмеева Н.В.<sup>3</sup>, Ольховиков С.Э.<sup>4</sup>, Колтунова А.А.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Доктор экономических наук, профессор Ткаченко Виктор Яковлевич, кафедра «Технология, организация и экономика строительства» Сибирский государственный университет путей сообщения.

<sup>2</sup>Кандидат технических наук, доцент Кузнецов Сергей Михайлович, кафедра «Технология, организация и экономика строительства» Сибирский государственный университет путей сообщения.

<sup>3</sup>Кандидат экономических наук, доцент Холмеева Наталья Викторовна, кафедра «Технология, организация и экономика строительства» Сибирский государственный университет путей сообщения.

<sup>4</sup>Аспирант, старший преподаватель Ольховиков Сергей Эдуардович, кафедра «Технология, организация и экономика строительства» Сибирский государственный университет путей сообщения.

<sup>5</sup>Аспирант, старший преподаватель Колтунова Анна Анатольевна, кафедра «Технология, организация и экономика строительства» Сибирский государственный университет путей сообщения.

## ГРУППИРОВКА ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ИХ РАБОТЫ

*Аннотация*

Совершенствование анализа хозяйственной деятельности различных производственных образований (предприятий, подразделений, бригад, технологических комплексов и др.) на основе данных статистической отчетности требует разбивки предприятий на группы по показателям их работы.

**Ключевые слова:** экономический анализ, экономико-статистическое моделирование, железнодорожный транспорт.

**Tkachenko V.Ya<sup>1</sup>, Kuznetsov S. M.<sup>2</sup>, Holomeeva N.V.<sup>3</sup>, Olkhovikov S.E.<sup>4</sup>, Koltunova A.A.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Doctor of Economics, professor Tkachenko Victor Yakovlevich SIBERIAN TRANSPORT UNIVERSITY;

<sup>2</sup>PhD in Engineering, docent Kuznetsov Sergei Mikhailovich SIBERIAN TRANSPORT UNIVERSITY;

<sup>3</sup>PhD in Engineering, docent Holomeeva Natalya Viktorovna SIBERIAN TRANSPORT UNIVERSITY;

<sup>4</sup>Postgraduate student, Senior Lecturer Olkhovikov Sergey Eduardovich SIBERIAN TRANSPORT UNIVERSITY.

<sup>5</sup>Senior Lecturer Koltunova Anna Anatolyevna SIBERIAN TRANSPORT UNIVERSITY.

## GROUP OF THE ENTERPRISES FOR INDICATORS OF THEIR WORK

*Abstract*

Improvement of the analysis of economic activity of various production educations (the enterprises, divisions, crews, technological complexes, etc.) on the basis of data of the statistical reporting demands breakdown of the enterprises on groups on indicators of their work.

**Keywords:** economic analysis, economical and statistical modeling, railway transport.

**Введение.** Проведенный в [1] анализ тесноты и характера парных связей между показателями работы производственных предприятий показал, что следующим этапом исследования является разбивка предприятий на группы по показателям их работы. Для этой цели авторами создан алгоритм группировки предприятий (объектов) по данным статистических показателей работы последних [2, 3].

**Назначение алгоритма.** Алгоритм предназначен для группировки объектов выборки в группы и вычисления статистических характеристик каждой группы и выборки в целом.

**Содержательная постановка задачи.** Имеется совокупность  $NO$  объектов  $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_{NO}\}$ . Функционирование каждого объекта описывается рядом количественных признаков  $X = \{X_1, X_2, \dots, X_{NP}\}$ . Один из этих признаков  $(Y = X_K)$  является зависимым от остальных  $Y = f(X_j), j = \overline{1, NO}$ .

Форма зависимости известна. Необходимо определить теоретические значения зависимого признака ( $Y^*$ ) для каждого объекта выборки и сгруппировать по нему объекты в группы. Границы групп (по выравненному  $Y^*$ ) заданы. Для каждой группы и выборки в целом определить статистические характеристики.

**Алгоритм решения.** Решение осуществляется на основе исходной матрицы данных  $X(NO, NP)$  по следующей схеме:

а) среди признаков, характеризующих объекты выборки, устанавливается зависимый ( $Y$ );

б) задается вид уравнения многофакторной регрессии;

в) задаются число групп и границы каждой по теоретическому значению зависимого признака  $Y$ ;

г) по заданному уравнению регрессии и фактическим значениям  $X_j (j = \overline{1, NP})$  определяются теоретические значения зависимого признака ( $Y^*$ ) для каждого объекта выборки;

д) по выравненному  $Y^*$  объекты группируются;

е) для каждой группы устанавливаются номера объектов, вошедших в группу, фактическое и выравненное значение зависимого признака, отклонение выравненного значения от фактического, среднемодульная ошибка аппроксимации зависимого признака;

ж) для выборки в целом определяются среднее значение каждого признака, среднее значение зависимого признака, среднемодульная ошибка аппроксимации зависимого признака.

**Описание алгоритма.**

Пусть значение  $Y_i^* = f(X_j), j = \overline{1, NP}$  характеризует  $i$ -й объект выборки  $i = \overline{1, \dots, NO}$ . Форма зависимости задана уравнением:

$$Y = a_0 + \sum_i a_i X_i + \sum_i a_i X_j^2 + \sum_i a_{ij} X_i X_j, \quad (1)$$

где  $Y^*$  – теоретическое значение зависимого признака;

$X_j$  – фактическое значение независимой переменной,  $j = \overline{1, \dots, NP}$ ;

$a_i, a_j$  – коэффициенты регрессии.

Задано число групп ( $KG$ ) и нижняя граница  $B(KG)$  каждой группы по выравненному значению зависимого признака ( $Y^*$ ).

Определить вектор  $Y(Y_1, Y_2, \dots, Y_{NO})$ , среднее значение зависимого признака  $\bar{Y}$ , среднемодульную ошибку аппроксимации зависимого признака  $\Delta Y$ , среднее значение независимого признака  $\bar{X}_j (j = \overline{1, NP})$  для выборки в целом.



Сгруппировать объекты в группы, определить номера объектов, вошедших в группу, среднемодульную ошибку аппроксимации зависимого признака в группе. Вектор  $Y(Y_1, Y_2, \dots, Y_{NO})$  определяется по формуле.

Среднее значение зависимого признака  $\bar{Y}$  определяется по формуле:

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{NO} Y_i}{NO}, \quad (2)$$

где  $NO$  – число объектов выборки;

$Y_i$  – фактическое значение зависимого признака для  $i$ -го объекта.

Среднемодульная ошибка аппроксимации зависимого признака  $\Delta Y$  определяется по формуле

$$\Delta Y = \frac{\sum_{i=1}^{NO} |Y_i^* - Y_i|}{NO}, \quad (3)$$

где  $Y_i^*$  – теоретическое значение зависимого признака для  $i$ -го объекта.

Среднее значение независимого признака  $\bar{X}_j$  определяется по формуле

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^{NO} X_{ij}}{NO}, \quad (4)$$

где  $X_{ij}$  – фактическое значение  $j$ -го признака для  $i$ -го объекта.

Пусть  $B_K$  – нижняя граница  $K$ -ой группы объектов по выравненному значению  $Y^*$ ,  $B_{K+1}$  – нижняя граница следующей по порядку  $(K+1)$ -ой группы. Тогда в группу  $K$  войдут те объекты, для которых  $B_{K+1} \geq Y_i^* > B_K$ .

Среднемодульная ошибка аппроксимации зависимого признака  $Y$  в  $K$ -й группе определяется по формуле

$$\Delta \bar{Y}_{GP} = \frac{\sum_{i=1}^l |Y_{ik}^* - Y_{ik}|}{l}, \quad (5)$$

где  $l$  – число объектов, вошедших в  $K$ -ю группу;

$Y_{ik}^*$  – теоретическое значение зависимого признака для объекта  $i$  в группе  $K$ .

**Выводы.** С помощью экономико-статистического моделирования разработан способ группировки производственных предприятий по показателям их работы [4]. Способ позволяет более точно планировать деятельность групп предприятий на конкретный промежуток времени (месяц, квартал, год и т.д.). Данный способ является универсальным [5], его можно применять при анализе работы бригад [6], комплексов машин [7], парков [8] и систем [9].

#### Литература

1. Ткаченко В.Я. Анализ тесноты и характера парных связей между показателями работы производственных предприятий / В.Я. Ткаченко, С.М. Кузнецов, Н.В. Холомеева // Экономика ж. д. - 2013. - № 6. - С. 38 - 43.
2. Кузнецов С.М. Обработка результатов натурных испытаний при техническом и тарифном нормировании / С.М. Кузнецов, К.С. Кузнецова // Экономика железных дорог, 2010. №7. – С. 88–99.
3. Кузнецов С.М. Совершенствование обработки результатов натурных испытаний при техническом и тарифном нормировании / С.М. Кузнецов // Экономика ж. д. - 2013. –№ 7. –С. 90 – 97.
4. Котюков В.И., Ткаченко В.Я., Кузнецов С.М. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки № 3057 «Программный комплект «КОМПАС»» от 19.12.2003 г.
5. Кузнецов С.М. Системотехника ресурсосберегающей технологии строительства зданий и сооружений / С.М. Кузнецов // Изв. вузов. Строительство. –2005. –№ 3. –С. 110 – 117.
6. Кузнецов С.М. Подбор состава строительных бригад / С.М. Кузнецов // Экономика ж. д. –2005. –№ 9. –С. 73 – 77.
7. Исаков А.Л. Оптимизация работы комплекса машин при строительстве объектов / А.Л. Исаков, К.С. Кузнецова, С.М. Кузнецов // Изв. вузов. Строительство. –2012. –№ 1. –С. 52 – 57.
8. Кузнецова К.С. Формирование ресурсосберегающего парка машин / К.С. Кузнецова, С.М. Кузнецов // Путь и путевое хозяйство. –2006. – № 8. –С. 11 – 12.
9. Лизунов Е.В. Организационно-технологическая надёжность гидротранспортных систем / Е.В. Лизунов, В.А. Седов, С.М. Кузнецов // Строительные и дорожные машины. –2005. –№ 5. –С. 19 – 21.

Кулёв Д.Х.<sup>1</sup>, Слищан В.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Доктор технических наук, профессор Академии Энциклопедических Наук, г. Санкт-Петербург; <sup>2</sup>кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ВНИИ Охраны труда, г. Санкт-Петербург

#### ДИАЛЕКТИКА ТЕРМИНА

#### Аннотация

Статья посвящена разработке теоретических основ процессов познания и терминологического развития в аспекте их диалектического развития.

Показано, что термин является результатом диалектического развития потока познания. Процесс познания есть процесс взаимопознания субъекта и объекта.

**Ключевые слова:** термин, диалектика, знания.

*The article is devoted to formulating a theoretical basis for knowledge and term formation processes in the light of its dialectical development.*

*It is shown that a term is subject to dialectical evolution of the stream of consciousness. Cognitive process is a ' interactive learning of the subject and the object.*

**Keywords:** terminus, dialectics, knowledge.

Известное определение слова «термин» (terminus – предел, граница) трактует его как однозначное слово, фиксирующее определенное понятие явлений окружающего мира, науки, искусства, техники и т.п. (Философский словарь, Изд. Политической литературы, М. 1972.). То есть, термины служат специализирующими, ограничительными обозначениями, характерными для той или иной конкретной сферы предметов, явлений, их свойств и отношений. Таким образом термин как инструмент познания зиждется на понятии. Но понятие – одна из форм отражения мира в мышлении, с помощью которой познается сущность явлений. Следовательно, понятие это результат понимания. В формулировке это результат осмысливания человеком отраженного мира как статического объекта. Такой подход – следствие господствующего креационистического мировоззрения. Выходя за рамки креационизма, можно полагать, что понятие образуется при равноправной обоюдной познавательной деятельности двух субъектов отношений: Мира и человека. С помощью эйдетического языка Мир взаимодействует сам с собой и нами, включаясь в мыслительную и языковую деятельность человека до достижения понимания [1]. Об этом свидетельствует факт взаимодействия сакральной компоненты Мира с психикой человека[2]. Получающееся в результате понятие становится именем, когда взаимодействует с Миром[3].

Термин, как отмечалось выше, есть зафиксированное понятие, имеющее границу. Наличие же границы предполагает проведение ограничения. Последнее осуществляется с помощью Меры. Мера, «встая» в понятие, переводит его в статус термина, делая последний базовым элементом языка науки. Мы руководствуемся следующим пониманием Меры: «Мера – философская категория, выражающая диалектическое единство качества и количества объекта: указывает предел, за которым изменение количества влечёт за собой изменение качества объекта и наоборот» (Советский энциклопедический словарь. М.1986).

Следовательно, термин является результатом процесса диалектического развития. Несомненно, термин как слово ещё и результат языковой деятельности, поэтому мы опираемся на возможность Русского языка и Азбуки, которые «много знают и умеют» [4,5]. Безусловно прав Лосев А.Ф.: «Моменты слова суть «моменты» научного познания» [1].

Совокупность терминов образует соответствующее терминологическое пространство со своим направлением процесса познания и терминообразования.

Всякая наука это всегда наука о Бытии. Поэтому, встаёт вопрос о мировоззрении, в рамках которого наука существует. Сегодняшняя цивилизация исходит из библейской концепции сотворения Мира, которая раскрыта в креационистском мировоззрении. Оно утверждает, что Мир создан из «ничто». Этот подход лежит в основе христианства, науки и пронизывает культурную и нравственную жизнь общества. Таким образом, «ничто» присутствует во всём пространстве Бытия, являясь по сути конкретным воплощением Вселенской меры Мира креационизма. Как мере ей присуще свойство: в Мире различные его фрагменты соизмеримы друг с другом в объемлющей их мере Бытия Мироздания [6]. То есть, в каждом понятии и термине «по оглашению» или «по умолчанию» в частной мере присутствует «ничто». Некоторые авторы прямо указывают на то, что современная наука зиждется на положениях каббалы [7]. Непредвзятые работы в области духовных учений отрицательно оценивают каббалу и её влияние на окружающий мир [8].

Ранее установлено, что «ничто» по сути является активным разрушительным «принципом ничто» [5]. То есть, содержащий его термин будет вести себя негативным образом, соответствующе формируя теорию познания и науку вообще. Разрушительная направленность подобного развития очевидна [9]. Вышеизложенное диктует необходимость отказа от креационизма, что поможет избежать влияния каббалы и «принципа ничто».

В существующей теории познания изучаемый предмет (далее – предмет) рассматривается как статический объект, в отношении которого совершаются исследования, делаются умозаключения и разрабатываются понятия и термины [10]. То есть, активной стороной является исследователь.

Мы же ориентируемся на то что Мир (и мы в нём) просто существует, и это свойство СУЩЕСТВОВАТЬ делает нас с Миром едиными [11]. При таком подходе предмет и исследователь «уравниваются в правах», как стороны единого потока развивающегося Бытия. Они становятся соучастниками процесса, который следует считать взаимопознанием. В нём предмет как часть Мира проявляет себя посредством эйдетического языка, Миру присущего [1]. Изучая предмет, человек как-то называет его, присваивая имя. Через имя предмет являет себя «во вне» и взаимодействует с человеком и средой [3].

В результате этого взаимодействия предмет вносит в процесс взаимопознания в языковом виде информацию о себе. Последняя будет содержать все качества и количества в той частной Мере, которая присуща предмету, как участнику общего с человеком развивающегося процесса взаимопознания. Со своей стороны в этот процесс человек вносит свою информацию, сформированную им с помощью языка, данных об изучаемом предмете и последующих умозаключений.

Эта информация будет содержать все качества и количества в той частной Мере, которая присуща исследователю, как участнику процесса взаимопознания.

Сформированные таким образом аналитические представления сторон друг о друге «встречаются», взаимодействуют и, сливаясь в своих частных мерах, образуют синтез.

Таким образом, процесс познания – есть процесс диалектического взаимодействия и взаимопонимания двух сторон: исследователя и изучаемого объекта. Результирующий этот процесс синтез и будет являться искомым термином. При этом мера, присущая термину объемлет меры сторон-участниц. Предварительный анализ показывает, что данный процесс подчиняется законам диалектики. Этим он созвучен общему процессу диалектического развития Мира, который живёт и СУЩЕСТВУЕТ [8,10].

#### Литература

1. Лосев А.Ф. Философия имени. Академический проект, М. 2009
2. Белов Н.С. Сакральная психология / Амрита – Русь, М. 2007
3. Лосев А.Ф. Вещь и имя / Мысль, М. 199
4. Безлюдова М.М. Азбука для взрослых. т.2, Гармония. М. 2009
5. Кулёв Д.Х., Слисан В.В. Принцип «ничто». Вестник АЭН, № 3(8), 2012
6. Язык наш: как объективная данность и как культура речи. Внутренний Предиктор СССР. СПб. 2004г.
7. Синельников В. А. Крах империи евреев. Эксмо, М.2009

8. Каббала-заговор против Бога. Сибирская благовонница. 2010. издано по благословию Митрополита Ташкентского и Среднеазиатского.

9. Слицан В.В., Кулёв Д.Х. Концепты жизни в пространстве Русского языка, Вестник АЭН, № 1(10), 2013

10. Краткий философский словарь. Эксмо.М.2004

11. Слицан В.В., Кулёв Д.Х. А-мер – основа Мира. Вестник АЭН, № 4(9), 2012

Лобанов О. С.<sup>1</sup>, Минаков В. Ф.<sup>2</sup>, Артемьев А. В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Аспирант, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, <sup>2</sup> Доктор технических наук, профессор, <sup>3</sup> аспирант, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

## ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

### Аннотация

Представлен авторский вариант реинжиниринга существующего информационного пространства Санкт-Петербурга в соответствии с концепцией облачных сервисов. Характеризуются проблемы, формируются пути перехода к облачным технологиям и особенности внедрения их в исполнительных органах государственной власти.

**Ключевые слова:** информатизация, интеграция, управление знаниями, инновации, облачные вычисления.

Lobanov O.S.<sup>1</sup>, Minakov V.F.<sup>2</sup>, Artemyev A.V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> postgraduate, St. Petersburg State University of economics, <sup>2</sup> Doctor of technical science, professor, <sup>3</sup> postgraduate, St. Petersburg State University of economics

## CLOUD TECHNOLOGIES IN ST. PETERSBURG'S GOVERNMENT

### Abstract

This article presents the authors' option of reengineering the existing information space of St. Petersburg in accordance with the concept of cloud services. Problems are characterized, formed the transition to cloud-based technologies and features of its deployment in St. Petersburg's executive authorities.

**Keywords:** informatization, integration, knowledge management, innovation, cloud computing.

В современных условиях существующие объекты информатизации исполнительных органов государственной власти (как и любых других государственных структур) отличаются крайней неэффективностью. На текущем этапе крайне важным является требование переосмысления структур информационных ресурсов регионов, их реструктуризация на основе показателей эффективности вложенных средств, соответствия решаемым задачам информатизации, в частности, потребностям населения.

Важно учесть, что в современных условиях развития информационного общества характерно стремление к использованию уже имеющихся информационных ресурсов [2, 5]. Поэтому предлагается реструктуризация информационной инфраструктуры региона путем развертывания облачной инфраструктуры, для чего предлагается создание регионального центра обработки данных (РЦОД), предусматривающего консолидацию [3, 4] и эффективное развитие государственных информационных ресурсов на базе единой облачной мультисервисной телекоммуникационной сети.

В зависимости от соотношения затрат на изолированное сопровождение информационных систем и стоимости размещения информационной системы в облачном информационном пространстве [7, 9] выделим следующие категории перехода к облачной инфраструктуре:

- 1) Наивысший уровень. Затраты на обслуживание системы превышают стоимость размещения данной информационной системы в РЦОД более чем в 1,5 раза.
- 2) Средний уровень. Затраты на обслуживание системы превышают стоимость размещения данной информационной системы в РЦОД в 1,1 – 1,5 раза.
- 3) Низкий уровень. Затраты на обслуживание системы примерно равны стоимости размещения данной информационной системы в РЦОД.
- 4) Нецелесообразный уровень. Затраты на обслуживание системы меньше стоимости размещения данной информационной системы в РЦОД.

Для уровней 1 – 3 на рис. 1 представлены необходимые стратегии перехода к соответствующим уровням облачных сервисов. Количество стрелок означает тесноту связи показателей затрат на обслуживание системы превышают стоимость размещения информационной системы в РЦОД.

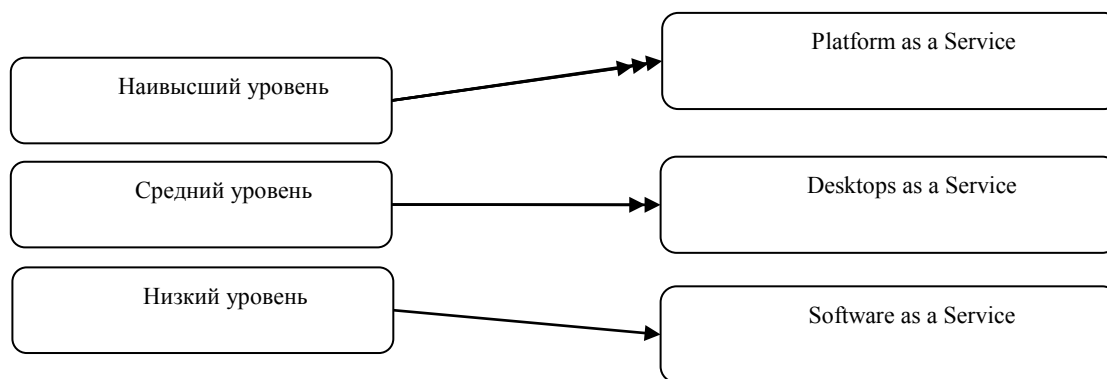


Рис. 1. Уровни перехода к облачным сервисам

Важно заметить, что переход на облачную инфраструктуру для указанных уровней перехода повлечет за собой с учетом количества информационных систем Санкт-Петербурга существенную экономию бюджетных средств по данному направлению. [1, 10]

Вывод. Предоставляемые решения по реструктуризации государственных информационных систем в облачные сервисы позволяют повысить эффективности проводимых мероприятий в сфере информационных технологий [6, 8]. Авторская структура облачного информационного пространства обеспечивает централизованную систему управления исполнительных органов государственной власти и подведомственных им государственных учреждений, планомерное, контролируемое развитие информационного общества Санкт-Петербурга.

### Литература

1. Лобанов О. С. Экономическое обоснование применения программных решений, реализующих функцию бюджетирования в организациях. // Материалы конференции «Студенты – городу». – Изд-во СПбГУЭФ, 2011. – С. 89-95.

2. Лобанов О. С. Построение системы управления единым информационным пространством Санкт-Петербурга, его принципы, особенности и результаты применения // *Современные проблемы науки и образования*, 2013. – № 5. – С. 444.
3. Лобанов О. С. CASE-технологии проектирования информационных систем // *Информационные технологии в экономике, управлении и образовании: Сборник научных трудов / Под ред. проф. В.В. Трофимова*. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – С. 298-299.
4. Лобанов О. С. Особенности построения системы управления единым информационным пространством Санкт-Петербурга // *Известия СПбГУЭФ*, 2013. – № 6 (84). – С. 110-113.
5. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Модернизация региональных информационных ресурсов в облачные платформы и сервисы // *Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies*. – 2013. – № 10-3 (17). – С. 56-57.
6. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Инновационное развитие региональных информационных ресурсов как облачных платформ // *Альманах современной науки и образования*. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 12 (79). – С. 116-117.
7. Минаков В. Ф., Макачук Т. А., Артемьев А. В. Модель Басса в управлении инновационным развитием отрасли связи России // *Качество. Инновации. Образование*. – 2013. – № 8 (99). – С. 23-27.
8. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е., Галстян А. Ш., Шиянова А. А. Обобщенная экономико-математическая модель распространения и замещения инноваций // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2012. – № 47 (302). – С. 49-54.
9. Галстян А. Ш., Минаков В. Ф., Глушко Д. С., Шиянова А. А. Повышение эффективности работы предприятий электросвязи на основе различных вариантов вложения средств // *Инфокоммуникационные технологии*. – 2007. – № 3. – С. 114-119.
10. Азаров И. В., Минаков В. Ф. Моделирование конъюнктуры инфотелекоммуникационного рынка // *Terra Economicus*. – 2006. – №2. – С. 35-40.

**Макачук Т. А.<sup>1</sup>, Минаков В. Ф.<sup>2</sup>, Щугорева В. А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат педагогических наук, доцент; <sup>2</sup> доктор технических наук, профессор, <sup>3</sup> аспирант, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

### **ОБЛАЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПОСТРОЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ОРГАНИЗАЦИИ**

*Аннотация*

*Облачные вычисления стали инновационной стратегией развития информационных технологий. В статье приведен обзор облачных решений информационных систем управления ресурсами компаний, их преимущества и проблемы использования.*

**Ключевые слова:** облачные вычисления, информационные системы.

**Makarchuk T.A.<sup>1</sup>, Minakov V.F.<sup>2</sup>, Shchugoreva V.A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Candidate of pedagogical sciences, associate prof.; <sup>2</sup> Doctor of technical science, professor, <sup>3</sup> graduate student, Saint Petersburg State University of Economics

### **CLOUD SOLUTIONS FOR BUILDING MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS ORGANIZATION**

*Abstract*

*Cloud computing has become the innovative strategy of information technology development. The review, advantages and usage issues of cloud based solutions for company resources management information systems are considered in this article.*

**Keywords:** cloud computing, information systems.

В настоящее время технологии облачных вычислений становятся ключевыми стратегиями развития IT-индустрии. Перспектива развития технологий облачных вычислений и создания национальной платформы «облачных вычислений» определена в государственной программе РФ «Информационное общество (2011-2020 годы)», разрабатываются концептуальные основы развертывания отечественных облачных решений [1-3]. Ежегодно в России наблюдается увеличение количества дата центров, поддерживающих технологии облачных вычислений [4, 5]. Облачные сервисы распространяются на многие сферы, и даже – управление человеческим капиталом для повышения его эффективности и выявления методов влияния на нее [6, 7]. Ярким примером развития облачных вычислений в России можно считать государственный проект создания национальной облачной платформы «07» (URL: <https://www.o7.com>) в рамках подписанного в 2011 г. соглашения по развитию технологий между компаниями Ростелеком, Microsoft и 1С.

Каждая из базовых облачных моделей (услуга как сервис (англ. Service as a Service, SaaS), инфраструктура как сервис (англ. infrastructure as a service, IaaS), платформа как сервис (англ. platform as a service, PaaS) может быть задействована независимо или в комбинации с другими вариантами сервисных услуг [8]. Разработаны другие модели облачных вычислений [1-3].

Примером такого облачного решения SaaS для бизнеса является TeamlabOffice (URL: <http://www.teamlab.com/>), предоставляющего инструменты для управления проектами, CRM-систему, on-line редакторы документов, в т.ч. в режиме совместного доступа, почту и др.

В настоящее время большинство разработчиков прикладных решений корпоративных информационных систем (КИС), в т. ч. для российского сектора экономики, имеют как минимум одно решение класса ERP с использованием технологий облачных вычислений. Так, компания SAP, лидер на рынке ERP, уделяет большое внимание переходу к облачным вычислениям в оперативной памяти и корпоративным мобильным технологиям. С 2011 года компания имеет облачное решение для управления персоналом, разработанное на базе SAP ERP HCM по модели SaaS.

В 2013 году компания Microsoft выпустила свой первый продукт класса ERP – Microsoft Dynamics NAV 2013 со встроенными облачными функциями на базе технологии Windows Azure. Интересное решение предлагает компания Virtual1C (URL: <http://www.virtual1c.net>), предоставляя возможность работы в КИС 1С:Предприятие 8.x по модели SaaS с предоставлением терминального доступа через Интернет по технологии Web-клиента с возможностью конфигурирования и программирования.

КИС в публичном облаке, физическое местоположение которого не всегда известно клиенту, оптимально для компаний в сфере малого и среднего бизнеса. Частное облако предназначено для использования одной организацией под управлением самой организации или третьей стороны. Комбинация частных и публичных облачных инфраструктур, связанных между собой технологиями передачи данных и приложений, позволяет создать гибридное облако. При этом технологические требования к уровню доступности облачных сервисов должен соответствовать показателю 24/7.

«Облачные» КИС снижают эксплуатационных затрат на аппаратное и программное обеспечение, что значительно уменьшает ИТ-расходы и сложность инфраструктуры компании. Перспектива аутсорсинга содержания информационной системы предприятия весьма привлекательна, особенно для предприятий малого и среднего бизнеса.

Проблемами перевода ИТ-инфраструктуры компании на базу облачных сервисов в России является отсутствие должной правовой базы, в том числе определения правового статуса облачных вычислений, разграничений условий размещения и обработки персональных данных на базе облачных площадок, перемещения данных между облаками разных провайдеров.

## Литература

1. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Модернизация региональных информационных ресурсов в облачные платформы и сервисы // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – № 10-3 (17). – С. 56-57.
2. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Инновационное развитие региональных информационных ресурсов как облачных платформ // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 12 (79). – С. 116–117.
3. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Инновационный тренд отрасли телекоммуникаций // Сборник трудов по материалам международной научно-практической конференции «Современные тенденции в образовании и науке». – Тамбов. – 2013. – Часть 18. – С. 76-77.
4. Минаков В. Ф., Макаручук Т. А., Артемьев А. В. Модель Басса в управлении инновационным развитием отрасли связи России // Качество, инновации, образование. – 2013. – № 8 (99). – С. 23-27.
5. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е., Галстян А. Ш., Шиянова А. А. Обобщенная экономико-математическая модель распространения и замещения инноваций // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – № 47 (302). – С. 49-54.
6. Артемьев А. В., Минаков В. Ф., Макаручук Т. А. Управление обучением персонала коммерческого банка // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – №3. – С.11-15.
7. Макаручук Т. А., Минаков В. Ф., Артемьев А. В. Мобильное обучение на базе облачных сервисов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2; URL: [www.science-education.ru/108-9066](http://www.science-education.ru/108-9066) (дата обращения: 07.05.2013). – С. 319-319.
8. Галстян А. Ш., Минаков В. Ф., Глушко Д. С., Шиянова А. А. Повышение эффективности работы предприятий электросвязи на основе различных вариантов вложения средств // Инфокоммуникационные технологии. – 2007. – №3. – С. 114–119.

Минаков В.Ф.<sup>1</sup>, Минакова Т.Е.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный экономический университет, <sup>2</sup> кандидат технических наук, доцент, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

### ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО И ПРОБЛЕМЫ ПРИКЛАДНОЙ ИНФОРМАТИКИ

#### Аннотация

*Установлены современные тенденции развития прикладной информатики для удовлетворения потребностей информационного общества. Показаны проблемные ситуации в общественном развитии, возникающие под воздействием информационных ресурсов.*

**Ключевые слова:** информационное общество, инновации.

Minakov V.F.<sup>1</sup>, Minakova T.E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doctor of technical science, professor, St. Petersburg State University of economics, <sup>2</sup> PhD of technical science, associate professor, National Mineral Resources University

### INFORMATION SOCIETY AND PROBLEMS OF APPLIED INFORMATICS

#### Abstract

*Current trends of development of applied informatics for satisfaction of requirements of information society are established. Problem situations in the social development, arising under the influence of information resources are shown.*

**Keywords:** information society, innovations.

Современное информационное общество предъявляет новые требования к производительным силам общества [1, 2]. Их инновационное развитие [3, 4] базируется на широком использовании информационных систем и технологий [5]. Такая роль информатизации ставит новые задачи перед прикладной информатикой. На наш взгляд, первоочередного разрешения требуют следующие проблемы.

Во-первых, необходима разработка инструментальных средств выявления и механизмов, препятствующих «надуванию пузыря» доткомов. Опыт 2000 года, когда «раздувание пузыря» достигло предела (индекс NASDAQ достиг 5000 пунктов), показал, что экономические последствия не закончились снижением индекса до 1500 пунктов. Потребовалось снижение ставок рефинансирования ФРС в 6 раз. Низкие ставки кредитования надули новый пузырь – ипотечный. Последний знаменовал начало глобального кризиса 2008-2009 гг. (кризиса ликвидности, банкротства банков, их поддержку за счет государственных финансовых средств, роста безработицы, стимулирование спроса снижением ставок рефинансирования до 0,25% и т.д.). Закономерно, что Нобелевская премия 2013 года по экономике была присуждена за исследования феномена «пузырей» на рынках.

Во-вторых, инвестирование объективно необходимых обществу и востребованных им инновационных разработок в сфере информатизации требует построения моделей и систем опережающих метрик и индикаторов [6, 7]. Они должны адекватно отражать роль и место новых информационных систем и технологий как фундаментальных факторов развития экономики.

В-третьих, нуждается в совершенствовании система институтов, методов и моделей оценки и отбора инновационных информационно-технологических проектов для инвестирования [8].

В-четвертых, конверсия сообщений в социальных сетях в реальную жизнь ставит проблему управления ею. Это необходимо как для нейтрализации прецедентов эскалации насилия, так и, наоборот, учета производителями роста интереса к товарам, получающим одобрение и популярность в виртуальном пространстве, особенно в социальных сетях.

В-пятых, глубина проникновения мобильных гаджетов, достижение уровней насыщения, порождает потребность в разработке широкого спектра мобильных приложений.

В-шестых, совершенствования требует национальная система электронных платежей. Особенно остро проблема проявляется в части интеграции банковских систем с небанковскими платежными системами, системами виртуальных счетов (Яндекс Деньги, WebMoney и пр.) и цифровыми наличными (bitcoin и др.).

В-седьмых, развития требует конвергенция компьютерных сетей со средствами связи.

В-восьмых, развития требует конвергенция компьютерных сетей со средствами массовой информации.

В-девятых, для Российской экономики чрезвычайно важно развертывание национальных облачных информационных ресурсов с предоставлением органам государственной власти и коммерческим структурам, особенно банковским, сервисов, платформ, инфраструктур. Только такое информационно-технологическое решение удовлетворяет требованиям не только информационной, но и экономической, и национальной безопасности.

В-десятых, разрешение вышеперечисленных проблем прикладной информатики требует эволюции системы образования, переподготовки и повышения квалификации персонала подразделений информационных технологий на основе многоуровневых акмеологических подходов [9].

## Литература

1. Воробьев В. П., Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Эффект инновационных процессов – генерирование денежного потока // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2012. – № 3. – С. 27-32.
2. Маслов В. И., Минаков В. Ф. Эластичность качества по цене и затратам // Стандарты и качество. – 2012. – № 9(903). – С. 88–90.
3. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Инновационное развитие региональных информационных ресурсов как облачных платформ // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 12 (79). – С. 116–117.
4. Минаков В. Ф., Макаrchук Т. А., Артемьев А. В. Модель Басса в управлении инновационным развитием отрасли связи России // Качество, инновации, образование. – 2013. – № 8 (99). – С. 23-27.
5. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Модернизация региональных информационных ресурсов в облачные платформы и сервисы // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – № 10-3 (17). – С. 56-57.
6. Минаков В. Ф., Сотавов А. К., Артемьев А. В. Модель интеграции аналоговых и дискретных показателей инновационных проектов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки = St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. – 2010. – Т. 6 (112). – С. 177–186.
7. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е., Барабанова М. И. Экономико-математическая модель этапа коммерциализации жизненного цикла инноваций // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки = St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. – 2012. – Т. 2-2. № 144. – С. 180–184.
8. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е., Галстян А. Ш., Шиянова А. А. Обобщенная экономико-математическая модель распространения и замещения инноваций // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – № 47 (302). – С. 49-54.
9. Макаrchук Т. А., Минаков В. Ф., Артемьев А. В. Мобильное обучение на базе облачных сервисов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2; URL: [www.science-education.ru/108-9066](http://www.science-education.ru/108-9066) (дата обращения: 07.05.2013). – С. 319-319.

**Минаков В. Ф.<sup>1</sup>, Макаrchук Т. А.<sup>2</sup>, Щугорева В. А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Доктор технических наук, профессор, <sup>2</sup>кандидат педагогических наук, доцент, <sup>3</sup>аспирант, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

### ТЕХНОЛОГИИ ВЕБ 2.0 В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

#### Аннотация

*Представлен авторский вариант веб-сервиса поиска и выбора модели смартфона в зависимости от цены и качества. Показано, что информация базы данных сервиса может быть использована для планирования производства и продаж изделий разного уровня качества.*

**Ключевые слова:** веб-сервис, управление качеством, инновации.

**Minakov V.F.<sup>1</sup>, Makarchuk T.A.<sup>2</sup>, Shchugoreva V.A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Doctor of technical science, professor, <sup>2</sup> candidate of pedagogical sciences, associate professor, <sup>3</sup> graduate student, St. Petersburg State University of economics

### WEB 2.0 TECHNOLOGIES IN THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

#### Abstract

*The author's option of web service of search and choice of model of the smart phone, depending on the price and quality, is presented. It is shown, that information of a database of service can be used for planning of production and sales of products of a different level of quality.*

**Keywords:** web service, quality management, innovations.

В системе менеджмента качества хорошо разработаны и широко используются принципы, ориентированные на совершенствование деятельности производителей по улучшению качества продукции. Однако результаты такой деятельности в итоге должны быть ориентированы на удовлетворение требований к качеству продукции со стороны потребителей. Актуальной в этой связи является проблема адресного учета запросов потребителей.

К настоящему времени в качестве инновационного маркетингового адресного взаимодействия широко используются компьютерные, и особенно, социальные сети [1, 2]. Нами предлагается распространение такого опыта на систему менеджмента качества [3, 4]. Для этого, на наш взгляд, пригодны информационные технологии веб 2.0. Их отличительная особенность от веб 1.0 состоит как раз в возможности создания и улучшения контента пользователями. Именно такая возможность и создает обратную связь от пользователя веб-сервисами, то есть потребителя продукции к производителю для учета последним каждого запроса потребителя [5, 6]. Таким способом реализуется системный принцип менеджмента качества.

Авторский вариант веб-сервиса управления качеством [7, 8] на примере инновационной продукции компании Apple представлен на рис. 1.

Смартфоны - Microsoft Internet Explorer

Файл Правка Вид Избранное Сервис Справка

Адрес: |

Ссылки


## ВЕБ-сервис поиска и выбора смартфонов Apple

Марка: Apple iPhone 5S

Х а р а к т е р и с т и к и   м о д е л е й :

Наименование	16 Gb	32 Gb	64 Gb
Цена (базовая модель)	29 990,00р.	34 990,00р.	39 990,00р.
Цена (качество повышенное)			
Цена (качество высшее)			
Заказать:	<input type="text" value="Да"/>	<input type="text" value="Да"/>	<input type="text" value="Да"/>
Нравится:	<input type="text" value="Да"/>	<input type="text" value="Да"/>	<input type="text" value="Да"/>
Рекомендую:	<input type="text" value="Да"/>		
Закажу через:	<input type="text" value="2 месяца"/>	<input type="text" value="2 месяца"/>	<input type="text" value="2 месяца"/>

Ваш отзыв:



Смартфоны 1 из 67

Рис. 1. Сервис ВЕБ 2.0 выбора смартфонов по цене и качеству

Важно заметить, что система виртуальных заказов сервиса предопределяет производство продукции (особенно - инновационной [9, 10]) и электронные расчеты за ее поставки, а, следовательно, является основанием для планирования ее

выпуска. Число виртуальных заказов  $V_{D1}$  имеет коэффициент конверсии с планируемым объемом производства  $c_{SD1} = 1$ .

Следовательно, может быть получена величина плана выпуска продукции на основе заказа  $V_{S1} = V_{D1}$ . Кроме того, база

данных сервиса хранит сведения о числе потребителей, выразивших желание приобрести товар в последующие периоды  $V_{D2}$

, план производства увеличивается на величину, пропорциональную  $V_{D2}$ , но с коэффициентом конверсии

$c_{SD2} = 0 \dots 1$ . Аналогично на основе учетных данных о предпочтениях к товару (клик кнопки «нравится») и коэффициента

конверсии  $c_{SD3} = 0 \dots 1$  определяется рост последующих продаж. Точно так же устанавливается влияние положительных отзывов о качестве товара на его приобретение. План выпуска продукции всего спектра качества может быть определен как:

$$V_{Si} = \sum_{i=1}^N c_{SDi} \cdot V_{Di}$$

Вывод. Веб-сервис может использоваться как инструмент планирования производства изделий вариативного качества.

### Литература

1. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Модернизация региональных информационных ресурсов в облачные платформы и сервисы // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – № 10-3 (17). – С. 56-57.
2. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Инновационное развитие региональных информационных ресурсов как облачных платформ // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 12 (79). – С. 116–117.
3. Маслов В. И., Арустамян А. И., Минаков В. Ф. Оптический контроль в системе управления качеством производства поршневых колец. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2012. – № 2 (78). – С. 16–20.
4. Минаков В. Ф., Арустамян А. И. Технология контроля положения ковша при разливе металла // Вопросы материаловедения – 2010. – № 4 (64). – С. 72–78.
5. Маслов В. И., Минаков В. Ф. Эластичность качества по цене и затратам // Стандарты и качество. – 2012. – № 9(903). – С. 88–90.
6. Маслов В. И., Минаков В. Ф. Критерий эффективности в системе управления качеством продукции предприятия // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление = St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Computer Science. Telecommunications and Control Systems. – 2012. – № 6 (162). – С. 179 – 184.
7. Маслов В. И., Арустамян А. И., Минаков В. Ф. WEB-сервисы в системе управления качеством машиностроительной продукции. // Современное машиностроение. Наука и образование. – 2012. – № 2. – С. 472-478.
8. Макачук Т. А., Минаков В. Ф., Артемьев А. В. Мобильное обучение на базе облачных сервисов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – С. 319.

9. Минаков В. Ф., Макачук Т. А., Артемьев А. В. Модель Басса в управлении инновационным развитием отрасли связи России // Качество, инновации, образование. – 2013. – № 8 (99). – С. 23-27.

10. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е., Галстян А. Ш., Шиянова А. А. Обобщенная экономико-математическая модель распространения и замещения инноваций // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – № 47 (302). – С. 49-54.

**Минакова Т. Е.<sup>1</sup>, Минаков В. Ф.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, доцент, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», <sup>2</sup> доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный экономический университет

# **АДДИТИВНО-МУЛЬТИПЛИКАТИВНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИЙ**

*Аннотация*

*Разработана математическая аддитивно-мультипликативная модель оценки инновационных проектов. Отличается учетом как достоинств проектов, так и допустимости по дискретным показателям. Предназначена для отбора проектов для инвестирования.*

**Ключевые слова:** инновационный проект, оценка, модель.

**Minakova T.E., Minakov V.F.**

<sup>1</sup> PhD of technical science, associate professor, National Mineral Resources University, <sup>2</sup> Doctor of technical science, professor, St. Petersburg State University of economics

# **ADDITIVE AND MULTIPLICATIVE MODEL OF ASSESSMENT FOR INNOVATION**

*Abstract*

*The mathematical additive and multiplicative model of an assessment of innovative projects is developed. Differs the account as advantages of projects, and an admissibility on discrete indicators. It is intended for selection of projects for investment.*

**Keywords:** innovative project, assessment, model.

Практика управления современными предприятиями требует оценки и принятия решений об использовании инноваций [1, 2], изменяющих способы производства, продукцию, ее качество [3-6]. В наибольшей степени это относится к стратегиям развития информационных ресурсов [7].

Анализ используемых в настоящее время методов, моделей, метрик и критериев оценки инновационных проектов [8, 9] позволяет установить, что очень часто допускается необоснованное арифметическое суммирование показателей оценки: аналоговых показателей, например, эффективности, и показателей соответствия проекта его инновационному назначению – дискретных показателей в виде метрики:

$$P = \sum_{i=1}^N c_i \cdot x_i$$

где  $x_i$  –  $i$  – я метрика инновационного проекта;

$c_i$  – вес показателя.

Такой подход не позволяет исключить проекты, аналогичные фильтрам Петрика, при попытках его внедрения для очистки радиоактивной воды и последующего использования ее в качестве питьевой. Модель, следовательно, должна даже при наличии большого числа достоинств проекта (отражаемых аналоговыми показателями), исключать возможность его реализации, то есть дискретно нивелировать оценку [10].

В связи с этим предлагается разделение показателей инновационных проектов на два ключевых класса:

– аналоговые (непрерывные) показатели – это класс показателей инновационного проекта позволяющий оценить предпочтительные свойства проекта на каждом из этапов его жизненного цикла, позволяющие получить показатель проекта как сумму его нормированных характеристик, отражающих достоинства;

– дискретные (прерывистые) показатели, независимые от аналогового результата оценки инновационных проектов, например, принимающие нулевое или единичное значение, позволяющие отклонять проекты в случае невозможности их реализации по критерию недопустимости таких проектов для использования.

Если метрики предпочтительных характеристик проектов могут быть отражены аддитивно в интегральном показателе, то возможность или невозможность принятия проекта должна учитываться мультипликативно, отображая тем самым логическую операцию «И». Смысл такой операции и характерен для дискретных булевых величин: отбор инновационного проекта и принятие к реализации предполагает и наличие достоинств проекта, сумма которых учитывается аддитивно, и одновременно требуется реализуемость и допустимость реализации проекта по критически важным показателям.

Следовательно, формализованная математическая интегральная оценка инновационного проекта должна быть выражена аддитивно-мультипликативной моделью:

$$P = \prod_{j=1}^M \left[ \left( \sum_{i=1}^N x_{Ai} \times c_i \right) \times x_{Dj} \right]$$

где  $P$  – интегральная оценка (рейтинговая) инновационного проекта;

$x_{Aij}$  – аналоговый показатель;

$x_{Dj}$  – критически важные дискретные показатели инновационного проекта,

$j$  – номер дискретного показателя.

Заключение. Аддитивно-мультипликативная модель оценки инноваций позволяет, во-первых, учесть все преимущества инновационного проекта, во-вторых, исключает его применение в случае несоответствия критическим показателям (законность, безопасность для жизни и здоровья потребителей).



## Литература

1. Аванесов Г. М. Развитие систем поддержки управленческих решений промышленного предприятия // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2009. – № 6. – С. 99-104.
2. Аванесов Г. М. Тенденции интеграционных бизнес-процессов в промышленности: теория, методология, механизмы реализации. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов. – 2006. – 111 с.
3. Минакова Т. Е. Оценка потенциала энергосбережения в общественном воспроизводстве // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – № 3. – С. 127-129.
4. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Синергия энергосбережения при высокой добавленной стоимости продукции // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 4. – С. 26.
5. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Математическая модель кумулятивного эффекта энергосбережения // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2013. – № 1. – С. 197-199.
6. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Способ быстродействующей защиты электродвигателей от несостоявшихся пусков // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота. – 2013. – № 9 (76). – С. 113-115.
7. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Модернизация региональных информационных ресурсов в облачные платформы и сервисы // Международный научно-исследовательский журнал = Research Journal of International Studies. – 2013. – № 10 (17). – С. 56-57.
8. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е., Галстян А. Ш., Шиянова А. А. Обобщенная экономико-математическая модель распространения и замещения инноваций // Экономический анализ: теория и практика. – 2012. – № 47 (302). – С. 49-54.
9. Минаков В. Ф., Минакова Т. Е. Модель восприятия инноваций с учетом убывающей предельной производительности // Современные аспекты экономики. – 2013. – № 9 (193). – С. 18-22.
10. Минакова Т. Е., Минаков В. Ф. Классификация показателей привлекательности инноваций // Современные аспекты экономики. – 2013. – № 10 (194). – С. 48-53.

Сизова Н.Д.<sup>1</sup>, Михеев И.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Профессор, доктор физико-математических наук, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

<sup>2</sup>Кандидат технических наук, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

### УЧЕТ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К БЕТОНАМ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Аннотация*

*В статье рассмотрены вопросы проектирования состава бетонов для железнодорожных конструкций и сооружений, целесообразность использования информационных технологий и пример реализации программного обеспечения для поиска оптимальных составов бетона.*

**Ключевые слова:** состав бетона, железнодорожные конструкции, программное обеспечение.

Sizova N.D.<sup>1</sup>, Mikheev I.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professor, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Kharkiv National University of Construction and Architecture

<sup>2</sup>Candidate of Technical Sciences, Kharkiv National University of Construction and Architecture

### ACCOUNTING OF SPECIAL REQUIREMENTS FOR CONCRETE OF RAILWAY CONSTRUCTIONS

*Abstract*

*The article discusses the design of concrete for railway constructions and, the appropriateness of the use of information technology and an example of software implementation to find optimal compositions of concrete.*

**Keywords:** composition of concrete, railway constructions, software.

Бетон и железобетон является одним из основных строительных материалов благодаря своим ценным качествам - это, в том числе, способность воспринимать различные виды статических и динамических нагрузок, долговечность, возможность выполнять конструкции различной сложной геометрической формы. Самые ответственные и сложные конструкции для зданий и сооружений по всему миру, как правило, выполняют с применением бетонов различных видов [1].

Бетоны для железных дорог отличаются от бетонов для конструкций промышленных и гражданских зданий и сооружений некоторыми специфическими особенностями: работа конструкций в средах с агрессивной степенью влияния, в условиях повышенной влажности, с изменяемыми температурными характеристиками, периодическим замораживанием-оттаиванием в осенне-зимне-весенний период, с неравномерными нагрузками и т.д.

При решении задачи проектирования состава бетона для железнодорожных конструкций и сооружений очень важен учет всех параметров и компонентов бетона [2].

Прочность и долговечность бетона напрямую зависят не только от качества применяемых материалов, способа уплотнения бетонной смеси и условий выдерживания бетона, но и, главным образом, от правильности подбора состава бетонной смеси, ее подвижности (жесткости) и дозировки материалов.

Наиболее часты случаи разрушения бетонных железнодорожных конструкций при замораживании и оттаивании в увлажненном или насыщенном водой состоянии. Поэтому повышение водонепроницаемости и морозостойкости бетона является важнейшей задачей для увеличения стойкости и долговечности железнодорожных конструкций и сооружений. Предотвращение разрушения цементного камня в бетоне напрямую зависит от возрастания водонепроницаемости и морозостойкости бетона, позволяет сохранить существующие и увеличить долговечность строящихся сооружений, и тем самым сэкономить огромные затраты при производстве бетонных изделий и сооружений.

Многофакторность влияния условий и управляющих действий, многовариантность возможных решений приводит к необходимости использования современных методов математического моделирования и информационных комплексов, основанных на технологиях искусственного интеллекта [2]. Применение информационных технологий для решения задачи проектирования состава бетона обусловлены их высокой скоростью и точностью в обработке огромных массивов данных, таких как характеристики используемых материалов, требуемые свойств бетонной смеси и бетона в проектном возрасте, методологий расчета и т.д. Целесообразность и актуальность предложенного подхода подтверждается существованием программного обеспечения для решения подобных вопросов, его активным развитием и усовершенствованием, а также позитивным опытом авторов в разработке подобных проектов.

Для разработанного авторами программного обеспечения [3] сформулированы определенные требования согласно специфике предметной области и эксплуатации программы в производственных условиях, разработана структура и интерфейс пользователя, справочная документация и база данных применяемых материалов и комплектующих в составах бетона (рис. 1).

Для адаптации алгоритма поиска оптимального состава бетона с учетом требований по морозостойкости и водонепроницаемости с целью получения оптимальных по заданному критерию составов в систему ограничений было введено дополнительное условие - ограничение по В/Ц и расходу воды для обеспечения морозостойкости и водонепроницаемости. Выбирая класс бетона по морозостойкости (F50-F1000) и водонепроницаемости (W2-W20), пользователь тем самым задает ограничения, учитывающиеся при поиске решения.

Рис. 1 – Інтерфейс пользователя программного обеспечения

#### Литература

1. Баженов Ю. М. Технология бетона. – М.: АСВ, 2003. – 500 с.
2. Плагин А. А. Программное обеспечение системы проектирования состава бетона для конструкций и сооружений железных дорог // А.А. Плагин, О.А. Калинин, Н.Д. Сизова, И.А. Михеев // Технологический аудит 2013, № 6/1(14) – С. 38-40.
3. Сизова Н.Д. Особенности создания программного обеспечения для проектирования состава бетона // Н.Д. Сизова, И.А. Михеев // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 2013, № 6/2(66) – С. 27-31.

Лебедева Е.О.<sup>1</sup>, Матузова С.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, доцент; <sup>2</sup>аспирант, ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет»

#### ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ДОСТАВКЕ ПЕРСОНАЛА НА НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩИЕ ПЛАТФОРМЫ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

Аннотация

В статье рассмотрены средства индивидуальной защиты (СИЗ), используемые при доставке персонала вертолетом на морские нефтегазодобывающие платформы арктического шельфа. Отмечены проблемы несовершенства нормативной базы для обеспечения безопасности персонала при вертолетных перевозках на морские нефтегазодобывающие объекты.

**Ключевые слова:** Морские нефтегазодобывающие платформы, индивидуальное защитное снаряжение для пассажиров вертолета, техника безопасности при морских работах и аварийных ситуациях.

Lebedeva E.O.<sup>1</sup>, Matuzova S.Ju.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> PhD in Technical Science, associate professor, <sup>2</sup> Postgraduate student, Don State Technical University

#### THE ASPECTS OF SECURITY PERSONAL PROTECTION FOR PERSONNEL TRANSPORTATION ON OFFSHORE PLATFORM

Abstract

The Article reviews personal protective equipment (PPE) designed to helicopter transportation of personnel on offshore oil and gas production platforms. The problems of regulatory requirements to ensure personnel safety for helicopter transportation on offshore platform are defined.

**Keywords:** Offshore oil and gas production platforms, helicopter transportation suit, offshore safety induction and emergency training.

В рамках реализации энергетической стратегии России на период до 2030 года на арктическом шельфе ведется активное освоение морских нефтяных и газовых месторождений [1]. Основная часть российского шельфа приходится на замерзающие моря с тяжелым ледовым режимом и неразвитой береговой инфраструктурой. В мире накоплен значительный опыт эксплуатации месторождений на шельфе незамерзающих морей, однако, опыт разработки месторождений в условиях Арктики отсутствует, и эти сложные условия требуют особого подхода к обеспечению безопасности при обустройстве и эксплуатации месторождений. Шельфовые проекты добычи, хранения, переработки и транспортировки углеводородов являются одними из наиболее опасных видов человеческой деятельности. Морские нефтегазодобывающие платформы относятся к опасным объектам [2], поэтому безопасность человека является ключевым фактором на всех участках производственного цикла при морской добыче нефти и газа.

Обеспечение индивидуальной безопасности персонала морских нефтегазовых сооружений напрямую зависит от уровня развития нормативной базы, регулирующей вопросы безопасности и охраны труда, а так же её соответствия реальным условиям работы на арктическом шельфе. В комплексе мероприятий по обеспечению безопасности труда работников морских нефтегазовых сооружений, важную роль играют средства индивидуальной защиты, которые предотвращают или снижают воздействие опасных и вредных природно-производственных факторов на человека.

Морские нефтегазодобывающие платформы – сложнейшие комплексы, постоянно нуждающиеся в пассажирско-грузовом, аварийно-спасательном и медицинском обеспечении. В настоящее время проблема обеспечения морских нефтегазодобывающих платформ на российском арктическом шельфе состоит в том, что по мере разработки месторождений, платформы все дальше уходят от берега (удаленность от берега достигает 500-600 км), перевозки приходится осуществлять в сложных арктических метеоусловиях (низкая температура, штормовой ветер, обледенение, туман, тяжелые ледовые условия), на материке отсутствует необходимая инфраструктура [3].

В России доставка персонала (смена вахт) на морское нефтегазопромысловое гидротехническое сооружение (МНГС) осуществляется вертолетами и судами, оборудованными для перевозки людей. Меры безопасности при доставке персонала на МНГС вертолетом регламентируются Инструкцией по производству полетов вертолетов на платформу данного типа [4]. Согласно Федеральным авиационным правилам полеты над водной поверхностью разрешается выполнять на воздушных судах имеющих два двигателя и более и на всех воздушных судах, приспособленных для посадки на воду; при выполнении полетов над водной поверхностью на борту воздушных судов должны быть индивидуальные и групповые плавсредства [5].

Вертолетные перевозки персонала на морские нефтегазодобывающие платформы осуществляет компания-оператор, заключившая контракт с нефтегазовой компанией, которой принадлежит данная буровая или добычная платформа, безопасность полета должна обеспечить компания, оказывающая вертолетную услугу. На сегодняшний день в России нормативно-законодательная база по доставке персонала на морские объекты континентального шельфа не проработана, отсутствуют подробные правила эксплуатации над морем [6]. Это позволяет предположить, что не все вертолетные операторы обеспечивают одинаковые условия безопасности по доставке персонала на платформы.

В зарубежных проектах освоения морских месторождений для доставки персонала на морские добычные платформы используются вертолеты. Это объясняется близостью расположения морских нефтегазодобывающих платформ к берегу (100–150 км). Меры безопасности при доставке персонала на морские нефтегазодобывающие платформы контролируются стандартами Международной ассоциации производителей нефти и газа (OGP) [7], которые позволяют минимизировать аварийность при ведении работ на буровых платформах. Разработаны стандарты организациями-членами OGP:

- OLF стандарт (Norwegian: Oljeindustriens Landsforening — Норвежская ассоциация нефтяной промышленности);
- OPITO (Offshore Petroleum Industry Training Organization — Британская Организация по обучению персонала оффшорных компаний нефтегазовой промышленности);
- Oil and Gas UK ( Oil and Gas United Kingdom — Нефтегазовая организация Великобритании);
- NOGPA (Netherlands Oil and Gas Exploration and Production Association — Нидерландская ассоциация по исследованию месторождений нефти и газа);
- NSOC-D (North Sea Operators Committee - Denmark — Комитет добывающих компаний северного моря - Дания).

Основные требования к вертолетным перевозкам над морем регламентируются Международными стандартами и Рекомендуемой практикой [8].

Согласно международным стандартам [8] пп.4.5.3.2 «при выполнении морских операций защитный костюм должны носить все находящиеся на борту лица, когда температура моря составляет менее 10 °С или когда оцененное время спасания превышает расчетное время выживания». При доставке на морские нефтегазодобывающие платформы вертолетом, персональным защитным снаряжением для полёта над водным пространством в условиях низких температур, является гидрокостюм. Из наиболее известного и используемого специального аварийно-спасательного снаряжения следует назвать гидрокостюм «5030 Ursuit Over Water Flight Suit» («Ursuit», Финляндия) для экипажа вертолета и пассажиров, гидрокостюм «PS4003 Helicopter Transportation Suit» для пассажиров вертолёт («Viking Survival», Дания), гидрокостюм «Mustang Survival Helicopter Suit System (MHSS-2)» («Mustang Survival», США) для пассажиров лётных экипажей и пассажиров вертолёт, гидрокостюм «Transport Suits Sea Air» для пассажиров вертолёт («Helly Hansen», Норвегия).

Гидрокостюмы «5030 Ursuit», «PS4003» «MHSS-2» для обеспечения плавучести используют совместно со спасательным жилетом. Гидрокостюмы «MHSS-2» и «Transport Suits Sea Air» являются специальной разработкой компаний для перевозки персонала вертолетным транспортом на морские нефтедобывающие платформы. Гидрокостюм «MHSS-2» имеет улучшенную защиту от переохлаждения в холодной воде. Для создания дополнительной плавучести костюм «Transport Suits Sea Air» имеет специальную камеру (подголовник) и не требует использования жилета, время выживания в воде при температуре воды 0°С - 6 часов. В гидрокостюм также встроена система автономного дыхания под водой (для эвакуации из затонувшего вертолёт).

Из специального аварийно-спасательного снаряжения российского производства известен морской спасательный комплект «МСК-5» для жизнеобеспечения экипажей летательных аппаратов при полетах и нахождения на плавучесть после аварийного покидания летательного аппарата. В сочетании со спасательными средствами комплект обеспечивает работоспособность на плавучесть при температуре воды 0°С, волнении моря до 5 баллов и температуре воздуха до -15°С — не менее 12 часов.

Еще одной особенностью обеспечения безопасности по доставке персонала на платформу вертолетом является обязательное прохождение курсов «Вводный инструктаж по технике безопасности на морских платформах и обучение действиям в аварийной ситуации при морских работах» (BOSIET) и «Подготовка по подводному выходу из вертолетной кабины» (HUIT). Симуляция падения вертолета в море и подводная эвакуация отрабатывается на специальных тренажерах в бассейне. Курсы сертифицируются OPITO — международной организацией, задачей которой является обеспечение безопасности и эффективности труда в нефтегазовой отрасли [9]. Следует отметить, что сегодня в России действуют учебно-тренировочные курсы подготовки персонала опасных производственных объектов к чрезвычайным ситуациям, сертифицированные в соответствии с международным стандартом OPITO. Но еще одной проблемой обеспечения безопасной работы в России на морских нефтегазодобывающих платформах является отсутствие законодательно действующих государственных стандартов, которые требовали бы обязательную подготовку персонала морских нефтегазодобывающих объектов по действиям в аварийных и чрезвычайных ситуациях [10].

Несмотря на то, что в последнее время воздушные способы доставки становятся более надежными, персонал на борту вертолета подвергается возможным опасностям, к которым относятся столкновения с морскими объектами, пожары, падение в море. Персоналу на морской установке угрожает падение вертолета на установку с последствиями в виде разрушений конструкций и вертолета, возгорания углеводородов, распространения пожара на другие части установки [11]. Именно в таких ситуациях на первое место выходит индивидуальная защита экипажа и пассажиров, подразумевающая использование аварийно-спасательного снаряжения.

Проведенный анализ особенностей обеспечения индивидуальной безопасности персонала при доставке на морские нефтегазодобывающие объекты в арктических условиях позволил выявить слабые звенья в этой системе:

- 1) на сегодняшний день в России отсутствует нормативно-законодательная база по доставке персонала на морские нефтегазодобывающие платформы, нет документа, регламентирующего использование аварийно-спасательного снаряжения при доставке персонала вертолетом;
- 2) отсутствуют стандарты, которые требуют обязательную подготовку персонала морских нефтегазодобывающих объектов по действиям в аварийных и чрезвычайных ситуациях.

Обеспечение индивидуальной безопасности персонала при доставке на морские нефтегазодобывающие объекты арктического шельфа - это сфера, где требуется доработка существующих стандартов и гармонизация их с международными стандартами, с целью учета дополнительных проблем, связанных с арктическими условиями.

#### Литература

1. Энергетика России: взгляд в будущее (Обосновывающие материалы к Энергетической стратегии России на период до 2030 года). — М.: Издательский дом «Энергия», 2010. — 616 с.
2. Федеральный Закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»: от 21.07.1997 № 116-ФЗ: (ред. от 04.03.2013): (редакция, действующая с 01.07.2013).
3. Энергия Арктики/М.О. Моргунова, А.Я. Цуневский / под научн. ред. В.В. Бушуева — М.: ИЦ «Энергия», 2012. — 84 с.
4. ПБ 08-623—2003. Правила безопасности при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений на континентальном шельфе. — Сер. 08. — Вып. 9. — М.: ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2003. — 85 с.
5. Федеральные авиационные правила «Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации»: (утв. приказом Минтранса РФ от 17 июля 2008 г. N 108): (зарегистр. в Минюсте РФ 14.08.2008 г.).
6. Синицкий А. Вертолеты в море: // Авиатранспортное обозрение. АТО № 109, URL: <http://www.ato.ru/> (Дата обращения: 18.01.2014).
7. OGP International Association of Oil & Gas Producers: [Электронный ресурс]. OGP, 2012 – 2014. URL: <http://www.ogp.org.uk/> (Дата обращения: 10.01.2014).
8. Приложение 6 к Конвенции о международной гражданской авиации: Эксплуатация воздушных судов. Часть III Международные полеты. Вертолеты – ИКАО, 2010 – 232 с.
9. The Oil and Gas Industry's focal point for skills learning and workforce development: [Электронный ресурс]. ОПТО, 2014. URL: <http://www.opito.com/> (Дата обращения: 10.01.2014).
10. Тарасов С.А. Подготовка персонала морских нефтегазодобывающих объектов к действиям в аварийных ситуациях // Безопасность Труда в Промышленности. 2012, №7. – С. 14-18.
11. Вальдман, Н. А. Доставка персонала на морские платформы: расчет рисков // Наука и транспорт: спецвыпуск: Морской и речной транспорт 2011. URL: [http://www.rotransport.com/science\\_transport/archiv/60/](http://www.rotransport.com/science_transport/archiv/60/) (дата обращения: 9.01. 2014).

Надежкин М.В.<sup>1</sup>, Баранникова С.А.<sup>2</sup>, Зуев Л.Б.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, младший научный сотрудник, <sup>2</sup>доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, <sup>3</sup>доктор физико-математических наук, профессор, заведующий, лабораторией, Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ NaCl ПРИ СЖАТИИ

##### Аннотация

На примере щелочно-галогидного кристалла NaCl исследованы особенности макролокализации пластического течения неметаллов. Установлено соответствие между местами выхода плоскостей скольжения нагруженного образца, с положением зон локализованной деформации.

**Ключевые слова:** локализация, щелочно-галогидные кристаллы, фотоупругость, спекл-фотография.

Nadezhkin M.V.<sup>1</sup>, Barannikova S.A.<sup>2</sup>, Zuev L.B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ph.D, Research Associate, <sup>2</sup>Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Leader Researcher, <sup>3</sup>Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of Laboratory, Institute of Strength Physics and Materials Science

#### RESEARCH OF PLASTIC FLOW LOCALIZATION OF ALKALI HALIDE CRYSTALS WITH COMPRESSION

##### Abstract

The features of plastic flow macrolocalization of nonmetals on the example of alkali halide crystal NaCl are studied in the paper. The correspondence between places of exit slip planes of loaded sample to the position of localized deformation zones was found.

**Keywords:** localization, alkali halide crystal, photoelasticity, speckle photography.

В результате проведенных исследований пластического течения металлических материалов в ИФПМ СО РАН удалось установить, что пластическая деформация в нагружаемом образце протекает локализовано [1–3]. На основании полученных данных была разработана автоволновая модель пластического течения и показано, что тип наблюдаемой автоволновой картины зависит от стадийности деформирования [2,3]. Для выявления процессов зарождения и кинетики зон локализации пластического течения необходимы исследования щелочно-галогидных кристаллов, которые явились модельными материалами для построения теории пластичности [4].

В данной работе были использованы ионные кристаллы NaCl выращенные методом Киропулоса [5]. Испытания проводились по схеме одноосного сжатия на универсальной испытательной машине «Instron-1185» при 300 К, вдоль длинной оси образца. Одновременно с записью диаграммы нагружения методом двухэкспозиционной спекл-фотографии [1] исследовались

распределения продольных деформаций сжатием  $\varepsilon_{xx}(x, y)$  по образцу на всех стадиях пластического течения. На перпендикулярной грани образца наблюдались распределения макронапряжений в кристаллах методом фотоупругости [6]. По картинам двулучепреломления анализируют распределения макронапряжений в кристалле в ходе деформации, характеризующем изменение действующих систем скольжения на грани (100). Длинная грань соответствует направлению [001] при сжатии вдоль

$$\{110\}\{1\bar{1}0\}$$

которой действуют четыре равнонагруженные системы скольжения

Известно, что в отличие от металлических материалов в NaCl существует четыре линейных стадии упрочнения с разными коэффициентами деформационного упрочнения  $\theta_i = d\sigma/d\varepsilon$ , зависящими от количества действующих одновременно систем скольжения [7].

На рис. 1 показано последовательное изменение картин двулучепреломления с ростом общей деформации сжатия вдоль направления [001] для кристаллов NaCl. Видно, что полосы двулучепреломления первоначально возникают в паре ортогональных плоскостей скольжения. Затем по мере нагружения наблюдается преимущественное действие одной из четырех

равноправных систем скольжения  $\{110\}\{1\bar{1}0\}$ .

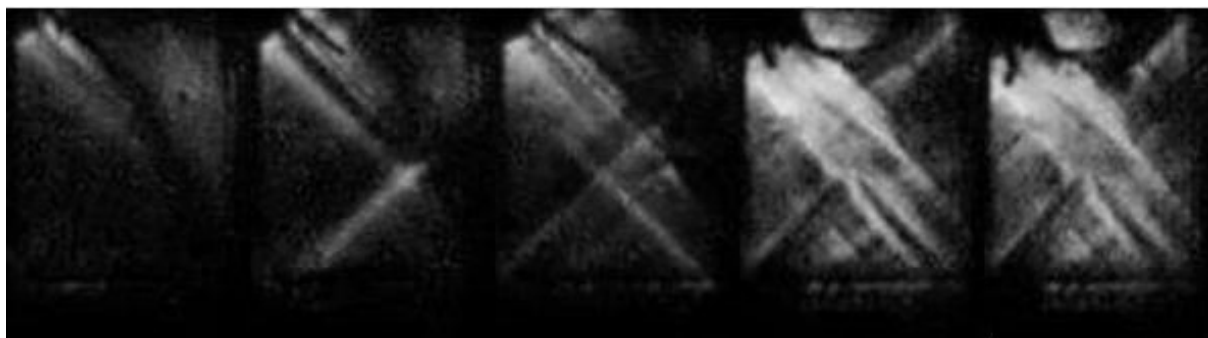


Рис. 1. Изменение картин двулучепреломления кристалла NaCl в ходе деформационного упрочнения на грани (100):  $\epsilon_{\text{tot}} = 1.6$  (а), 2.3 (б), 2.7 (в), 4.4 (г), 4.8 % (д)

Анализ картин локализации деформации показал, что при сжатии кристаллов NaCl на линейных стадиях пластическая деформация сосредоточена в одиночных зонах, наклоненных к продольной оси образца под углом  $\varphi = 90^\circ$  (рис. 2). По-видимому, данный факт обусловлен действием систем скольжения  $(0\bar{1}1)[011]$ ,  $(011)[0\bar{1}1]$ , следы скольжения от которой наклонены к направлению оси  $[001]$  под углами  $\varphi_1 = \varphi_2 = 90^\circ$ . Это подтверждается рис. 3, на котором показаны примеры совмещения последовательных картин оптического двулучепреломления, свидетельствующих о действии пары систем скольжения  $(0\bar{1}1)[011]$ ,  $(011)[0\bar{1}1]$  на грани (100), и картин локализации деформации в виде двух зон  $\epsilon_{xx}$ , наблюдаемых на грани (010). На протяжении линейной стадии наблюдалось движение зон локализации деформации с постоянной скоростью, такое поведение наблюдалось ранее и для металлических материалов [1], однако в отличие от металлов в ЦГК возможно лишь однократное прохождение очага локализации по образцу.

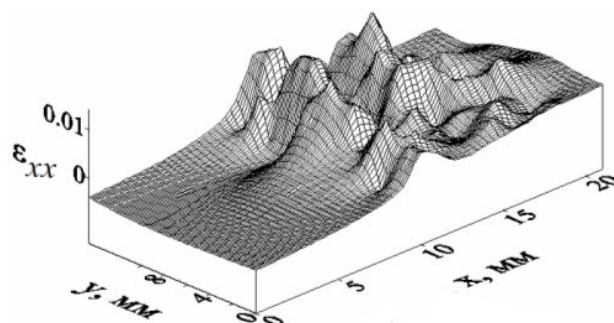


Рис. 2. Распределения локальных деформаций макролокализации  $\epsilon_{xx}(x, y)$  в образце NaCl на стадии I при  $\epsilon_{\text{tot}} = 1\%$

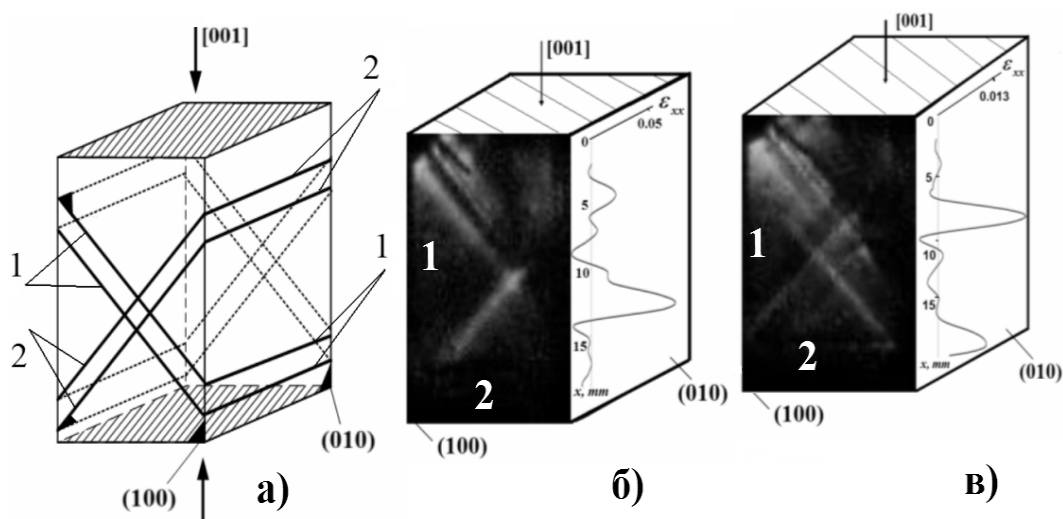


Рис. 3. Кристаллографическая схема ориентации нагруженных плоскостей скольжения в щелочно-галогенидных кристаллах (а) и совмещенные картины двулучепреломления и локализации пластической деформации на разных гранях кристалла NaCl при

двух последовательных значений общей деформации сжатия  $\epsilon_{\text{tot}} = 2.3$  (б) и 2.7 % (в): 1 — система скольжения  $(011)[0\bar{1}1]$ ; 2 — система скольжения  $(0\bar{1}1)[011]$

Таким образом, положение зон локализации деформации соответствует местам выхода плоскостей скольжения на поверхность образца. А движение этих зон связано с изменением толщины пачек плоскостей скольжения.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 14-08-31608.

## Литература

1. Зуев Л.Б., Данилов В.И., Баранникова С.А. Физика макролокализации пластического течения. Новосибирск: Наука, 2008. 327 с.
2. Zuev L.B., Barannikova S.A. // Natural Science. 2010. V. 2. N. 5. P. 476-483.
3. Zuev L.B., Danilov V.I., Barannikova S.A., Gorbatenko V.V. // Physics of Wave Phenomena. 2009. V. 17. N. 1. P. 1-10.
4. Смирнов Б.И. Дислокационная структура и упрочнение кристаллов. М.: Наука, 1981. 236 с.
5. Лодиз Р., Паркер Р. Рост монокристаллов. – М.: Мир, 1974. – 540 с.
6. Меланхолин Н.М. Методы исследования оптических свойств кристаллов. М.: Наука, 1970. 156 с.
7. Бенгус В.З., Комник С.Н., Левченко В.А. О природе стадийности деформационного упрочнения щелочно-галоидных кристаллов // Физика конденсированного состояния. – 1969. – № 5. – С. 152-167.

Новицкий Г.С.<sup>1</sup>, Сирота Е.А.<sup>2</sup> Матвеев М.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Аспирант, Воронежский государственный университет; <sup>2</sup>Кандидат технических наук, Воронежский государственный университет

## АНАЛИЗ ВЕКТОРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ НА ПРИМЕРЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

### Аннотация

В рамках данной статьи проводится анализа подходов к построению модели прогнозирования векторных случайных процессов и предлагается новый комбинированный подход для решения задачи моделирования нестационарного векторного случайного процесса на примере метеорологических данных.

**Ключевые слова:** метеорология, авторегрессия, моделирование.

Novitsky G.S.<sup>1</sup>, Sirotova E.A.<sup>2</sup>, Matveev M.G.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Postgraduate student; <sup>3</sup>PhD in Engineering; <sup>3</sup>Doctor of Engineering, Voronezh State University

## VECTOR RANDOM SEQUENCES ANALYSIS IN CASE OF METEOROLOGICAL DATA

### Abstract

The article considers analysis of different widespread approaches to vector random sequences modelling and describes a modified approach which can be used for vector random sequences modelling and approximation in case of meteorological data.

**Keywords:** meteorology, autoregression, modelling.

### Случайный процесс

Моделирование поведения случайных последовательностей и использование моделей для прогнозирования их поведения является универсальной задачей, которая ставится в разных условиях и на основании различных (экономических, метеорологических и др.) данных. Случайные последовательности требуют первоначального исследования, анализа зависимостей и выбора наиболее приемлемого подхода. Существует несколько наиболее широко распространенных подходов к описанию случайных последовательностей, каждый из которых имеет свои особенности.

Случайный процесс в общем случае представляет собой функцию двух разнородных величин: случайной величины  $w$  и времени  $t$ :  $y(w, t)$ ,  $t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm t, \dots$ . Временной ряд образуется в результате наблюдений за случайным процессом, выполняемых в фиксированные промежутки времени. Предполагается, что временной ряд представляет собой выборку  $y_t$ ,  $t \in T$ , из последовательности случайных величин  $y(w, t)$ ,  $t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm t, \dots$

При моделировании реальных процессов приходится решать следующую задачу: имеется реализация ряда и нужно подобрать модель, которая могла бы породить такую реализацию (модель, генерирующую данные).

Свойства стационарного процесса не изменяются во времени. Его значения колеблются вокруг некоторого постоянного среднего значения, дисперсия, характеризующая размах этих колебаний, постоянна, значения автокорреляционной функции уменьшаются с увеличением времени между наблюдениями.

Среднее и/или дисперсия нестационарного процесса зависят от времени, дисперсия его со временем стремится к бесконечности, автокорреляционная функция не уменьшается с увеличением времени между наблюдениями, в конечных выборках выборочная автокорреляционная функция медленно затухает.

Типичные временные ряды могут включать четыре составляющие [1]:

- 1) тренд или систематическое движение;
- 2) колебания относительно тренда;
- 3) сезонные изменения;
- 4) "несистематическая" или "нерегулярная" "случайная" составляющая.

Математическое описание временного ряда представляет собой сумму нескольких составляющих или просто одну из них. Существует несколько разных подходов к моделированию временных рядов – выделению каждой из составляющих. Успешность и уместность применения каждого из подходов зависит от типа процесса.

Определение типа процесса является необходимым этапом при построении коинтеграции - стационарной линейной комбинации нестационарных процессов, так как она возможна только в случае, если оба процесса - интегрированные одного порядка.

Для каждого из типов процессов используются свои сценарии обработки, неверное определение типа процесса при анализе приводит к нежелательным последствиям [3].

### Структурно-детерминированный подход

При построении параметрической модели нестационарных рядов обычно предварительно выполняется процедура "остационарирования" ряда, которая может проводиться либо путем выделения стационарного тренда, заключающегося в оценке параметров функции тренда методом наименьших квадратов и вычитании ее значений из исходного ряда, либо посредством применения к исходному ряду разностного оператора. Выбор процедуры "остационарирования" ряда зависит от типа нестационарного процесса. [1]

Однако если операцию дифференцирования применять к стационарному или тренд-стационарному процессу, то в результате можно получить процесс типа скользящего среднего, для которого не существует авторегрессионного представления. В этом случае продифференцированный ряд оказывается автокоррелированным, несмотря на то, что исходный ряд представляет собой сумму детерминированного линейного тренда и белого шума (эффект Слутского)

После определения типа процесса и выделения составляющих следует понимать, что при моделировании временного ряда и, особенно, использовании модели для прогнозирования его дальнейшего поведения нужно максимально точно определить параметры модели.

Рассмотрим примитивный пример приведенной модели случайного процесса,

$$M = T + C + S + \delta$$



где  $M$  это модель, описывающая поведение случайного процесса,

$$T = f(t)$$

$T$  – функция, описывающая трендовую составляющую случайного процесса, возьмем в качестве примера самый простой случай, где  $f(t) = a + bt$  – линейная функция от времени  $t$ .

$$C = \sum N \cos \omega t + B \cos \varphi t$$

$C$  – функция, описывающая колебательную составляющую модели случайного процесса.

$$S = A \sin \theta t$$

$S$  – функция, описывающая сезонную составляющую модели.

Даже в приведенном примитивном виде данная модель содержит такое количество параметров модели ( $a, b, N_{i=1..n}, \omega, B_{i=1..n}, \varphi, A$ ), для точного определения которых понадобится максимально большой срез статистических данных.

Обычный подход к проблеме нестационарных данных состоял в том, чтобы формулировать статистические модели в виде соотношений между первыми разностями, т.е. темпами прироста. Но статистическая модель, основанная исключительно на разностях, может улавливать только краткосрочную динамику процесса и не позволяет анализировать долгосрочные связи между переменными. Задача разработки методов, отслеживающих возможные долгосрочные связи, скрытые помехами краткосрочных колебаний, решается с помощью выявления факта, что определенная комбинация двух (или более) нестационарных рядов может быть стационарной. Например, экономическая теория часто делает именно такие предсказания: если имеются равновесные соотношения между двумя экономическими переменными, то они могут отклоняться от равновесия в краткосрочном аспекте, но будут стремиться к равновесию в более долгосрочном.[2]

### Коинтеграция

Коинтеграция – это стационарная комбинация нестационарных переменных. Проверка стационарности и коинтеграции являются стандартными процедурами, с которых начинается спецификация динамических эконометрических моделей. Коинтеграционный анализ оказался особенно ценен для анализа систем, в которых на краткосрочную динамику влияют большие случайные возмущения, в то время как долгосрочные колебания ограничены общими экономическими равновесными соотношениями.

Коинтеграция может существовать только между нестационарными процессами одинакового порядка интеграции, между стационарными процессами возможны корреляционные связи, между процессами различных типов связь отсутствует, при попытке установить ее может возникнуть ложная регрессия

Для построения моделей многомерных временных рядов Симе разработал конструкцию, получившую название векторные авторегрессионные модели (VAR).

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + E_t$$

где  $A_0$  – вектор констант,  $A_1 \dots A_p$  – матрицы коэффициентов, а  $E_t$  – вектор серийно некоррелированных ошибок, о которых предполагается, что они имеют среднее ноль и матрицу ковариаций  $\Sigma E$ .

Различают три различных формы VAR-модели: приведенная форма VAR, рекурсивная VAR и структурная VAR. Все три являются динамическими линейными моделями, которые связывают текущие и прошлые значения  $n$ -мерного вектора временного ряда. При построении приведенной и рекурсивной VAR не используются никакие ограничения экономической теории за исключением выбора переменных, при построении структурной VAR используются ограничения, полученные из макроэкономической теории.

Для оценивания параметров приведенной формы VAR используется метод наименьших квадратов (МНК), применяемый по отдельности к каждому из уравнений.

Однако, VAR не учитывает нестационарности протекания процесса.

Большинство разработанных методов проверки типа процесса и коинтеграции основано на предположении постоянства процесса в интервале наблюдения. Однако в реальных системах под воздействием внешней среды и времени закономерности поведения процесса могут изменяться. Изменения свойств процессов называются структурными разрывами. [3]

Структурные разрывы представляют собой изменения свойств процесса, отражающиеся в изменениях коэффициентов параметрической модели процесса и/или параметров распределения случайной составляющей. В результате структурных разрывов могут изменяться: тип процесса, среднее значение процесса или его разностей, дисперсия процесса или его разностей, наклон тренда процесса, коэффициенты описывающей его параметрической модели.

При наличии структурных разрывов в процессе

1) изменяется параметрическая модель системы; если изменения в параметрах модели игнорируются, то оценки параметров становятся незначимыми и прогнозы теряют точность;

2) усложняется процедура проверки критериев, предназначенных для определения типа процесса;

3) усложняется процедура проверки наличия коинтеграции.

В нашем случае векторный случайный процесс представляет собой данные о среднесуточной температуре в узлах сетки параллелей и меридиан с шагом  $2.5^\circ$

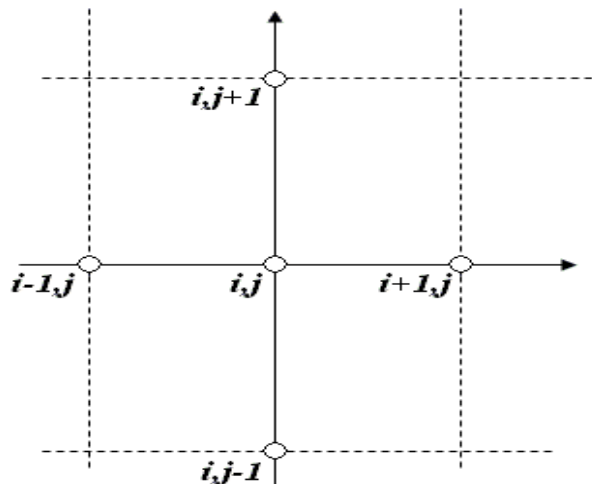


Рис.1 - Фрагмент схемы измерения метеорологических показателей, шаг сетки по параллелям и меридианам составляет  $2,5^\circ$

В данных условиях не представляется возможным применение вышеописанных подходов. В условиях метеорологических данных, помимо зависимости между  $x_{ij}(t)$  и  $x_{ij}(t-1)$  существует корреляция таких временных рядов как  $x_{ij}(t)$ ,  $x_{ij-1}(t)$ ,  $x_{ij+1}(t)$ ,  $x_{i+1,j}(t)$ ,  $x_{i-1,j}(t)$ .

Исходя из этого, было принято решение использовать модификацию VAR подхода, для описания данного нестационарного векторного случайного процесса.

Запишем авторегрессионное уравнение для  $x(t)$ :

$$x_{ij}(t) = a_1 x_{ij}(t-1) + a_2 x_{i-1,j}(t-1) + a_3 x_{i+1,j}(t-1) + a_4 x_{ij-1}(t-1) + a_5 x_{ij+1}(t-1)$$

Данная форма записи не подразумевает нестационарности, поэтому необходимо ввести зависимость параметров от времени. Однако, чтобы сохранить свойства VAR, нужно установить параметрам модели а зависимость от температурных показателей  $x(t)$ . Иными словами

$$a_i = a_i(t) = a_i(x(t)) = a_i(x)$$

Таким образом, модель учитывает нестационарность процесса и условия взаимной корреляции между рядами смежных узлов. В то же время параметры моделей зависят только от входных данных и эти данные могут быть сгруппированы по критериям однородности, при том, чем больше статистики будет в распоряжении, тем большее количество классов можно будет выделить и тем более точных значений параметров для каждого из классов можно будет добиться.

В качестве универсального аппроксиматора может быть выбран любой инструмент, отвечающий требованиям задачи, например искусственная нейронная сеть, с четырьмя входами и одним выходом.

Таким образом, в данной работе был приведен обзор существующих доступных подходов к моделированию нестационарных временных рядов и предложен комбинированный подход, отвечающий требованиям стоящей задачи моделирования нестационарного векторного случайного процесса в условиях метеорологических данных.

### Литература

1. Гребенюк Е.А. Методы анализа нестационарных временных рядов с неявными изменениями свойств (обзор). Автоматика и Телемеханика. 2005. №12, стр. 1-28.
2. Чураков Е.П. Прогнозирование эконометрических временных рядов. М.: Финансы и статистика, 2008.
3. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика: исследование зависимостей - М.: Финансы и статистика, 1985.
4. Использование модели Сугено для прогнозирования метеорологических показателей. / М.Г. Матвеев, В.В. Михайлов, М.Е. Семенов // Вестник ВГУ, серия «Системный анализ и информационные технологии», научный журнал, №2, 2011.- стр. 164-169.
5. Матвеев Л.Т. Курс общей физики атмосферы. 2-е изд. Л.: Гидрометеониздат, 1984. – 687 с.

**Пархоменко С. С.**

Аспирант, Воронежский Государственный Университет

### О СОКРАЩЕНИИ ВРЕМЕНИ ОБРАБОТКИ БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА ДАННЫХ НЕЙРОННЫМИ СЕТЯМИ МЕТОДОМ ЛЕВЕНБЕРГА-МАРКВАРДА

*Аннотация*

Для достижения высокой точности обучения нейронной сети часто применяют алгоритм Левенберга-Марквардта. Однако алгоритм требует построения матрицы Якоби, занимающей много времени. В статье рассмотрены подходы к повышению скорости работы алгоритма Левенберга-Марквардта в рамках обучения нейронной сети.

**Ключевые слова:** Матрица Якоби, нейронная сеть, активационная функция.

**Parkhomenko S. S.**

Postgraduate student, Voronezh State University

### A LEVENBERG-MARQUARDT ALGORITHM EXECUTION TIME REDUCING IN CASE OF LARGE AMOUNT OF THE DATA

*Abstract*

The Levenberg-Marquardt algorithm achieves a high accuracy in a neural network training. However, it requires a time-consuming calculation of a Jacobian matrix. This article is about approaches to the performance improvement of the Levenberg-Marquardt algorithm.

**Keywords:** Jacobian matrix, artificial neural network, activation function.

Нейронная сеть — универсальный аппроксиматор. Точность аппроксимации зависит от эффективности процедур обучения, поэтому при использовании нейронных сетей в прикладных задачах большое внимание уделяется методам, которые позволяют максимально точно «подстроить» весовые коэффициенты в зависимости от обучающей выборки.

Формально решается оптимизационная задача вида:

$$\sum_{k=1}^p (\tilde{y}_k - F_k(x, w))^2 \rightarrow \min$$

где  $F_k(x, w)$  — полученное значение  $k$ -го выхода нейросети при подаче на нее одного из входных образов обучающей выборки;  $\tilde{y}_k$  — желаемое (целевое) значение  $k$ -го выхода для этого образа.

Для решения такой задачи широко применяется метод Левенберга-Марквардта, использующий аппроксимацию кривой методом наименьших квадратов, с применением матрицы Гессе в вычислениях. В основе метода лежит уравнение [1, 2, 3]:

$$(H + \lambda I)\delta = J^T E$$

где  $J$  — матрица Якоби для этой системы,  $H$  — матрица Гессе,  $\lambda$  — коэффициент затухания Левенберга (обычно, начальное значение  $\lambda$  достаточно мало, например, 0.1),  $\delta$  — вектор, состоящий из величин изменений весов,  $E$  — вектор, содержащий величину ошибки для каждого обучающего вектора. Элементы вектора  $\delta$  определяют величины изменения соответствующих весов.

Вычисления по методу Левенберга-Марквардта условно можно разделить на две части: матричные расчёты (поиск  $J$ ,  $J^T$ ,  $H$ ) и поиск вектора изменения весовых коэффициентов  $\delta$ .



Рассмотрим работу нейросети как вычисление нелинейной функции  $F(x, w)$ , где  $w$  — вектор весов. Элементы вектора  $w$  обычно упорядочиваются сначала по слою, затем по нейронам, и, наконец, по весу каждого нейрона и его смещению.

Матрица Якоби — матрица всех частных производных первого порядка вектор-функции. В случае с нейросетями, это матрица размерностью  $N \times W$ , где  $N$  — количество векторов обучающей выборки,  $W$  — общее количество оптимизируемых параметров (весов и их смещений), содержащая частные производные функции  $F(x, w)$  по каждому весовому коэффициенту:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x_1, w)}{\partial w_1} & \dots & \frac{\partial F(x_1, w)}{\partial w_W} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial F(x_N, w)}{\partial w_1} & \dots & \frac{\partial F(x_N, w)}{\partial w_W} \end{bmatrix},$$

где  $F(x_i, w)$  — вычисленное нейросетью значение по  $i$ -ой обучающей выборке с вектором весов  $w$ .

Чаще всего для поиска матрицы  $J$  используют различные вариации разностных формул расчёта производных. Самый популярный вариант — центральная разностная производная [4]:

$$J_{ij} \approx \frac{F(x_i, w^+) - F(x_i, w^-)}{2\Delta\epsilon},$$

$$w^+ = [w_1, w_2, \dots, w_j + \Delta\epsilon, \dots, w_W],$$

$$w^- = [w_1, w_2, \dots, w_j - \Delta\epsilon, \dots, w_W],$$

$$1 \leq i \leq N, \quad 1 \leq j \leq W.$$

Преимуществом данного метода является универсальность. Его можно реализовать так, что он будет работать независимо от сложности нейронной сети и используемых активационных функций. К недостаткам относятся достаточно низкая производительность и высокие погрешности (особенно при достижении локального или глобального минимума). Для повышения точности можно воспользоваться более сложными формулами, например [4]:

$$J_{ij} \approx \frac{-F(x_i, w^{++}) + 8F(x_i, w^+) - 8F(x_i, w^-) + F(x_i, w^{--})}{12\Delta\epsilon},$$

$$w^{++} = [w_1, w_2, \dots, w_j + 2\Delta\epsilon, \dots, w_W],$$

$$w^{--} = [w_1, w_2, \dots, w_j - 2\Delta\epsilon, \dots, w_W].$$

Однако, зачастую они увеличивают количество вычислений функции  $F(x, w)$ , что снова отрицательно сказывается на производительности.

В случае с нейронной сетью с одним скрытым слоем и одним выходным нейроном, функция  $F(x, w)$  будет иметь вид:

$$F(x, w) = act_1 \left( \left[ \sum_{i=1}^b \tilde{w}_i \cdot act_2 \left( \sum_{j=1}^a w_{ij} x_j + \sigma_i \right) \right] + \tilde{\sigma} \right),$$

где  $x_j$  — принимаемая  $j$ -ым входным нейроном величина,  $w_{ij}$  — весовой коэффициент, связывающий  $j$ -ый входной нейрон с  $i$ -ым нейроном скрытого слоя,  $\sigma_i$  — коэффициент смещения для  $i$ -го нейрона скрытого слоя,  $\tilde{w}_i$  — весовой коэффициент, связывающий  $i$ -ый нейрон скрытого слоя с выходным нейроном,  $\tilde{\sigma}$  — коэффициент смещения для выходного нейрона,  $y = act_1(x)$ ,  $y = act_2(x)$  — активационные функции для выходного нейрона и нейронов скрытого слоя соответственно,  $a$  — количество входов,  $b$  — количество нейронов в скрытом слое. В качестве активационной функции рассмотрим широко используемую сигмоидальную функцию, в силу её монотонного возрастания, непрерывности и дифференцируемости:

$$act_1(x) = act_2(x) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha x}}.$$

С точки зрения вычислительного процесса, на функцию  $e^x$  затрачивается больше времени, чем на все оставшиеся арифметические операции. При этом необходимо учитывать, что для получения одного значения функции  $F(x, w)$

необходимо  $(b+1)$  раз вычислить значение активационной функции. Если для заполнения матрицы Якоби воспользоваться разностными формулами, то на одну матрицу потребуется подсчитать  $2NW(b+1)$  значений. Важно отметить, что это количество зависит от количества данных в обучающей выборке, которое может быть достаточно большим.

При вычислении матрицы Гессе удобно пользоваться формулой  $H = J^T J$ , которая выводится из предпосылок:

- 1) функция  $F(x, w)$  имеет невысокий порядок нелинейности: вторые производные принимают не очень большие значения;
- 2) матрица  $H$  рассматривается в малой окрестности минимизирующего вектора  $W$ , для которого значения  $F(x, w)$  близки к желаемому  $\tilde{y}$ , т. е.  $|\tilde{y} - F(x, w)| \approx 0$ .

При эффективной реализации операции скалярного произведения матриц (в данном случае самой на себя), поиск  $H$  обычно не отнимает много времени.

Время вычисления вектора изменения весовых коэффициентов  $\delta$  зависит только от их количества  $W$ , которое определяет число неизвестных переменных в системе линейных уравнений. Однако, как показывают эксперименты, в процессе поиска оптимального  $\lambda$  редко требуется решить более 3-х систем за одну итерацию, что при условии  $N \ll W$  оказывает незначительное влияние на общее время выполнения алгоритма Левенберга-Марквардта.

Таким образом, можно утверждать, что расчёт матрицы Якоби по времени занимает большую часть работы алгоритма Левенберга-Марквардта [5], а, следовательно, любые подходы, сокращающие затраты на поиск матрицы  $J$ , приводят к более быстрому выполнению одного шага обучения нейронной сети.

Один из таких подходов заключается в отказе от расчёта максимально точной матрицы  $J$  и использовании её приближенного варианта. Так, например, метод Бройдена позволяет получить матрицу  $J_{n+1}$ , основываясь на  $J_n$ , рассчитанной на шаге  $n$ , с помощью формулы [6]:

$$J_{n+1} = J_n + \frac{(F(x, w_{n+1}) - F(x, w_n) - J_n h)}{h^T h} h^T, \quad h = w_{n+1} - w_n$$

С теоретической точки зрения было бы разумно использовать этот подход на каждом шаге работы алгоритма Левенберга-Марквардта, однако на практике, с течением времени аппроксимация становится грубее, что в свою очередь влияет на вектор-градиент  $J^T E$  и делает необходимым повторный пересчёт матрицы Якоби более точными методами. Эту операцию можно проводить после каждой неудачной подборки вектора  $\delta$  [5].

Вычисление частных производных аналитическим способом несомненно повышает точность вычислений. При этом, благодаря математическим преобразованиям и заменам, возможно сокращение процесса вычислений за счёт повторного использования промежуточных данных, что ведёт к уменьшению количества вызовов сложных функций, типа  $e^x$ ,  $\sqrt{x}$  и пр.

Для удобства вывода производных рассматриваемой функции  $F(x, w)$  выполним следующую замену:

$$s_i = \sum_{j=1}^a w_{ij} x_j + \sigma_i, \quad S = \left( \sum_{i=1}^b \frac{\tilde{w}_i}{e^{-\alpha s_i} + 1} \right) + \tilde{\sigma},$$

$$[Es_i] = e^{\alpha s_i}, \quad [ES] = e^{\alpha S},$$

$$[EC'] = \frac{\alpha [ES]}{([ES] + 1)^2}, \quad [EC''] = \alpha [EC'],$$

$$[ECS_i] = \frac{\tilde{w}_i [EC''] [Es_i]}{([Es_i] + 1)^2}, \quad (1 \leq i \leq b).$$

Таким образом, получим:

$$\frac{\partial F(x, w)}{\partial w_{ij}} = x_j [ECS_i], \quad \frac{\partial F(x, w)}{\partial \sigma_i} = [ECS_i];$$

$$\frac{\partial F(x, w)}{\partial \tilde{w}_i} = \frac{[EC''] [Es_i]}{[Es_i] + 1}, \quad \frac{\partial F(x, w)}{\partial \tilde{\sigma}} = [EC'].$$

Представленные формулы получены простым взятием производных по известным правилам. Результаты вспомогательных вычислений актуальны в рамках одной строки матрицы Якоби.

Самой «тяжеловесной» функцией в рассматриваемой нейронной сети выступает функция  $e^x$ . Заметим, что приведённое выше аналитическое представление для одной строки матрицы Якоби требует  $2b+1$  вызовов этой функции, в то время как метод разностных производных —  $2W(b+1)$ . За счёт этого можно получить значительный прирост производительности, сохранив высокую точность вычислений. Стоит отметить, что комбинирование аналитического подхода с методом Бройдена может оказаться менее эффективным из-за затрат на матричные вычисления и, в силу вносимых неточностей, медленного приближения к точке глобального оптимума.

Очевидно, что аналитический подход к вычислению матрицы Якоби не универсален, так как для каждой новой модели нейронной сети (при изменении количества скрытых слоёв и/или замене активационных функций) потребуются заново выводить формулы. Поэтому, при реализации готовой программной библиотеки для широкого круга задач, рекомендуется включать в неё как метод разностных производных, так и заранее рассчитанные формулы для некоторого множества распространённых моделей.

Поскольку каждая строка матрицы  $J$  вычисляется независимо от других строк, можно сократить затрачиваемое на вычисления время за счёт использования различных технологий параллельного программирования.

#### Литература

1. Suri, N. N. R. R. Parallel levenberg-marquardt-based neural network training on linux clusters - a case study / N. N. R. R. Suri, D. Deodhare, P. Nagabhushan // Linux Clusters, ICVGIP 2002, 3rd Indian Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing, Ahmadabad. — 2002.
2. Suratgar, A. A. Modified Levenberg-Marquardt method for neural networks training / A. A. Suratgar, M. B. Tavakoli, A. Hoseinabadi // WEC'05: The Fourth World Enformatika Conference. — 2005.
3. Sousa, C. Neural network learning by the levenberg-marquardt algorithm with bayesian regularization (part 1) [Электронный ресурс] URL: [http://crsouza.blogspot.com/2009/11/neural-network-learning-by-levenberg\\_18.html](http://crsouza.blogspot.com/2009/11/neural-network-learning-by-levenberg_18.html) (дата обращения 27.01.2014).
4. Амосов, А. А. Простейшие формулы численного дифференцирования / А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копчёнова // Вычислительные методы для инженеров. — Москва: Высшая школа, 1994. — С. 364 – 369.
5. Transtrum, M. K. Improvements to the levenberg-marquardt algorithm for nonlinear least-squares minimization / M. K. Transtrum, J. P. Sethna // Journal of Computational Physics. — 2012.
6. Madsen, K. A Secant Version of the L-M Method / K. Madsen, H. B. Nielsen, O. Tingleff // IMM METHODS FOR NON-LINEAR LEAST SQUARES PROBLEMS. — Konigs Lyngby : Technical University of Denmark, 2004. — P. 40 – 45.

Резуев М.С.

Аспирант, Воронежский государственный технический университет

#### ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА КЛАССИФИКАЦИИ РАЗНОГАБАРИТНЫХ КОМПОНЕНТОВ

#### Аннотация

*В данной статье рассматривается вопрос разработки программно-аппаратного комплекса для классификации разногабаритных компонентов, последующего обучения нейронной сети и прогнозирования неизвестного размера материала для промышленной установки.*

**Ключевые слова:** нейронные сети, разногабаритные компоненты, экспериментальная установка, промышленная установка.

Rezuev M.S.

Postgraduate student, Voronezh State Technical University

#### APPLICATION OF NEURAL NETWORK FOR PREDICTING PROCESS OF CLASSIFICATION OVERALL COMPONENTS

#### Abstract

*This article discusses the development of hardware and software to classification overall components, further training of the neural network prediction of unknown size of material for the industrial plant.*

**Keywords:** neural networks, overall components, experimental plant, industrial plant.

Во многих отраслях промышленности актуален вопрос о повышении эффективности технологических процессов с целью уменьшения затрат на производство или же для повышения качества выпускаемой продукции. Однако, зачастую предприятия не могут себе позволить проводить глубокие научные исследования, особенно, если вероятность успешного исхода исследований достаточно низка вследствие сложности протекающих производственных процессов или, если имеется лишь общее представление об этих процессах.

В данной ситуации имеет смысл провести поверхностный анализ процесса с выявлением основных эвристических закономерностей и построить адекватную математическую модель, которую можно использовать для оптимизации и управления технологическими процессами, например, для классификации сыпучего материала (зерна, руды и т.д.) не подвергая опасности реальные производственные мощности. Предлагаемый программно-аппаратный комплекс для классификации разногабаритных компонентов призван решить поставленную задачу с достаточно высокими шансами на результат и минимальными затратами. В поставленной задаче можно выделить 3 стадии: сбор данных о технологическом процессе, обработка и анализ накопленных данных, анализ технологического процесса.

Эти стадии не являются жестко связанными между собой, т.е. при получении первой же порции данных можно построить математическую модель, но ее точность будет достаточно низка. При накоплении большего числа реальных экспериментов точность будет повышаться, и начнут выявляться новые закономерности.

Главной задачей программно-аппаратного комплекса является обеспечения процесса 3D моделирования сортирования разногабаритных материалов. Имеющиеся на данный момент системы сканирования не подходят для моделирования сыпучих материалов, состоящих из мелких частиц. Для этого разработана структура программно- аппаратного комплекса, состоящая из нескольких датчиков, АЦП, программы отображающей, собирающей и хранящей информацию о каждой отдельной частице и всём материале в целом и исполнительного механизма [1].

Для того, чтобы данные измерений были адекватны, нужно измерить объект не менее 10 раз. Для получения результатов в необходимые интервалы времени частицы должны довольно быстро двигаться, или должен перемещаться сам измерительный блок (объекты имеют малые размеры, и легче реализовать их перемещение), что накладывает ограничения на датчики по их быстродействию.

Структурная схема установки приведена на рисунке 1 и 2.

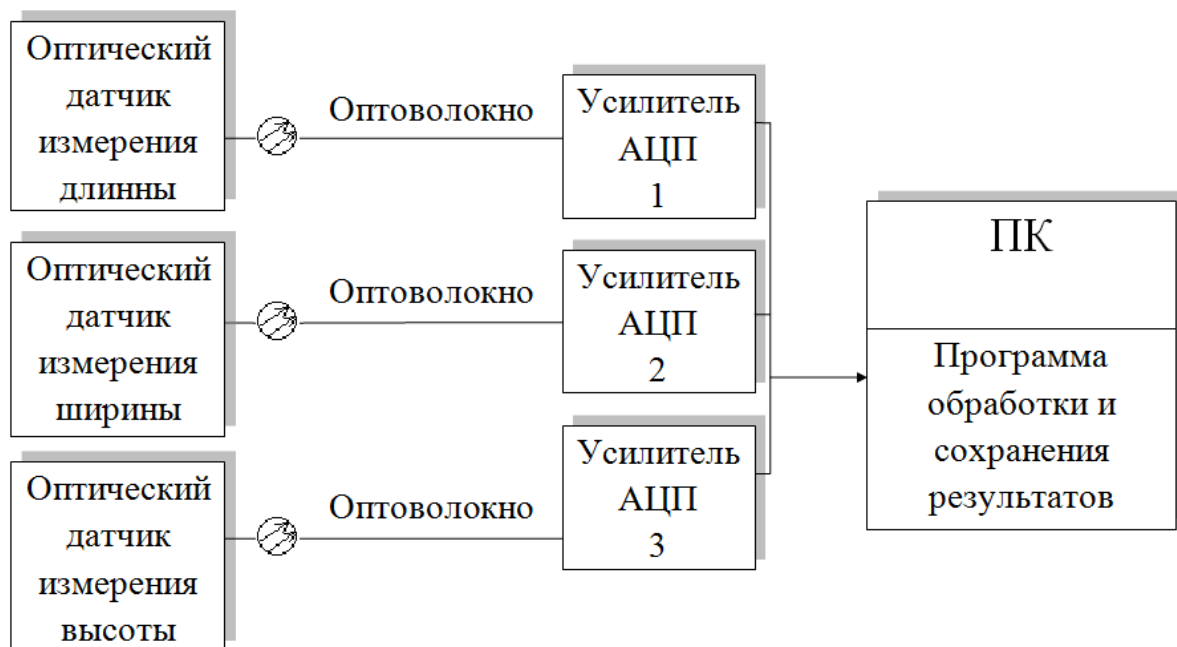


Рис. 1. Структурная схема измерительного блока экспериментальной установки 3D сканирования.



Рис. 2. Структурная схема исполнительного блока экспериментальной установки 3D сканирования.

После того, как измеряемый объект попадает в зону действия датчика включается таймер, и начинаются его измерения. Далее сигнал идёт на АЦП, после чего отправляется в компьютер, где создаётся база данных измерений, в ней накапливаются измерения одного объекта и всего сыпучего материала. Если необходимо выделить какую-либо фракцию по определённому показателю, то устанавливаются границы размеров. Если объект удовлетворяет заданным условиям, то он проходит дальше, если же нет, то подаётся сигнал на исполнительный механизм, который сжатым воздухом выбивает его, так происходит классификация сыпучего материала.

В базе данных собираются сведения об измерениях экспериментальной установки, с её помощью можно выявить закономерности в измерениях и в дальнейшем, с помощью обучаемых нейронных сетей, избавиться от одного из датчиков на промышленной установке, прогнозируя измерения ранее получаемые им. Таким образом, расширяя базу данных и обучая нейронную сеть, повышается точность прогнозирования.

Для построения моделей таких сложных нелинейных процессов, наиболее подходящим вариантом решения являются многослойные сети с полным соединением нейронов на каждом уровне.

Переход от трёх датчиков к двум целесообразен в связи с увеличением скорости измерений и значительным удешевлением промышленной установки (1 датчик измеряющий высоту частицы стоит около 2500 рублей, в промышленной установке предусмотрено не менее 150 желобов). Зависимость координаты Z от координаты X объясняется формой измеряемого объекта (используемым в качестве примера) – приплюснутым эллипсоидом вращения. Таким образом, каждая координата Z будет на 9-11 единиц больше соответствующей ей координате X,  $X_i + 9 < Z_i < X_i + 11$ .

Схема взаимодействия экспериментальной и промышленной установок (рис. 3).

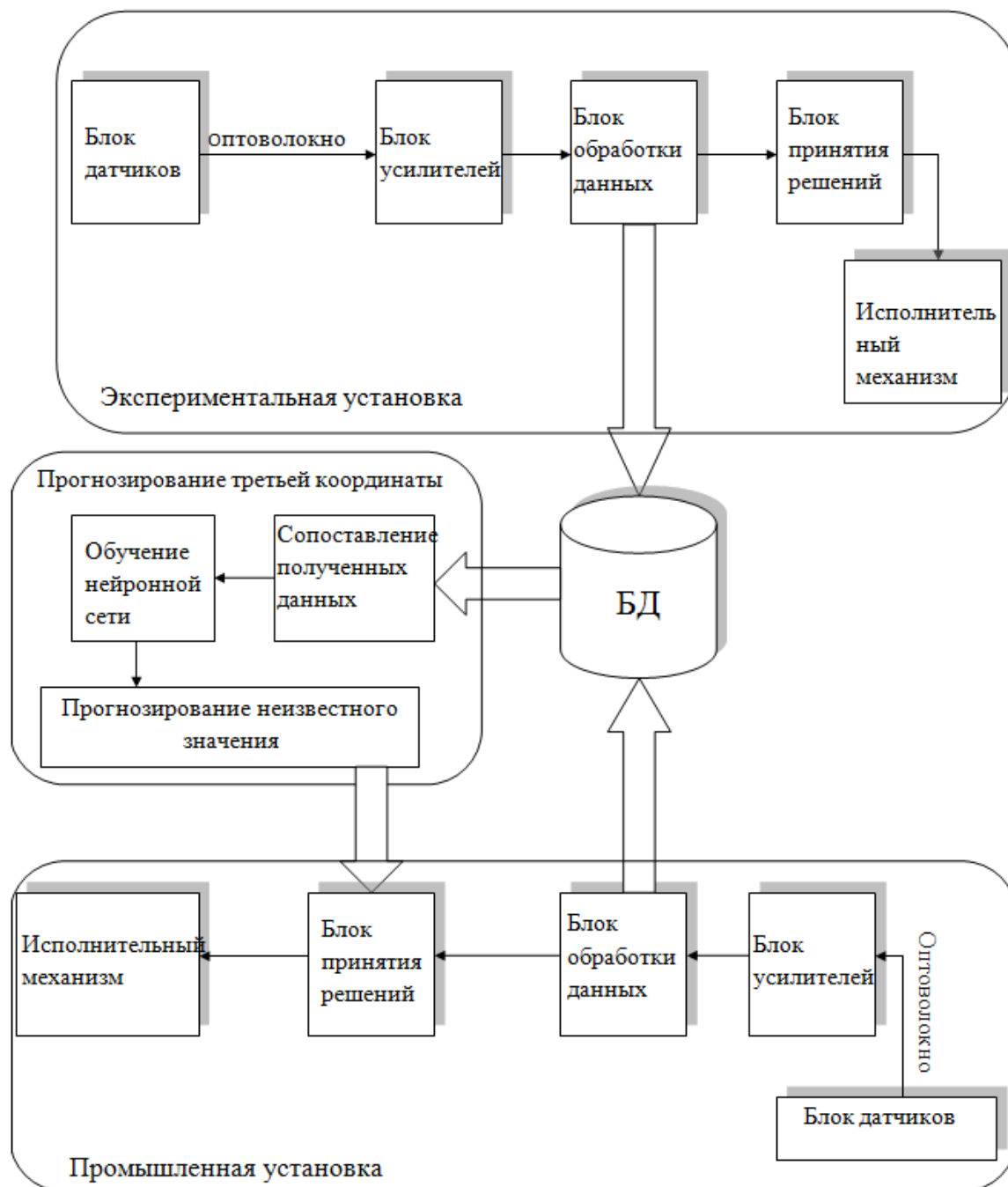


Рис. 3. Схема взаимодействия экспериментальной и промышленной установок

С помощью разработанного подхода к структуре программно-аппаратного комплекса для процесса классификации сыпучего материала, открывается возможность 3D сканирования каждой частицы. Это позволяет получить информацию по всему сыпучему материалу и открывает возможность для его дальнейшего разделения и фракционирования [2].

#### Литература

1. Барабанов В.Ф., Резуев М.С. Разработка структуры программно- аппаратного комплекса для процесса классификации сыпучего материала // Информационные технологии моделирования и управления. -2013. -№2(80) -С.149 -153
2. Барабанов В.Ф., Резуев М.С., Гребенникова Н.И., Программно-аппаратный комплекс для автоматизации процесса классификации разноразмерных компонентов // Вестник ВГТУ. -2013. -№4(9) -С.93 -97

Свитачев А.И.<sup>1</sup>, Чекаев А.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Доктор технических наук, профессор, Сибирский государственный технологический университет, <sup>2</sup>аспирант, Красноярский институт железнодорожного транспорта

#### ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИЛОВОЙ ПЕРЕДАЧИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО АГРЕГАТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ

*Аннотация*

*Предложен метод установления аналитической зависимости динамических характеристик от передаточных чисел силовой передачи лесохозяйственного агрегата.*

**Ключевые слова:** динамические характеристики, передаточные числа, силовая передача.

Svitachev A.I.<sup>1</sup>, Chekaev A.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doctor of technical sciences, professor, Siberian State Technological University, <sup>2</sup>postgraduate student, Krasnoyarsk institute of railway transport.

Method is proposed for establishment of the analytic dependence of the dynamic characteristics of the power transmission ratios agricultural unit.

**Keywords:** the dynamic characteristics, the gear ratios, the power transmission.

При выборе передаточных чисел силовой передачи основываются на энергетических критериях машинно-тракторных агрегатов (максимума тягового КПД, минимума погектарного расхода топлива и т.д.) [1, с. 28]. Влияние передаточных чисел на динамические свойства и характеристики силовой передачи чаще всего не учитывается. В данной работе приводятся результаты исследования по установлению аналитической зависимости динамических характеристик от передаточных чисел силовой передачи на примере лесопогрузчика ЛТ-188 на базе трактора ТТ-4М.

Для тракторов на базе Т-4 необходимо выделить четыре параметра передаточных чисел силовой передачи  $i_{тр}$ : коробки передач (КП)  $i_{кп}$ , главной передачи (ГП)  $i_{гп}$ , планетарного механизма поворота (ПП)  $i_{пп}$ , бортовой передачи (БП)  $i_{бп}$ . Общее передаточное число силовой передачи  $i_{трj}$  на  $j$ -ой передаче равно произведению передаточных чисел ее параметров:

$$i_{трj} = i_{кп} i_{гп} i_{пп} i_{бп}.$$

Система дифференциальных уравнений колебаний элементов силовой передачи лесопогрузчика, соответствующая динамической модели (30-ти массовая), сведенной в цепочную и изображенной на Рис.1,

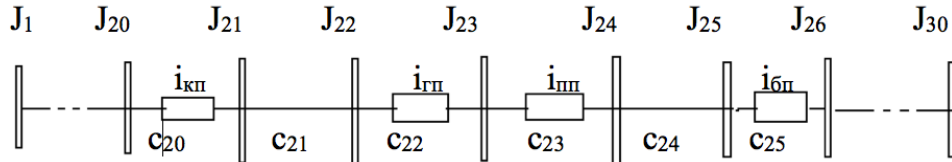


Рис.1. Динамическая модель с учетом передаточных чисел представится через моменты на валах в виде

$$\ddot{M}_1 + c_1 \left( \frac{1}{J_1} + \frac{1}{J_2} \right) M_1 - \frac{c_2}{J_2} M_2 = \frac{c_1 M_0}{J_1}$$

.....

$$\ddot{M}_{19} - \frac{c_{18}}{J_{19}} M_{18} + c_{19} \left( \frac{1}{J_{19}} + \frac{1}{J_{20}} \right) M_{19} - \frac{c_{20}}{J_{20}} M_{20} = 0$$

$$\ddot{M}_{20} - \frac{c_{19}}{J_{20}} M_{19} + c_{20} \left( \frac{1}{J_{20}} + \frac{i_{кп}^2}{J_{21}} \right) M_{20} - i_{кп} \frac{c_{21}}{J_{21}} M_{21} = 0$$

$$\ddot{M}_{21} - i_{кп} \frac{c_{20}}{J_{21}} M_{20} + c_{21} \left( \frac{1}{J_{21}} + \frac{1}{J_{22}} \right) M_{21} - \frac{c_{22}}{J_{22}} M_{22} = 0$$

$$\ddot{M}_{22} - \frac{c_{21}}{J_{22}} M_{21} + c_{22} \left( \frac{1}{J_{22}} + \frac{i_{гп}^2}{J_{23}} \right) M_{22} - i_{гп} \frac{c_{23}}{J_{23}} M_{23} = 0$$

$$\ddot{M}_{23} - i_{гп}^2 \frac{c_{22}}{J_{23}} M_{22} + c_{23} \left( \frac{1}{J_{23}} + \frac{i_{пп}^2}{J_{24}} \right) M_{23} - i_{пп} \frac{c_{24}}{J_{24}} M_{24} = 0$$

$$\ddot{M}_{24} - i_{пп} \frac{c_{23}}{J_{24}} M_{23} + c_{24} \left( \frac{1}{J_{24}} + \frac{1}{J_{25}} \right) M_{24} - \frac{c_{25}}{J_{25}} M_{25} = 0$$

$$\ddot{M}_{25} - \frac{c_{24}}{J_{25}} M_{24} + c_{25} \left( \frac{1}{J_{25}} + \frac{i_{бп}^2}{J_{26}} \right) M_{25} - i_{бп} \frac{c_{26}}{J_{26}} M_{26} = 0$$

$$\ddot{M}_{26} - i_{бп} \frac{c_{25}}{J_{26}} M_{25} + c_{26} \left( \frac{1}{J_{26}} + \frac{1}{J_{27}} \right) M_{26} - \frac{c_{26}}{J_{27}} M_{27} = 0$$

.....

$$\ddot{M}_{29} - \frac{c_{28}}{J_{29}} M_{28} + c_{29} \left( \frac{1}{J_{29}} + \frac{1}{J_{30}} \right) M_{29} = -c_{29} \frac{M_c}{J_{30}}$$

(1)

$$c_{20} = \left( \frac{1}{c_{20}} + \frac{i_{кп}^2}{c_{20}} \right)^{-1}, c_{22} = \left( \frac{1}{c_{22}} + \frac{i_{гп}^2}{c_{22}} \right)^{-1}, c_{23} = \left( \frac{1}{c_{23}} + \frac{i_{пп}^2}{c_{23}} \right)^{-1}, c_{25} = \left( \frac{1}{c_{25}} + \frac{i_{бп}^2}{c_{25}} \right)^{-1}.$$

где

$$M_{20} = c_{20} (\varphi_{20} - i_{кп} \varphi_{21}), M_{22} = c_{22} (\varphi_{22} - i_{гп} \varphi_{23}), M_{23} = c_{23} (\varphi_{23} - i_{пп} \varphi_{24}),$$

$$M_{25} = c_{25} (\varphi_{25} - i_{бп} \varphi_{26}), \text{ а для остальных валов } M_j = c_j (\varphi_j - \varphi_{j+1}).$$

Далее, применяя методику изложенную в работе [2, с. 61], можно расписать требуемые передаточные функции, а по ним динамические характеристики (АЧХ и ФЧХ) от основных возмущающих воздействий в зависимости от передаточных чисел.

Используя выведенные зависимости с применением системы MathCad можно проследить влияние основных передаточных чисел  $k=i_{кп}$ ,  $g=i_{гп}$ ,  $p=i_{пп}$ ,  $z=i_{бп}$  на изменения динамических характеристик силовой передачи. Так на Рис. 2., 3., 4. представлены АЧХ воздействия от микро-профиля дороги до коробки передач, главной передачи, планетарной передачи и до полуосей при изменении  $z$  при поперечно угловых колебаниях в режиме транспортного хода.

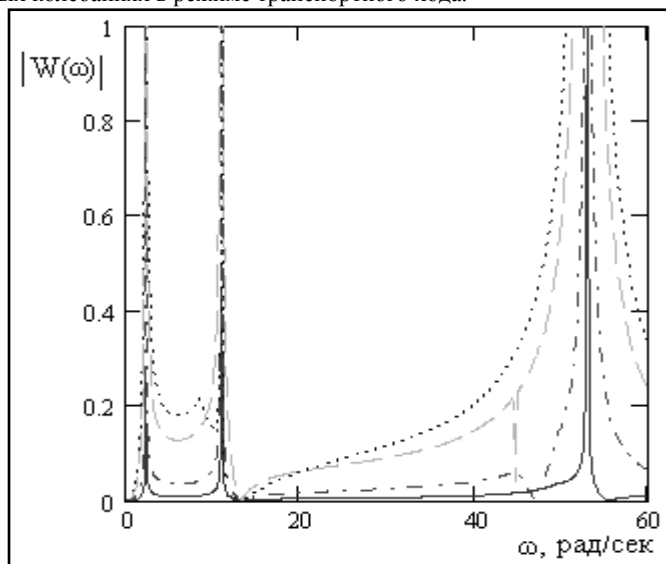


Рис.2. Изменение АЧХ силовой передачи лесопогрузчика при воздействии от микро-профиля по валопроводу до коробки передач (—), до главной передачи (---), планетарной передачи (— · —) и до полуосей (····) для серийного  $i_{бп}$  (поперечно-угловые колебания)

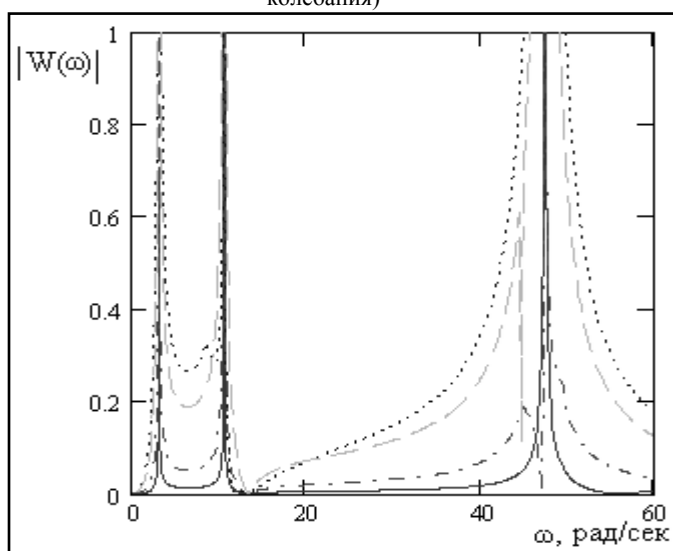


Рис.3. Изменение АЧХ силовой передачи лесопогрузчика при воздействии от микро-профиля по валопроводу до коробки передач (—), до главной передачи (---), планетарной передачи (— · —) и до полуосей (····) для увеличенного  $i_{бп}$  в 1,5 раза (поперечно-угловые колебания)

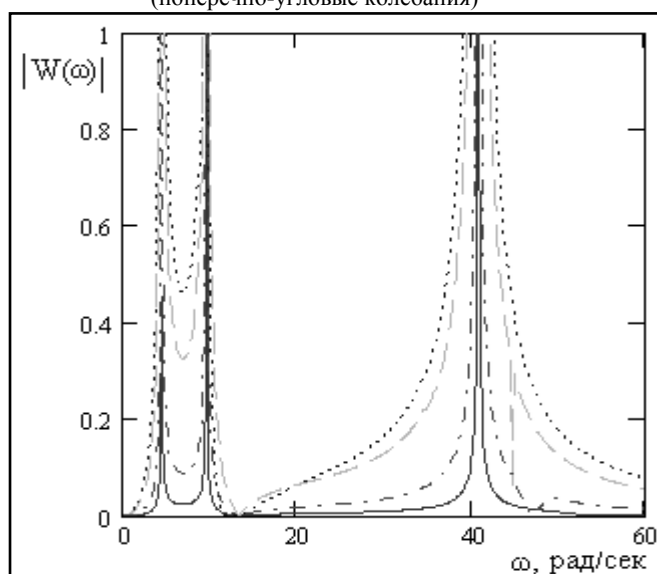


Рис.4. Изменение АЧХ силовой передачи лесопогрузчика при воздействии от микро-профиля по валопроводу до коробки передач (—), до главной передачи (---), планетарной передачи (— · —) и до полуосей (····) для увеличенного  $i_{бп}$  в 0,5 раза (поперечно-угловые колебания)

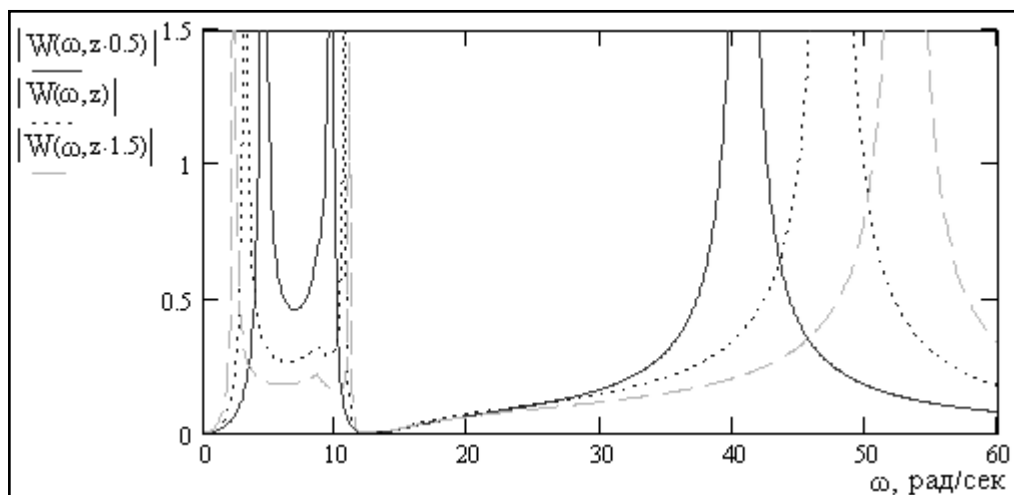


Рис.5. Изменение АЧХ силовой передачи лесопогрузчика при воздействии от микро-профиля до полуосей при  $z=i_{0n}$  серийном (----), увеличенном в 0,5 раза (—) и увеличенном в 1,5 раза (— · —), (поперечно-угловые колебания)

По данным рисункам наблюдаем падение амплитуд колебаний от источника до вала муфты сцепления. Кроме этого, по Рис.5., можно проследить, что с увеличением передаточного числа бортовой передачи амплитуды колебаний снижаются в диапазонах основных возмущающих воздействий от микро-профиля и гусеничного зацепления. Этот факт необходимо учитывать при дальнейшей оптимизации динамических свойств силовой передачи. Чем объясняется такое снижение? При увеличении передаточного числа бортовой передачи, жесткость данного участка уменьшается, две первых собственных частоты расходятся, а третья увеличивается, что благоприятно сказывается для частотного диапазона низкочастотных возмущающих воздействий, т. е. происходит как бы отстройка от резонанса.

Данные выводы изменения нагрузок в зависимости от изменения передаточных чисел, наблюдаемые по динамическим характеристикам, подтверждаются и при непосредственном расчете нагрузок, как результат вынужденных колебаний от основных возмущающих воздействий.

Расчеты показывают, что увеличение передаточного числа бортовой передачи трансмиссии в 1,5 раза приводит к снижению амплитуд колебаний до 30-40%, а уменьшение значения передаточного числа на 30% приводит к увеличению амплитуд до 50%.

При варьировании значений других передаточных чисел  $k$ ,  $g$ ,  $p$  по силовой передаче отмечается следующее. При увеличении передаточного числа участка жесткость данного участка уменьшается, что приводит к снижению амплитуд колебаний при прохождении возмущений со стороны технологического сопротивления, микро-профиля и гусеничного зацепления после данного участка и увеличению или незначительному увеличению амплитуд на деталях до данного участка. При выборе конкретных рациональных значений передаточных чисел необходимо проведение многокритериальной оптимизации.

#### Выводы:

- При конструировании силовых передач и выборе передаточных чисел следует рассматривать критерии оценки динамических свойств и характеристик.
- Предлагаемый метод позволяет установить аналитические зависимости динамических характеристик от передаточных чисел и исследовать поведение силовой передачи на стадии проектирования.

#### Литература

1. Самсонов В.А. Расчет передаточных чисел трансмиссии трактора. Тракторы и сельхозмашины. - 2001.-№4.-С.28-29.
2. Свитачев А.И., Орловский С.Н., Чекаев А.Н. Методика моделирования и оптимизации динамических процессов колебательных систем (силовых передач) лесохозяйственных машинных агрегатов с введением дополнительных связей. Современные технологии, системный анализ, моделирование. 2013.-№4(40).-С. 60-66.

**Сергиенко М.А.**

Кандидат технических наук, Воронежский государственный университет

#### ПРЕДСТАВЛЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ БАЗЫ ПРАВИЛ В ВИДЕ ИЕРАРХИИ НА ОСНОВЕ ГРУППИРОВКИ ПРАВИЛ

##### Аннотация

В статье рассмотрен алгоритм представления базы нечетких правил в виде иерархии, в которой каждый элемент не нулевого уровня представляет собой агрегированное правило из его потомков (дочерних правил). Группировка правил осуществляется на основе вычисления степени важности правила (рейтинга) по отношению к другим правилам. Такое представление базы правил позволяет оперировать не всем набором правил, а только определенной частью (правилами одного уровня). В подобной иерархии каждый уровень позволяет получать результат с соответствующей степенью точности, причем каждый следующий уровень зависит от предыдущего.

**Ключевые слова:** нечеткая база правил, рейтинг правила, агрегирование.

**Sergienko M.A.**

PhD in Technical Sciences, Voronezh State University

#### REPRESENTATION OF FUZZY RULES BASE AS A HIERARCHY BY GROUPING OF RULES

##### Abstract

The article considers algorithm of representation fuzzy rules base as a hierarchy. Each element of hierarchy (not zero level) represents an aggregated rule of his descendants (children rules). Grouping of rules is based on calculating importance degree of the rule (rating) with respect to other rules. Such a representation of the fuzzy rules base allows to operate a set of rules (not all rules), but only a certain part (one level rules). Each level of hierarchy allows to obtain results with the appropriate degree of accuracy; each level depends on the previous one.

**Keywords:** fuzzy rule base, rule rating, aggregation.

Рассмотрим базу нечетких «если-то» правил  $\mathcal{R} = \{R_i\}$  вида

$R_i$ : Если  $x_1$  есть  $A_{i1}$  И ... И  $x_m$  есть  $A_{im}$ , ТО  $y$  есть  $B_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ),



где  $x_j$  ( $j = \overline{1, m}$ ) – входные переменные, которые могут быть как четкими, так и нечеткими;  $X_1 \times \dots \times X_m$  –

область определения входной переменной (посылки),  $x_j \in X_j$ ,  $X_j$  – область определения соответствующей переменной,  $y \in Y$ ,  $Y$  – область определения выходной переменной (заключения);  $A_{ij}, B_i$  – нечеткие множества, определенные на  $X_j$

,  $Y$  с функциями принадлежности  $\mu_{A_{ij}}(x_j), \mu_{B_i}(y)$  соответственно [1].  
Репрезентативностью правила назовем величину

$$rep(R_i) = \frac{1}{p} \sum_{j=1}^p T(\mu_{A_{i1}}(x_1^{(j)}), \dots, \mu_{A_{im}}(x_m^{(j)}))$$

где  $T$  – оператор Т-нормы,  $(x_1^{(j)}, \dots, x_m^{(j)}, y^{(j)}), (j = \overline{1, p})$  – прецедентная информация,  $rep \in [0, 1]$ .  
Репрезентативность определяет степень специфичности посылки.

Эффективностью правила назовем величину

$$eff(R_i) = \frac{\sum_{j=1}^p T(\mu_{A_{i1}}(x_1^{(j)}), \dots, \mu_{A_{im}}(x_m^{(j)}), \mu_{B_i}(y^{(j)}))}{p \cdot rep(R_i)}$$

Каждому правилу  $R_i$  поставим в соответствие его рейтинг  $r_i = eff(R_i), r_i \in [0, 1]$  (степень важности по отношению к другим правилам): если  $r_i > r_j$ , то  $R_i$  важнее  $R_j$  ( $R_i \succ R_j$ ), а если  $r_i = r_j$ , то  $R_i$  эквивалентно  $R_j$  ( $R_i \square R_j$ ).  
Упорядочив правила по не убыванию их рейтингов, получим упорядоченную базу правил  $\mathfrak{R} = \{R_i\}, (i = \overline{1, n})$ , где  $r_1 \geq r_2 \geq \dots \geq r_n$ . Размерность базы правил обозначим  $|\mathfrak{R}| = n$ .

Представление базы правил в виде иерархии позволяет оперировать не всем набором правил, а только определенной частью (правилами одного уровня). В такой иерархии каждый уровень позволяет получать результат с соответствующей степенью точности, причем каждый следующий уровень зависит от предыдущего.

Группировка упорядоченного набора правил  $\mathfrak{R}$  осуществляется по следующему принципу: каждая группа содержит близкие по своим рейтингам правила.

В результате получается набор групп правил  $G_1, \dots, G_l, l \leq n-1$ . В каждой группе  $G_j$  данному набору правил

$$\bar{R}_j = Agg(R_i) \quad \tilde{r}_j = eff(\bar{R}_j) \leq \min_{R_i \in G_j}(r_i)$$

ставится в соответствие обобщенное правило с рейтингом. Посылка и заключение такого правила формируются за счет объединения соответствующих посылок и заключений правил из данной группы (рис. 1)

$$Посылка(\bar{R}_j) = S_{R \in G_j}(посылка(R))$$

$$Заключение(\bar{R}_j) = S_{R \in G_j}(заключение(R))$$

где  $S$  – треугольная конорма.

Рассмотрим пример получения обобщенного правила.

Пусть  $G_1 = \{R_1, R_2\}$ , тогда  $\bar{R}_1$  примет вид

$$\bar{R}_1 : \text{Если } x_1 \text{ есть } S(A_{11}, A_{12}) \text{ И } \dots \text{ И } x_m \text{ есть } S(A_{1m}, A_{2m}), \text{ ТО } y \text{ есть } S(B_1, B_2)$$

Принцип обобщения имеет свои преимущества и недостатки. Преимущество состоит в том, что при обобщении объем хранимых данных уменьшается. Недостатком же является то, что уменьшается степень специфичности посылки правил.

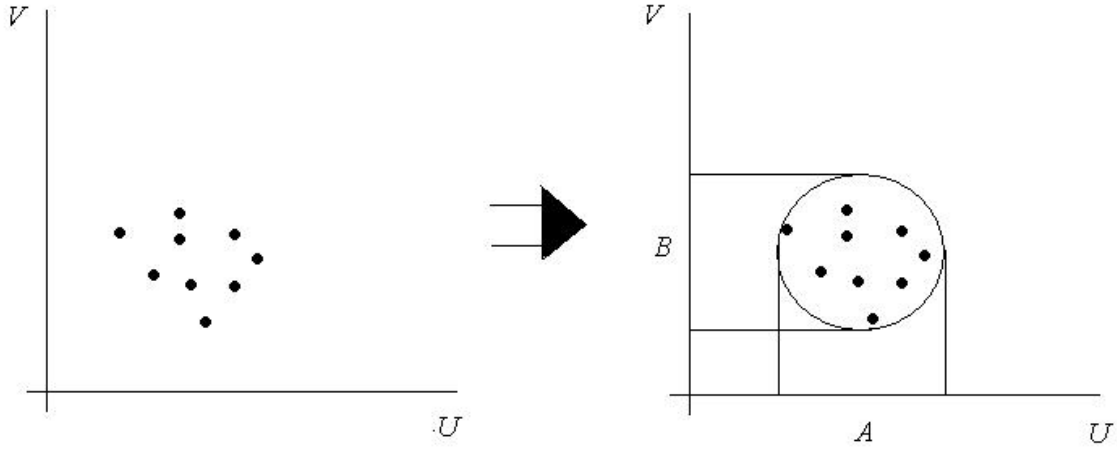


Рис. 1 - Агрегирование правил

На  $\mathfrak{R}$  зададим разбиение первого уровня  $\sigma_1$  таким образом, что

$$\sigma_1(\mathfrak{R}) = \{\mathfrak{R}_1(1), \dots, \mathfrak{R}_{k_1}(1)\},$$

$$\text{где } \mathfrak{R}_i(1) \cap \mathfrak{R}_j(1) = \emptyset, (\forall i \neq j, i, j = \overline{1, k_1}), \bigcup_{i=1}^{k_1} \mathfrak{R}_i(1) = \mathfrak{R}, (k_1 \leq n-1).$$

Элементами множества  $\sigma_1(\mathfrak{R})$  являются группы правил из  $\mathfrak{R}$ . Обозначим через  $p_i(1)$  множество номеров правил, входящих в  $\mathfrak{R}_i(1)$ . Разбиение правил на группы осуществляется на основе «близости» их рейтингов.

Если  $k_1 \geq 2$ , то на  $\sigma_1(\mathfrak{R})$  зададим разбиение второго уровня  $\sigma_2$  таким образом, что

$$\sigma_2(\sigma_1(\mathfrak{R})) = \{\mathfrak{R}_1(2), \dots, \mathfrak{R}_{k_2}(2)\},$$

$$\text{где } \mathfrak{R}_i(2) \cap \mathfrak{R}_j(2) = \emptyset, (\forall i \neq j, i, j = \overline{1, k_2}), \bigcup_{i=1}^{k_2} \mathfrak{R}_i(2) = \sigma_1(\mathfrak{R}), (k_2 \leq k_1 - 1).$$

Элементами множества  $\sigma_2(\sigma_1(\mathfrak{R}))$  являются группы правил из  $\sigma_1(\mathfrak{R})$ . Обозначим через  $p_i(2)$  множество номеров правил, входящих в  $\mathfrak{R}_i(2)$ . Разбиение правил на группы осуществляется на основе того же принципа.

Будем повторять эту процедуру до тех пор, пока не получим разбиение  $\sigma_m$  такое, что  $\sigma_m(\sigma_{m-1} \dots (\sigma_1(\mathfrak{R})) \dots) = \{\mathfrak{R}_1(m)\}$ , т.е. пока не получим множество, состоящее из единственного элемента, при этом

$p_1(m) = \{1, \dots, k_{m-1}\}$  – множество номеров групп  $(m-1)$ -го уровня, входящих в группу  $\mathfrak{R}_1(m)$ .

На рис. 2 представлена схема работы рассмотренного алгоритма.

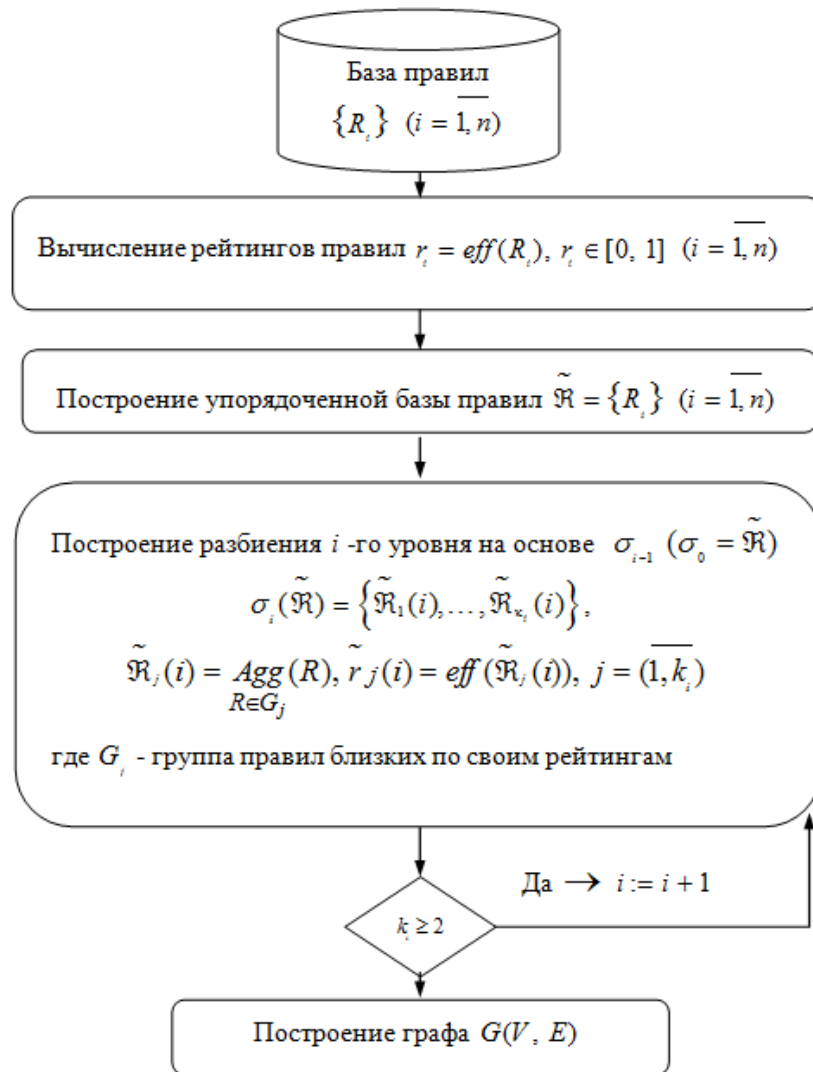


Рис. 2 - Алгоритм представления базы правил в виде некоторого графа

Таким образом, нечеткую базу правил можно представить в виде иерархической структуры, а именно в виде некоторого бесконечного неориентированного графа  $G(V, E)$  [2], обладающего следующими свойствами.

- $V$  – множество вершин графа, каждая вершина – это нечеткое правило.
- $E$  – множество ребер графа, каждое ребро соединяет вершины соседних уровней.
- Существует разбиение вершин на уровни

$$V = \bigcup_{i=0}^l V_i, (\forall i \neq j V_i \cap V_j = \emptyset)$$

где  $V_i$  – набор вершин  $i$ -го уровня.

- Правила в рамках уровня упорядочены по значениям их рейтингов.
- Вершины одного уровня не смежны.

#### Литература

1. Леденева Т.М. Обработка нечеткой информации: учебное пособие. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2006. – 233 с.
2. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.

**Суликова В.А.**

Аспирант очной формы обучения, Оренбургский государственный университет.

#### SCADA-СИСТЕМА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТЕКЛОВАРЕННОЙ ПЕЧЬЮ

#### Аннотация

В статье обоснован выбор пути разработки на основе системной интеграции аппаратных средств повышенной надёжности, описаны особенности технологического процесса, приведены подробные электрические схемы, показаны возможности, определяемые применением SCADA - пакета GENESIS32.

**Ключевые слова:** автоматизация, стекловаренная печь, промышленность.

**Sulikova V.A.**

Postgraduate student of the internal form of training, Orenburg state University

#### SCADA SYSTEM FOR THE MANAGEMENT OF A GLASS-MELTING FURNACE

#### Abstract

In the article the path selection based on proprietary hardware system integration of high reliability, described the features of the process, are detailed circuit diagrams showing possibilities determined using SCADA - package GENESIS32.

**Keywords:** automation, glass furnace industry.

СТАТЪЯ ИЗЪЯТА

статья изъята

Токарь А.Ю.

Студент, Петербургский государственный технологический институт (технический университет)

## МЕМБРАННЫЕ ПРОЦЕССЫ РАЗДЕЛЕНИЯ

*Аннотация*

*В статье рассмотрена сущность мембранных процессов разделения через знакомство с основными публикациями в периодических научных изданиях, ознакомление с учебно-методической литературой по данной тематике.*

**Ключевые слова:** мембранные процессы, разделение жидких и газовых смесей, мембраны.

Tokar A. J.

St. Petersburg State Technological Institute (technical university)

## MEMBRANE SEPARATION PROCESS

*Abstract*

*The article discusses the essence of membrane separation processes through familiarity with basic publications in scientific periodicals, familiarization with instructional literature on the subject.*

**Keywords:** membrane processes, the separation of liquid and gas mixtures, the membrane

Процессы разделения жидких и газообразных систем играют важную роль во многих отраслях народного хозяйства. Так, для осуществления процессов разделения жидких смесей, например, применяют такие методы как перегонка, ректификация, экстракция, адсорбция и др. Однако наиболее универсальным методом разделения является разделение с использованием полупроницаемых мембран (мембранные методы) [1].

Значение мембранной технологии в последние годы резко возросло, прежде всего, как технологии, способной навести мост через пропасть, разделяющую промышленность и экологию.

Глобальный характер воздействия и влияния мембранной технологии на реализацию других российских и мировых научно-технологических приоритетов в последнее время получили свое дальнейшее подтверждение. Критическая технология федерального уровня «Мембраны» вошла в 17 приоритетных для российской науки направлений, в которых российские ученые опережают мировой уровень, причем без использования мембранных процессов невозможно обеспечить поддержание необходимого научно-технического уровня в 12 приоритетах. К этому необходимо добавить серьезные возможности мембранных процессов в решении важнейшей задачи современного этапа развития нашего общества – технологического обновления отечественной промышленности [2].

Жизненная необходимость широкомасштабного внедрения мембранных процессов определяется многими факторами и, прежде всего, их прямым влиянием на обеспечение национально-экономических проблем и перспективах их практического использования.

За последние десятилетия мембранные методы разделения интенсивно развиваются и реализуются в самых различных сферах деятельности человека. Особенно широко эти методы используются для опреснения соленых вод. Так, в 1980 г. более половины всей опресненной воды на земле получали мембранными методами, причем производительность некоторых мембранных установок достигла нескольких десятков тысяч м<sup>3</sup> опресненной воды в сутки [2-4].

В химической и нефтехимической промышленности мембранные методы применяют для разделения смесей высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений, азеотропных смесей, для выделения гелия и водорода из природных газов, кислорода из воздуха и т.п. [4-5].

В пищевой промышленности – для получения высококачественного сахара, пастеризации пива, стабилизации виноградных вин, переработки и консервирования молока с целью получения основных молочных продуктов; консервирования фруктовых и овощных соков и т.п. [2; 4; 6-7].

В биотехнологии и медицинской промышленности – для выделения и очистки биологически активных веществ, вакцин, ферментов и т.п.; в пищевой промышленности – для концентрирования фруктовых и овощных соков, молока, получения высококачественного сахара и т. п. [2; 4].

Наиболее широкое применение мембранные процессы находят при обработке воды и водных растворов, очистке сточных вод [2; 4; 8-9].

Весьма перспективно применение полупроницаемых мембран для проведения экологического мониторинга, осуществления контроля и прогноза за состоянием окружающей среды, при освоении космоса и вод мирового океана.

Ведутся работы по созданию синтетических мембран, способствующих воспроизведению некоторых из фотохимических реакций. Происходящих в зеленых растениях. При этом главная задача состоит не столько в получении углеводов, протеинов, жиров, нуклеиновых кислот, производимых при участии природных мембран, сколько в получении водорода и других «энергетических» веществ. Эти мембраны быть способны с помощью энергии солнечного света расщеплять воду и производить водород, который можно накапливать и использовать в качестве топлива [2; 4].

Дальнейшая широкая реализация мембранных процессов связана с необходимостью разработки аналитических и графоаналитических методов расчета аппаратуры для их осуществления, разработки нормалей, номограмм, стандартов, справочных и систем для решения конкретных технологических задач, а также создания методов оптимизации мембранной аппаратуры с применением электронно-вычислительной техники [2; 4].

Конечно, краткий перечень основных направлений использования мембранных методов далеко не исчерпывает всех возможных областей их применения.

Расчеты и накопленный большой фактический материал показывают, что применение полупроницаемых мембран может дать значительный экономический эффект в сложившихся традиционных производствах, открывает широкие возможности для создания принципиально новых, простых, малоэнергоёмких и экологически чистых технологических схем (особенно при сочетании с такими широко распространенными методами разделения, как ректификация, адсорбция, экстракция и др.).

Однако еще не решены все проблемы исследования мембран и мембранных процессов. Актуальной задачей и сейчас остается разработка теории направленного получения мембран с заранее заданными свойствами и технологический расчет мембранных процессов и аппаратов.

*Целью* данной работы явилось всестороннее изучение сущности мембранных процессов разделения через знакомство с основными публикациями в периодических научных изданиях, ознакомление с учебно-методической литературой по данной тематике.

Мембранная технология – это одно из новых направлений развития химических технологических процессов, целью которых является разделение жидких и газовых смесей с помощью полупроницаемых мембран.

Процессы мембранного разделения смесей осуществляются с помощью полупроницаемых мембран. Движущей силой мембранного процесса может быть: градиент химического (для незаряженных частиц потока) или электрохимического (для заряженных частиц потока) потенциала, а также градиент фактора, определяющего скорость данного процесса (давление, температура и т.д.). Процессы мембранного разделения характеризуются параметрами: проницаемостью и селективностью. *Основные мембранные методы разделения:* обратный осмос, ультрафильтрация, пермопарация, диализ, электродиализ, диффузионное разделение газов [1; 4].

Механизм переноса атомов, молекул или ионов различных веществ через полупроницаемые мембраны может быть объяснен следующими теориями [1].

*Теория просеивания* предполагает, что в полупроницаемой мембране существуют поры, размеры которых достаточны для того, чтобы пропускать растворитель, но слишком малы для того, чтобы пропускать молекулы или ионы растворенных веществ.

*Теория молекулярной диффузии* основана на неодинаковой растворимости и на различии коэффициентов диффузии разделяемых компонентов в полимерных мембранах.

*Теория капиллярно-фильтрационной проницаемости* основана на различии физико-химических свойств граничного слоя жидкости на поверхности мембраны и раствора в объеме [1].

Основными факторами, существенно влияющими на скорость и селективность мембранных процессов разделения, являются: концентрационная поляризация, рабочее давление и температура, гидродинамические условия внутри мембранного аппарата, природа и концентрация разделяемой смеси [1].

Мембраны должны удовлетворять следующим основным требованиям, а именно, обладать: высокой разделяющей способностью (селективностью); высокой удельной производительностью (проницаемостью); химической стойкостью к действию среды разделяемой системы; механической прочностью, достаточной для их сохранности при монтаже, транспортировании и хранении. Кроме того, свойства мембраны в процессе эксплуатации не должны существенно изменяться. Для изготовления мембран применяют различные полимеры (*ацетаты целлюлозы, полиамиды, полисульфон и др.*), керамику, стекло, металлическую фольгу и др. В зависимости от механической прочности используемых материалов мембраны подразделяют на: *жидкие, уплотняющиеся* (полимерные), с *жесткой структурой, пористые, непористые* (диффузионные) [1].

При изучении и анализе любого мембранного процесса необходимо учитывать три основных фактора и их взаимосвязь: 1) *структуру мембраны по толщине* (пористая, непористая, изотропная); 2) *физико-химические свойства разделяемой системы* (для растворов очень важно учитывать их основные термодинамические свойства); 3) *взаимодействие разделяемой смеси с материалом мембраны*. Если хотя бы один из перечисленных факторов не будет учтен, можно допустить принципиальную ошибку при разработке модели механизма того или иного мембранного процесса [1; 4].

В зависимости от вида основной движущей силы процесса различают следующие *типы мембранных процессов*: баромембранные процессы, диффузионно-мембранные процессы, электромембранные процессы, термомембранные процессы.

*Баромембранные процессы* обусловлены градиентом давления по толщине мембран, в основном полимерных, и используются для разделения растворов и коллоидных систем при 5-30 °С. К баромембранным относят следующие процессы: обратный осмос, ультрафильтрация, микрофильтрация [1].

*Диффузионно-мембранные процессы* обусловлены градиентом концентрации или давления по толщине пористых либо непористых мембран на основе полимеров или материалов с жесткой структурой. Их используют для разделения газовых и жидких смесей.

*Электромембранные процессы* обусловлены градиентом электрического потенциала по толщине мембран. Среди электромембранных методов наибольшее практическое применение нашел электродиализ – разделение растворов под действием электродвижущей силы, создаваемой в растворе по обе стороны разделяющей его перегородки-мембраны.

*Термомембранные процессы* – градиентом температур по толщине пористой мембраны на основе полимеров или материалов с жесткой структурой. В настоящее время наиболее полно разработан процесс мембранной дистилляции. Мембранную дистилляцию целесообразно использовать для решения следующих основных задач: концентрирование и обессоливание водных растворов электролитов; опреснение морской воды; получение воды для подпитки паровых котлов и т. п.; получение особо чистой воды и апиrogenной воды для медицинских целей. Процесс мембранной дистилляции проводят практически при атмосферном давлении, поэтому аппараты для этого процесса могут изготавливаться из дешевых полимерных материалов. Мембраны в аппаратах для мембранной дистилляции длительное время работают без заметного их загрязнения [1].

Для успешного решения конкретных технологических задач, связанных с применением мембранных процессов необходимо проведение расчета мембранных установок и аппаратуры. Полный расчет включает в себя проведение технологического, гидравлического и механического отчетов с применением современного электронного программного обеспечения.

Современные аппараты для мембранных процессов подразделяют на четыре основных типа, различающихся способом укладки мембран: аппараты с плоскими мембранными элементами; с трубчатыми мембранными элементами; с мембранными элементами рулонного типа; с мембранами в виде полых волокон. Но необходимо учитывать, что для каждого конкретного процесса разделения следует подбирать аппарат такой конструкции, которая обеспечивала бы наиболее выгодные условия проведения процесса.

## Литература

1. Калекин, В.С. Гидравлика и теплотехника: учеб. пособие [Текст] / В.С. Калекин, С.Н. Михайлец. Омск: ОмГТУ, 2007. 320 с.
2. Абдуллин, И.Ш. Композиционные мембраны [Текст] / И.Ш. Абдуллин, Р.Г. Ибрагимов, В.В. Парошин, О.В. Зайцева // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 15. С. 67-75.
3. Степанов, С.В. Исследования по биомембранной очистке и обессоливанию сточных вод Сызранского НПЗ [Текст] / С.В. Степанов, Ю.Е. Сташок, Н.В. Ноев // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2012. № 1. С. 55-58.
4. Хванг, С.-Т. Мембранные процессы разделения: пер. с англ. [Текст] / С.-Т. Хванг, К. Каммермейер / Под ред. Проф. Ю.И. Дытнерского. М.: Химия, 1981. 464 с.
5. Колзунова, Л.Г. Мембранные методы разделения веществ и новые мембраны для этих процессов [Текст] / Л.Г. Колзунова, В.П. Гребень, М.А. Карпенко, И.Г. Родзик // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2009. № 2. С. 13-17.

6. Лазарев, С.И. Влияние давления на формирование динамических мембран при ультрафильтрации водных растворов дрожжевых и спиртовых производств [Текст] / С.И.Лазарев, В.Л. Головашин // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2011. Т. 16. № 1. С. 227-229.
7. Остроухов, Д.В. Ультрафильтрация – революция в производстве мягких сыров [Текст] // Сыроделие и маслоделие. 2010. № 2. С. 42-43.
8. Андрианов, А.П. Мембранные методы очистки поверхностных вод [Текст] / А.П.Андрианов, Д.В.Спицов, А.Г.Первов, Е.Б. Юрчевский // Водоснабжение и санитарная техника. 2009. № 7. С. 29-37.
9. Спицов, Д.В. Использование мембранных установок для улучшения качества водопроводной воды в городских зданиях // Интернет-Вестник ВолгГАСУ. 2011. № 4 (19). С. 10.

**Хентов В.Я.**

Профессор, доктор химических наук, Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова

# **СВЯЗЬ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛОВ С ТЕМПЕРАТУРОЙ ДЕБАЯ**

**Аннотация**

*Показано, что такие прочностные характеристики металлов, как модуль упругости Юнга, модуль сдвига, сжимаемость и энергия активации разрушения металлов, тесно связаны с температурой Дебая металлического элемента.*

**Ключевые слова:** модуль упругости Юнга, модуль сдвига, сжимаемость элементов, прочность проволоки на разрыв, энергия активации разрушения металлов, температура Дебая.

**Khentov V.Ya**

South-Russian State Polytechnic University named after M. Platon

# **COMMUNICATION STRENGTH CHARACTERISTICS METAL DEBYE TEMPERATURE**

**Abstract**

*It is shown that the strength properties of metals such as Young's modulus, shear modulus, compressibility, and the activation energy of fracture of metals are closely related to the Debye temperature of the metal element.*

**Keywords:** Young's modulus, shear modulus, compressibility elements breaking strength of the wire, the activation energy of fracture of metals, the Debye temperature.

Прочность является важнейшим физическим свойством твердого тела. Представления о прочности тесно связаны со спецификой межатомного и межмолекулярного взаимодействия. Рассчитанные с учетом этого значения прочности заметно превосходят реальную технологическую прочность материалов, что связывают с дефектами кристаллической решетки и наличием микротрещин [1, 2]. Особый интерес вызывает разработка теории разрушения кристаллических твердых тел. Процесс разрушения носит кинетический и статистический характер, а также является многостадийным. Вместе с тем, теория разрушения должна базироваться на физических и химических свойствах твердого тела. В ряде работ [3, 4] была установлена связь физических свойств твердого тела с температурой Дебая. В настоящей работе приведены корреляционные зависимости прочностных характеристик твердого тела с температурой Дебая металла [5]. Основные корреляционные уравнения представлены в табл. 1

Таблица 1 – Корреляционные зависимости, коэффициенты корреляции  $R$

Прочностной параметр	Корреляционная зависимость	$R$	Металлы
1	2	3	4
Вектор Бергерса $b$ [6]	$b=0,2055-0,0001\Theta$	0,8 6	Pb, Al, Ag, Cu, Ni, $\alpha$ -Fe
	$b=0,2078-0,0001\Theta$	0,9 2	Pb, Ag, Cu, Ni, $\alpha$ -Fe
Температурный коэф-фициент линейного расширения $\alpha$ , $10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ [7]	$\alpha=710,683-20,391\Theta$	0,9 4	Fe, Cu, Ni, Sn, Pb, Ag, Zn
Коэффициент Пуассона $\mu$ [7]	$\mu=1112,7-2339,2\Theta$	0,7 4	Al, Be, V, Bi, W, Gd, Hf, Dy, Fe, Au, In, Ir, Y, Cd, Co, La, Li, Mg, Cu, Mo, Ni, Nb, Sn, Os, Pd, Pt, Pb, Ag, Ta, Ti, Cr, Zr, Zn
Сжимаемость элемен-тов $k \cdot 10^6$ [8]	$k=528,406-85,261\Theta$	0,9 3	Fe, Cd, Mn, Cu, Mo, Ni, Sn, Pb, Ag, Ti

1	2	3	4
Предел прочности, $\sigma_b$ , МПа [7]	$\sigma_b=163,53+0,66\Theta$	0,8 7	V, Fe, Au, Y, Cd, Ca, Co, Mg, Cu, Ni, Nb, Sn, Pd, Pt, Re, Pb, Ag, Sc, Rh, Ru
Твердость по Бринел-лю, НВ, МПа [7]	$HB=-749,06+4,82\Theta$	0,8 3	V, Bi, Fe, Au, Ir, Co, Cu, Mo, Ni, Nb, Sn, Pd, Pt, Re, Ru, Ag, Sc,
Энергия активации разрушения металла, $E_a$ , кДж/моль (рассчитана по данным [9])	$E_a=2,820+0,055\Theta$	0,9 9	Al, Cd, Fe, Sn, Pb
Истинная теоретическая прочность, $S_{пр}$ , ГПа [11]	$S_{пр}=-6,777+0,0731\Theta$	0,9 5	Fe, Ni, Cu, Ti, Ag, V, Mo, Cd, Na, K
Характеристика критической деформации* $\varepsilon_f$ [10]	$\varepsilon_f=0,4794-0,0003\Theta$	0,8 9	Fe, W, Mo, Nb, V
Плотность энергии связи атомов $\rho_0$ в объеме одного моля $V_0$ вещества $\rho_0=Q/V_0$ , где $V_0=A/D$ , $A$ – атомная масса, $D$ – плотность [10]	$\rho_0=-10,543+0,0976\Theta$	0,9 8	Al, Cr, Zn, Cd, K, Na
Модуль сдвига (экспе-римент) $G$ , ГПа [10]	$G=-13,233+0,1808\Theta$	0,9 4	Fe, Au, Cr, Ti, Zn, K, Na



Модуль упругости Юнга (эксперимент) $E$ , ГПа [10]	$E = -45,0134 + 0,5115\Theta$	0,94	Fe, Ni, Ti, Au, Ag, Cr, Zn, Na, K
Теоретическая прочность на сдвиг $\tau_{\text{теор}}$ , ГПа [10]	$\tau_{\text{теор}} = -3,109 + 0,043\Theta$	0,94	Fe, Au, Cr, Ti, Zn, K, Na
Поверхностная энергия металла (расчет) $\gamma$ , Дж/м <sup>2</sup> [10]	$\gamma = 0,2386 + 0,0025\Theta$	0,88	Ag, Ni, Cu, Fe, Ti, Au, Mo, Pb
Постоянная материала в формуле 1.105 [10], $h_0 \cdot 10^{-10}$ , ГПа/м	$h_0 = -1521,66 + 18,87\Theta$	0,90	Fe, Mo, Nb, V, Ba, K, Na
Теплота сублимации бездефектных металлических кристаллов $Q_c$ , кДж/моль [10]	$Q_c = 79,88 + 0,46\Theta$	0,88	W, Mo, Nb, V, Ba, K, Na
Энергия сублимации $U_c$ , кДж/(г·моль) [10]	$U_c = 40,078 + 0,371\Theta$	0,99	K, Na, Cd, Zn, Al

Примечания: \*критическая деформация непосредственно связана с разрывом атомных связей

Необходимо отметить, что для узкого ряда металлов могут быть получены идеальные корреляционные зависимости. Рис. 1 иллюстрирует для свинца, серебра, меди, никеля и  $\alpha$ -железа зависимость коэффициента Пуассона от температуры Дебая с высоким значением коэффициента корреляции – 0,97. Для свинца, серебра, меди и  $\alpha$ -железа коэффициент корреляции достигает значения 0,99. К сожалению этот факт пока не находит объяснения.

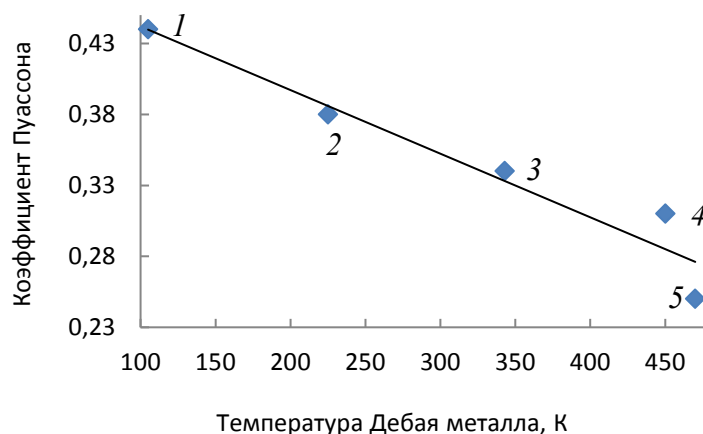


Рис. 1. Зависимость коэффициента Пуассона [6] от температуры Дебая металла. Коэффициент корреляции 0,97. Металлы: 1 – Pb, 2 – Ag, 3 – Cu, 4 – Ni, 5 –  $\alpha$ -Fe

На рис. 2 приведена зависимость прочности проволоки на разрыв (усредненные значения) [8] от температуры Дебая металла.

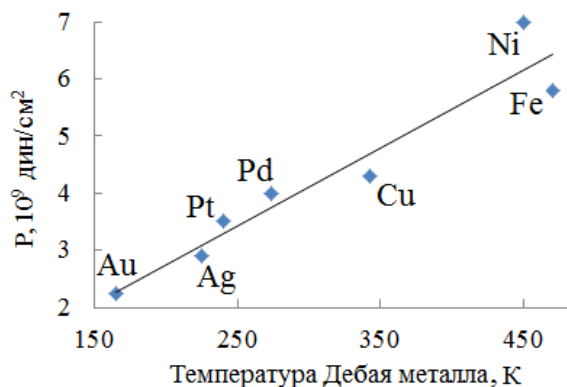


Рис. 2. Зависимость прочности проволоки на разрыв от температуры Дебая металла. Коэффициент корреляции 0,96.

На рис. 3 приведена зависимость изотермической сжимаемости химических элементов  $K$  (Ba, V, Bi, Hf, Fe, In, Y, Cd, K, Ca, Co, La, Cu, Na, Ni, Nb,  $\beta$ -Sn, Pb, Se, Ag, Sr, Sb, Tl, Tc, Ti, Zn, Zr) [7] от температуры Дебая металла.

Рис. 4 демонстрирует зависимость экспериментальной величины всестороннего модуля сжатия  $K_{\text{сж}}$  [10] от температуры Дебая металла. Эта зависимость для указанных металлов характеризуется высоким значением коэффициента корреляции – 0,99.

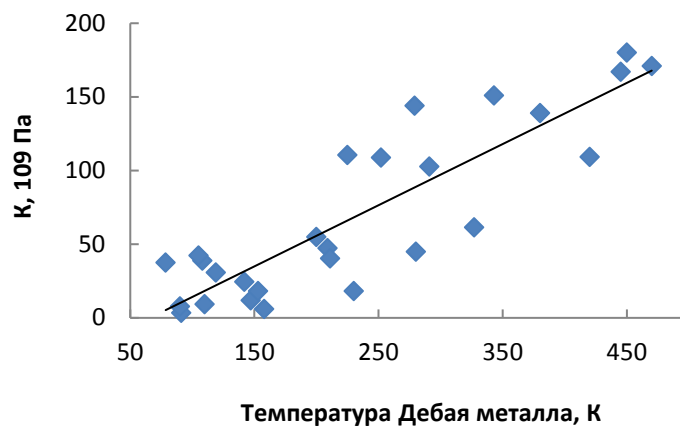


Рис. 3. Зависимость изотермической сжимаемости химических элементов  $K$  от температуры Дебая металла. Коэффициент корреляции 0,87.

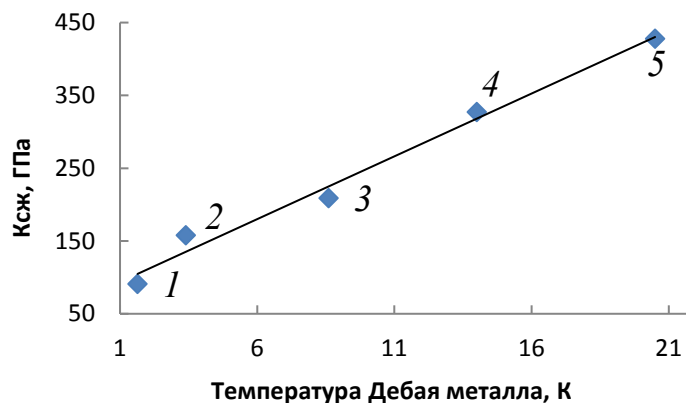


Рис. 4. Зависимость экспериментальной величины всестороннего модуля сжатия  $K_{сж}$  от температуры Дебая металла. Металлы: 1 – K, 2 – Na, 3 – Cd, 4 – Zn, 5 – Al

#### Литература

1. В.Я. Хентов / Химическая связь и прочность твердого тела // *Meždunarodnyj naučno-issledovatel'skij žurnal*. – 2013. – № 10(17). Ч. 1. – С. 52-54.
2. В.Р. Регель, А.И. Слуцкер, Э.Е. Томашевский. Кинетическая природа прочности твердых тел. – М.: Наука, 1974. – 560 с.
3. В.Я. Хентов, А.Н. Зайцев. / Связь характеристической температуры твердого тела с физическими и химическими свойствами простых веществ. // *Вестник Ростовского государственного ун-та путей сообщения*. – 2002. – № 1. – С. 153-156.
4. В.Я. Хентов, А.Н. Зайцев, Е.Ф. Ревина. / Связь физических свойств ионных кристаллов с характеристической температурой металла. // *Вестник Ростовского государственного ун-та путей сообщения*. – 2005. – № 2. – С. 108-111.
5. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1976. – С. 229.
6. В.А. Федоров, Ю.И. Тялин, В.А. Тялина. Дислокационные механизмы разрушения двойникующихся материалов. – М.: Изд-во Машиностроение-1, 2004. – С. 167.
7. Физические величины: Справочник / А. П. Бабичев, Бабушкина, А. М. Братковский и др.; Под. ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.
8. Дж. Кэй, Т. Лэби. Таблицы физических и химических постоянных. – М.: Госиздат физ.-мат. литературы, 1962. – 247 с.
9. В.Я. Хентов. Инженерная химия: Учебное пособие. / В.Я. Хентов. Новочеркасский политехнический. ин-т. Новочеркасск, 1995. – 140 с.
10. С.А. Котречко, Ю.Я. Мешков. Предельная прочность. Кристаллы, металлы конструкции. – Киев: Наукова думка, 2008. – 295 с.

Чарыков В.И.<sup>1</sup>, Копытин И.И.<sup>2</sup>, Яковлев А.И.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Доктор технических наук, профессор, <sup>2</sup>доцент, <sup>3</sup>аспирант, Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С.Мальцева

#### ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СЕПАРАТОР УМС -1М: ОТ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДО КОНСТРУКЦИИ

##### Аннотация

В статье приведен пример математического моделирования процесса очистки жидких (мокрых) продуктов от металлических примесей в неоднородном магнитном поле рабочей зоны сепаратора УМС-1М. Приведена конструкция сепаратора и его технические характеристики.

**Ключевые слова:** моделирование, магнитное поле, сепаратор, металлические примеси, конструкция.

Charykov V.I.<sup>1</sup>, Kopytin I.I.<sup>2</sup>, Yakovlev A.I.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doktor technical sciences, professor, <sup>2</sup>dozent, <sup>3</sup>aspirant, Kurgan State Agricultural Academy name T.S. Maltseva

#### ELECTROMAGNETIC SEPARATOR OF UMS - 1M: FROM MATHEMATICAL MODEL TO THE DESIGN

##### Abstract

In article the example of mathematical modeling of process of cleaning of liquid (wet) products from metal impurity in a non-uniform magnetic field of a working zone of a separator of UMS-1M is given. The design of a separator and its technical characteristics is given.

**Keywords:** modeling, magnetic field, separator, metal impurity, design.

Строительство подстанций, линий электропередач высокого и низкого напряжений для нужд народного хозяйства требует большого количества высококачественных электроизоляционных материалов, обладающих повышенными электрическими и механическими свойствами.

В наибольшей степени этим высоким требованиям соответствует фарфор, считающийся наилучшим электроизоляционным материалом. При применении его с этой целью единственное препятствие – трудность в обогащении составляющих фарфора.

В технологической схеме по производству электротехнического фарфора магнитная сепарация производится дважды: после воздушного сепаратора, а также после процеживания шликера (устойчивая суспензия).

Для очистки шликера применяют магнитные и электромагнитные сепараторы. По сравнению с традиционными методами очистки (кислотным, щелочным, адсорбционным, контактным, ионообменным) магнитный метод более прост. Он не требует реагентов, имеет в 2-5 раз большую скорость очистки.

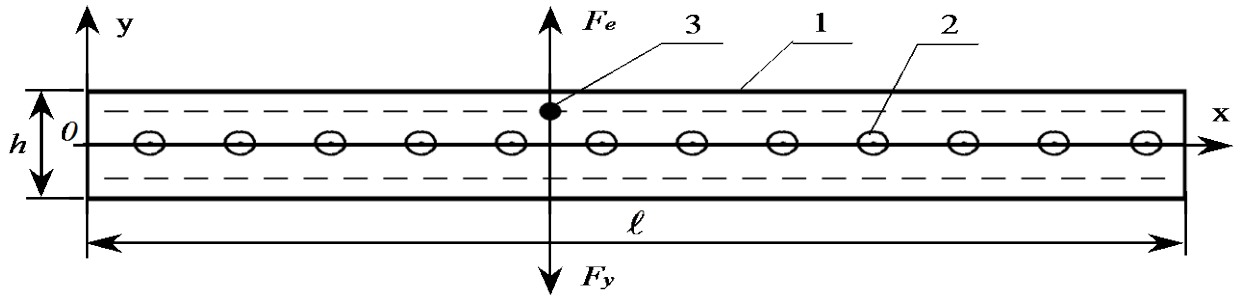
**Принцип очистки.** Шликер течет тонким слоем "h" вдоль наклонного желоба сепаратора (рис.1) длиной " $\ell$ " и шириной "a". В желобе при помощи концентраторов создается неоднородное магнитное поле. Эффективность сепарации зависит от скорости течения жидкости и магнитного поля желоба. Критерий эффективности выражается в следующем виде:

$$t_1 < t_2, \quad (1)$$

где:  $t_1$  - время притяжения частиц, с;

$t_2$  - время нахождения частицы в желобе при движении ее вдоль оси "OX" на расстояние " $\ell$ ", с.

Для использования критерия (1) необходимо знать закон движения частицы вдоль осей "OX" и "OY".



1- желоб; 2- концентратор; 3- металлическая частица

Рис. 1 - Принципиальная схема силового взаимодействия в электромагнитном сепараторе

**Движение частицы вдоль оси "OX".** При установившемся режиме через любое поперечное сечение желоба с поперечным сечением  $S = ha$  за одну секунду будет протекать одно и то же количество шликера:

$$Q = \rho_{ж} SV = \rho_{ж} haV \quad (2)$$

где:  $\rho_{ж}$  - плотность масла, кг/м<sup>3</sup>;

$V$  - скорость течения масла, м/с.

Так как длина желоба равна " $\ell$ ", то время нахождения частицы в желобе при движении ее вдоль оси "OX", будет:

$$t_2 = \frac{\ell}{V} = \frac{\rho_{жид} ha \ell}{Q} \quad (3)$$

**Движение частицы вдоль оси "OY".** При движении частицы вдоль оси "OY" на частицу действуют две силы: магнитная сила, создаваемая магнитным полем в желобе и на концентраторах, и сила сопротивления движению частицы, создаваемая продуктом. Всем реальным жидкостям присуща вязкость или другими словами внутреннее трение. Вязкость проявляется в том, что возникшее в жидкости движение после прекращения действия причин, его вызвавших, постепенно прекращается. Опытами установлено, что при малых числах Рейнольдса  $Re$ , т.е. при небольших скоростях движения, сопротивление среды можно определить с помощью формулы Стокса:

$$F_c = 6\pi \eta r_r v \quad (4)$$

где:  $r_r$  - характерный для поперечного сечения тела размер. Для тела круглой формы, т.е. для шара " $r_r$ " - радиус шара, м;

$v$  - скорость движения тела в жидкости, м/с.

При движении частицы вдоль оси "OY" на нее кроме силы сопротивления среды действуют еще сила тяжести частицы и архимедова сила, равная:

$$f' = V_r (\rho_r - \rho_{жид}) g \quad (5)$$

где  $V_r$  - объем частицы, м<sup>3</sup>;

$\rho_r$  - плотность частицы, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{жид}$  - плотность масла, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  - ускорение свободного падения тела,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

Магнитная сила, действующая на частицу, помещенную в магнитное поле, определяется исходя из знания потенциальной энергии[1]:

$$F_m = -grad W \quad (6)$$

где:  $W$  - потенциальная энергия, Дж.

Потенциальная энергия магнитного поля, действующая на частицу объемом " $V$ " определяется по следующей формуле[1]:

$$W = \frac{V_r B^2}{2\mu_0\mu} \quad (7)$$

где:  $V_r$  - объем частицы, находящейся в магнитном поле, м<sup>3</sup>;

$B$  - магнитная индукция, Тл;

$\mu_0$  - магнитная постоянная вакуума, Гн/м;

$\mu$  - относительная магнитная проницаемость масла, Гн/м.

С учетом формулы (7) магнитная сила, действующая на частицу в магнитном поле, определяется следующим выражением:

$$F_m = -grad W = -grad \frac{V_r B^2}{2\mu_0\mu} = -\frac{V_r}{2\mu_0\mu} grad B^2 \quad (8)$$

Значение магнитной силы, действующей в направлении оси "OY":

$$F_m = -\frac{V_r}{2\mu_0\mu} \frac{dB^2}{dy} = -\frac{V_r B}{\mu_0\mu} \frac{dB}{dy} \quad (9)$$

В окончательном виде дифференциальное уравнение, описывающее движение частицы, имеет вид:

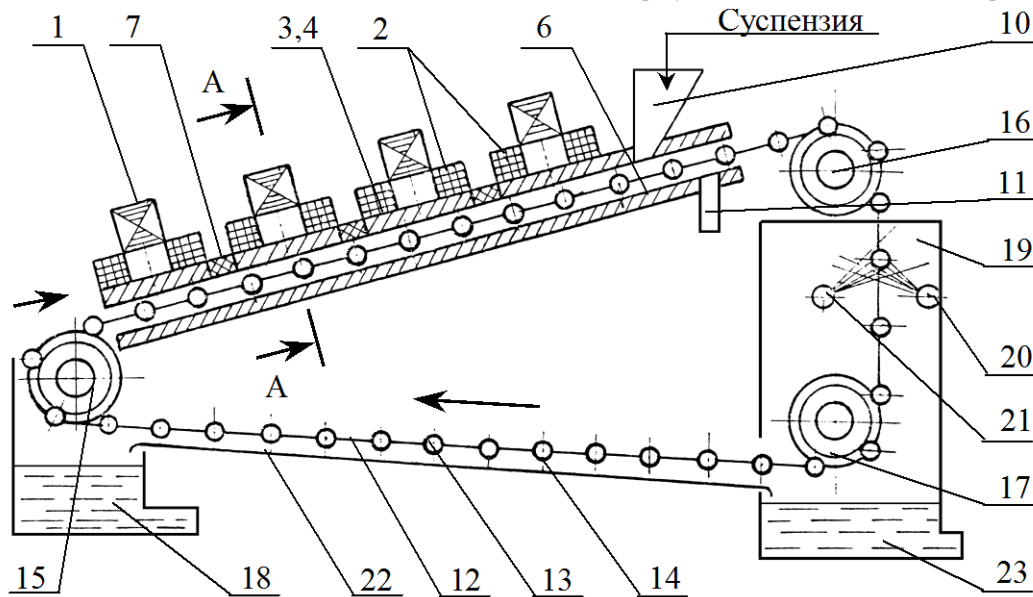
$$\ddot{y} + \frac{6\pi r_r \eta}{m} \dot{y} + \frac{V_r \Delta B (B_{max} + \Delta B)}{m\mu_0\mu d_n^2} y = \frac{V_r \Delta B B_{max}}{m\mu_0\mu d_n} + \frac{V_r (\rho_r - \rho_{жид}) g}{m} \quad (10)$$

Решение уравнения (10) легло в основу создания электромагнитного сепаратора УМС-1М.

Установка для мокрой магнитной сепарации УМС-1М предназначена для удаления металлических включений из суспензии, глазури, шликера и других жидких материалов. Общий вид установки УМС-1М представлен на рисунке 2.

Электромагнитный сепаратор состоит из станины (условно не показана), на которой установлена наклонная магнитная система, содержащая несколько П-образных магнитопроводов 1 с катушками 2, разделенных на две части, установленных на вертикальных частях магнитопровода и включенных согласно, полюсных наконечников 3 и 4, расположенных в одной плоскости и разделенных между собой немагнитными вставками 5, и замыкающей общей нижней плиты 6.

Немагнитные вставки 5 располагаются вдоль оси сепаратора. Полюсные наконечники соседних электромагнитов разделяются между собой немагнитными вставками 7. Рабочие поверхности полюсных наконечников 3 и 4 нижней плиты покрыты листом нержавеющей стали для исключения попадания ржавчины в сепарируемую суспензию. Полюсные наконечники 3 и 4 и нижняя замыкающая плита 6 образуют щелевидный зазор высотой 30



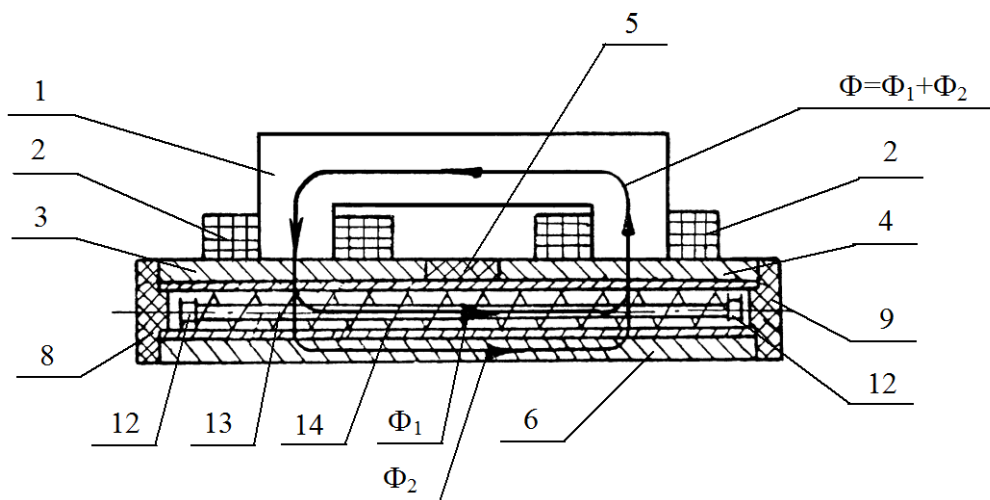


Рис. 2 - Электромагнитный сепаратор УМС-1М

мм закрытый с боков немагнитными стенками 8 и 9. В верхней части плиты, образованной полюсными наконечниками 3 и 4 всех электромагнитов расположено загрузочное устройство 10. Между полюсными наконечниками 3 и 4 и нижней плитой 6 перемещаются две одинаковые бесконечные цепи 12, к которым с равным шагом прикреплены штанги 13 с одетыми на них концентраторами 14 в виде спиралей. Штанги и концентраторы выполнены из магнитомягкого материала.

Цепи 12 одеты на зубчатые барабаны: натяжной 15, приводной 16 и отклоняющий 17. Привод цепи осуществляется от электродвигателя с редуктором (на схеме не показан). Установка снабжена ванной 18 для сбора очищенной суспензии, а также кабиной 19, в которой установлены форсунки 20 и 21 для смыwania водой металлических частиц с концентраторов 14, штанг 13 и цепей 12. Снизу установлен наклонный поддон 22 для отвода стекающей воды с концентраторов. После смыва вода попадает в сборник 23.

Электромагнитный сепаратор работает следующим образом. При подаче постоянного напряжения на катушки зона сепарации пронизывается магнитным потоком  $\Phi_1$ , который проходит от одного полюсного наконечника к нижней замыкающей плите, а затем от этой плиты к другому полюсному наконечнику, как показано на разрезе. При этом часть магнитного потока  $\Phi_2$  проходит от одного полюсного наконечника к другому через концентраторы 14 и штанги 13.

Сепарируемая суспензия через загрузочное устройство 10 подается в зону сепарации и растекается равномерным слоем по всей ширине замкнутого наклонного желоба, образованного полюсными наконечниками 3 и 4, нижней плитой 6, а также боковыми стенками 8 и 9. В зоне сепарации магнитные частицы притягиваются к концентраторам 14 и штангам 13. После окончания процесса сепарации, когда прохождение суспензии через сепаратор прекратилось, включают электродвигатель приводного устройства, который через редуктор приводит в движение цепи 12 со штангами 13 и концентраторами 14. Последние выходят из зоны сепарации и поступают в кабину 19, где притянутые к частицы размагничиваются и смываются водой с помощью форсунок 20 и 21, поступая в специальный сборник 23. Очищенная суспензия сливается в ванну 18.

Для обеспечения равномерной подачи суспензии (регулирования толщины слоя), а также для предотвращения перелива суспензии и попадания ее в канализацию в нижнем полюсном наконечнике 4 предусмотрен сборник 11, выполненный в виде поперечной щели по всей ширине наконечника 4 и расположенный выше загрузочного приспособления 10. Излишки материала в случае его неравномерной подачи сбрасывается через сборник 11.

#### Литература

1. Сумцов В.Ф. Электромагнитные железоотделители. –М.:Машиностроение, 1981. – 212с.

Шамаев С. Ю.<sup>1</sup>, Черноусова А. М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Студент, <sup>2</sup>кандидат технических наук, доцент, Оренбургский государственный университет

#### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СКЛАДА ЗАГОТОВОК ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

##### Аннотация

Целью проведенного исследования является совершенствование процессов проектирования склада заготовок гибкой производственной системы. Осуществлено формализованное описание склада на основе объектно-ориентированных технологий; разработаны алгоритмы моделирования функционирования склада; выполнена программная реализация проектных процедур, использующих компьютерное моделирование.

**Ключевые слова:** гибкая производственная система, склад заготовок, моделирование, программное средство.

Shamaev S. Y.<sup>1</sup>, Chernousova A. M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Student, <sup>2</sup>PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Orenburg State University

#### COMPUTER MODELING OF A WAREHOUSE OF A FLEXIBLE PRODUCTION SYSTEM

##### Abstract

The aim of this study is to improve the design process storage pieces flexible manufacturing system. Implemented a formalized description of storage on the basis of object-oriented technologies developed modeling algorithms functioning warehouse; made software implementation of design procedures using computer simulation.

**Keywords:** flexible manufacturing system, storage pieces, simulation software tool.

В настоящее время одним из путей развития машиностроения является применение гибких производственных систем (ГПС). Гибкие производственные системы – это совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ, роботизированных технологических комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течение заданного времени, обладающая свойством автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатуры в установленных пределах значений их характеристик [1, 2]. С внедрением систем становится осуществимым сочетание высокой производительности с малыми размерами партии изделий и коротким периодом освоения их производства, что является залогом высокой конкурентоспособности предприятия.

При проектировании ГПС на этапах проверки принимаемых решений и, особенно, при проверке технических предложений, применяют компьютерное моделирование.

В данной работе рассматриваются результаты разработки и использования компьютерной модели одного из элементов ГПС – склада заготовок, входящего в состав транспортно-складской подсистемы.

Цель исследования – совершенствование процессов проектирования склада заготовок гибкой производственной системы. Для достижения поставленной цели решены следующие задачи: формализованное описание склада заготовок на основе объектно-ориентированных технологий; разработка алгоритмов моделирования функционирования ГПС; программная реализация проектных процедур, использующих компьютерное моделирование.

Главная функция транспортно-складской подсистемы заключается в бесперебойном снабжении станков заготовками с целью снижения простоев оборудования и своевременным перемещением обработанных заготовок обратно на склад, а также равномерная загрузка транспортных средств. Обеспечение бесперебойных поставок заготовок к станкам обеспечивается алгоритмами управления работой транспортно-складской системой.

Автоматический склад может включать в себя различные сочетания технологических участков: зоны хранения груза, участков приема и выдачи грузов на внутризаводской транспорт, участков укладки деталей или изделий в транспортно-складскую тару, участков приема и выдачи грузов из зоны хранения, участков приема и выдачи грузов на внутрисистемный транспорт гибкого автоматизированного производства.

Математически склад заготовок можно представить в виде матрицы размером  $n \times m$ , где  $n$  – число ячеек по вертикали (число ярусов склада),  $m$  – число ячеек в ярусе (число позиций) (рис. 1). На рисунке приняты следующие обозначения:  $l_3$  – длина склада,  $H_3$  – высота склада,  $N_{я}$  – число ярусов,  $N_{pos}$  – число позиций в ярусе,  $X_1$  – координата  $X$  первой ячейки,  $Y_1$  – координата  $Y$  первой ячейки,  $l_{я}$  – длина ячейки склада,  $h_{я}$  – ширина ячейки склада. Координаты  $X_n$  и  $Y_n$  для  $n$ -ой ячейки определяются по следующим формулам:

$$\begin{aligned} X_n &= X_1 + (n - 1) * l; \\ Y_n &= Y_1 + (n - 1) * h. \end{aligned}$$



Рис. 1 – Склад заготовок

Склад заготовок определяется множеством относительно постоянных и изменяемых характеристик и набором действий. Формализованное описание склада в виде теоретико-множественной модели представим следующим образом

$$C_3 = \{C_t, C_p, C_d\}, \quad (1)$$

где  $C_t$  – тип склада;  $C_p = \{C_p^i; i = 1, \dots, n\}$  – параметры склада,  $n$  – число параметров;  $C_d = \{C_d^i; i = 1, \dots, n\}$  – набор действий, выполняемых складом,  $n$  – число действий.

Системы автоматического управления складами составляют часть общей системы управления ГПС. Основными их функциями являются: автоматизация перемещения грузов на складе; учет наличия, прибытия и отправления грузов; прием и обработка управляющей информации; выдача информации о работе склада; общее управление и планирование работы склада.

Формализованное описание гибкой производственной системы в виде теоретико-множественной модели позволило перейти к современной объектно-ориентированной модели, построенной на основе классов объектов [3]. Класс в языке программирования является абстракцией предмета реального мира, обладающий следующими свойствами:

- предметы имеют одни и те же характеристики; в классе характеристики представлены в виде полей класса;
- все объекты подчинены и согласованы с одним и тем же набором правил и линий поведения; в классе набор правил представлен его методами.

Для выявления атрибутов и методов классов проанализированы характеристики и процессы функционирования склада заготовок. Параметры склада заготовок представим в виде таблицы 1, функции – в таблицы 2. Атрибуты и методы класса «Склад заготовок» показаны на рис. 2.

Разработанная модель склада заготовок использовалась в программном средстве компьютерного моделирования транспортно-складской системы StorageCalculation [4], которое входит как модуль в систему компьютерного моделирования ГПС. Оно позволяет рассчитать

Таблица 1 – Параметры склада заготовок станка

Параметр склада заготовок	Атрибут класса
Емкость склада	FCount
Число ярусов	FFloor
Число позиций в ярусе	FPosition
Длина ячейки склада, м	FCellLength
Ширина ячейки склада, м	FCellWidth
Высота ячейки склада, м	FCellHeight
Длина склада, м	FLength
Ширина склада, м	FWidth
Высота склада, м	FHeight



Таблица 2 – Функции склада заготовок станка

Функция склада заготовок	Метод класса
Расположить заготовки на складе	StorInput
Выдать заготовку ТС	SetZagot
Принять деталь с ТС	GetDetal
Резерв позиции	ReversePos

Склад заготовок
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Емкость</li> <li>- Число ярусов</li> <li>- Число позиций в ярусе</li> <li>- Геометрические параметры склада и ячейки</li> <li>- Координаты</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ввод данных по складу</li> <li>- Сформировать и разместить сменное задание</li> <li>- Выдать заготовку со склада</li> <li>- Резерв пустой позиции склада</li> </ul>

Рис. 2 – Класс «Склад заготовок»

характеристики склада заготовок, в том числе, емкость склада, его геометрические характеристики и геометрические характеристики ячейки склада. Входными данными программного средства являются трудоемкость изготовления изделий, фонд времени и число смен, число станков. Информацию по трудоемкости модуль получает из ведомости заготовок, число станков – из модуля расчета числа станков.

В основу алгоритма, используемого в программном средстве, положен метод итерационного формирования возможных вариантов сменного задания (СЗ), для которого известна номенклатура  $L$  деталиустановок. Для каждой деталиустановки известно время ее изготовления  $t_1, t_2, \dots, t_L$ . Задана также длительность цикла безлюдной работы станка  $F$  и допустимое время его недогрузки  $dF$ . Сочетание заготовок  $N_1, N_2, \dots, N_L$  считается возможным вариантом сменного задания, если выполняется условие

$$(F - dF) \cdot C_n < \sum_{i=1}^L (t_i \cdot N_i) < F \cdot C_n \quad (2)$$

где  $C_n$  – число станков в составе ГПС, шт.;

$t_i$  – оперативное время обработки заготовки по  $i$ -му техпроцессу, мин;

$N_i$  – число заготовок в партии запуска по  $i$ -му техпроцессу, шт.;

$L$  – номенклатура технологических процессов в производственной программе ГПС, шт.;

$F$  – время цикла безлюдной работы ГПС, мин.

Методом итерационного перебора значений из интервалов их допустимых значений выявляются возможные варианты сочетаний заготовок в сменном задании.

Если сформированный набор деталиустановок не удовлетворяет граничным условиям (формула (2)), то он отбрасывается, и формируется новый набор. Если удовлетворяет, то считается возможным вариантом сменного задания, и для него рассчитываются номенклатура и количество деталиустановок, номенклатура и количество требуемых режущих инструментов.

После того, как сформированы все возможные варианты сменного задания, начинается их статистическая обработка. Результатом обработки являются практическая кривая распределения количества деталиустановок в сменном задании и кривая вероятной потребности ДУ на цикл безлюдной работы ГПС, представленные на рис. 3. Число позиций на складе выбирается для размещения 95-97 % всех деталиустановок согласно кривой вероятной потребности. При таком подходе существует 3 – 5 % вероятность риска нехватки позиций на складе.

Недостатком данного метода является низкая производительность. Узкими местами являются два момента:

1) при просчете очередного набора, если он удовлетворяет условиям формулы (2), то для него заново рассчитывается номенклатура и количество деталиустановок, номенклатура и количество требуемых режущих инструментов;

2) сначала формируется таблица вариантов сменного задания, а потом уже происходит ее статистическая обработка.

Повысить производительность, а, как следствие, и точность расчета, можно оптимизацией алгоритма.

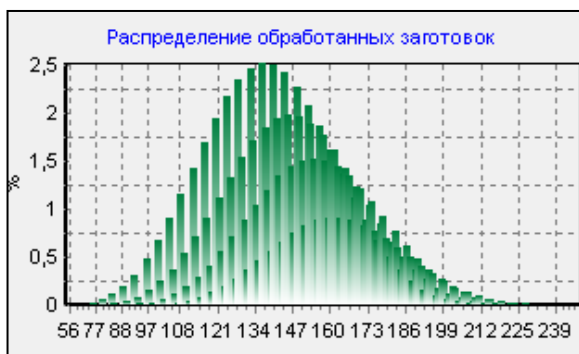


Рис. 3 – Гистограмма (а) и вероятностная кривая (б) распределения числа заготовок в составе сменного задания

Для расчета параметров транспортно-складской системы в программном средстве StorageCalculation необходимо ввести исходные данные. По умолчанию число станков берется из предыдущего расчета, остальные параметры система предложит, как оптимальные в зависимости от текущей номенклатуры изделий (рис. 4). После ввода данных необходимо нажать «Рассчитать» для расчета емкости или ввести емкость склада вручную и нажать «Принять». Если была нажата кнопка «Рассчитать», то после расчета, время которого зависит от номенклатуры изделий, дискретности, числа станков, будут построены таблица и гистограмма распределения и графики зависимости времени выполнения сменного задания от количества деталей-установок или инструмента.

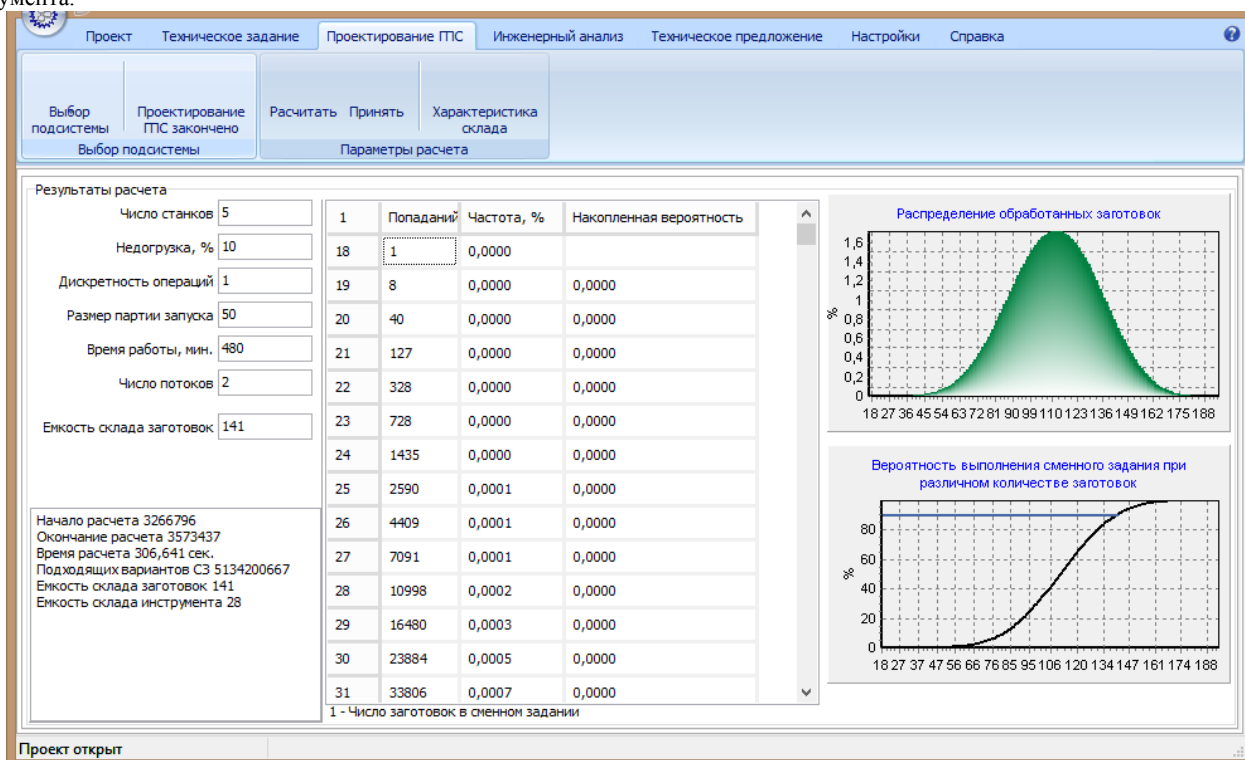


Рис. 4 - Результаты расчета емкости склада заготовок

На основе построенных графиков выполнения сменного задания, программа рассчитает необходимые емкости складов с указанным пользователем процентом недогрузки. Пользователь может сам ввести значение емкости склада в соответствующее поле и нажать «Принять». По введенному значению будут рассчитаны и предложены геометрические параметры складов, число и параметры транспортных средств.

Прикладная программа StorageCalculation, предназначенная для компьютерного моделирования транспортно-складской системы, может использоваться при технологическом проектировании, в научно-исследовательских работах и в учебном процессе.

#### Литература

- ГОСТ 26228-90. Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей : Введ. 1991–01–01. – М. : Госстандарт СССР : Изд-во стандартов, 1990. – 10 с.
- Шишмарев В. Ю. Машиностроительное производство. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2006. – 352 с.
- Шамаев С. Ю., Черноусова А. М. Применение объектно-ориентированных технологий при моделировании высокоавтоматизированных производственных систем // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. – № 4 (2). – С. 777 – 782.
- Свидетельство № 2013612020 Российская Федерация. Программа проектирования складской системы StorageCalculation: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / С. Ю. Шамаев, А. М. Черноусова, А. И. Сердюк; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – № 2012661219; заявл. 18.12.2012; зарегистр. 12.02.2013. – 1 с.

Сорокина В.С.<sup>1</sup>, Черноусова А.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Студент, <sup>2</sup>Кандидат технических наук, доцент, Оренбургский государственный университет

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ И ХОЛОДНЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ ЗДАНИЯ

#### Аннотация

В статье рассматриваются вопросы применения функционального моделирования при проектировании системы управления теплоснабжением и холодным водоснабжением здания. Целью исследования является выявление автоматизируемых



функций, информационных потоков, документооборота проектируемой системы. Полученные результаты применимы на этапе определения требований к системе.

**Ключевые слова:** управление, параметр, учет, функциональное моделирование.

**Sorokina V.S.<sup>1</sup>, Chernousova A.M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Student, <sup>2</sup>PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Orenburg State University

## **SIMULATION OF MANAGEMENT SYSTEMS HEATING AND COLD WATER BUILDINGS**

### **Abstract**

*The article examines the application of functional simulation of management systems heating and cold water buildings. The purpose of this study is to identify automated functions, information flows, workflow designed system. The results obtained in the determining step are applicable system requirements.*

**Keywords:** management, option, accounting, functional simulation.

Системы теплоснабжения и водоснабжения являются крупнейшим потребителем топливно-энергетических и водных ресурсов. От нормального функционирования этих систем зависят условия теплового комфорта в отапливаемых зданиях, самочувствие людей, производительность труда. Таким образом, проблема повышения качества, надежности, экономичности теплоснабжения и водоснабжения имеет государственное значение [1]. Внедрение систем управления технологическими процессами в практику централизованного теплоснабжения и водоснабжения позволяет резко повысить технический уровень эксплуатации этих систем и обеспечить значительную экономию топлива и водных ресурсов.

При создании информационно-управляющих систем на ранних этапах процесса создания, который в системном анализе называют «жизненным циклом системы», используется функциональное моделирование. В статье рассматриваются вопросы применения функционального моделирования при проектировании системы управления теплоснабжением и холодным водоснабжением здания.

Наиболее распространенной методологией для функционального моделирования является методология SADT, которая представляет собой совокупность методов, правил и процедур. Модель SADT описывает систему и ее среду до определения требований к критериям управления, структуре системы управления, программному обеспечению и к другим элементам системы. В работе использована основанная на методологии SADT методология IDEF0 – нотация графического моделирования, используемая для создания функциональной модели, отображающей структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, связывающие эти функции [2, 3].

Каждая модель должна иметь контекстную диаграмму – диаграмму наиболее абстрактного уровня описания системы в целом, содержащую определение субъекта моделирования, цель (конкретное назначение разрабатываемой модели, отражающее полное, точное и адекватное описание системы) и точку зрения на модель (позицию, с которой наблюдается система и создается ее модель). Контекстная диаграмма процесса управления теплоснабжением и холодным водоснабжением здания представлена на рисунке 1. Цель модели: определить каким образом обеспечивается управление теплоснабжением и холодным водоснабжением здания, понять информационные потоки и формируемый документооборот. Точка зрения: с позиции проектировщика, который разрабатывает проектную документацию для создания системы управления индивидуальным тепловым пунктом.



Рис. 1 – Контекстная диаграмма верхнего уровня

После описания системы в целом осуществляется функциональная декомпозиция, то есть разбиение модели на более мелкие элементы, необходимые для более детального и углубленного рассмотрения бизнес-процессов. Осуществим дальнейшую декомпозицию контекстной диаграммы «Управлять теплоснабжением и холодным водоснабжением здания». На рисунке 2 приведена функциональная декомпозиция первого уровня. Функциональная декомпозиция второго уровня приведена на рисунке 3 для блока «Обеспечить оперативное управление», на рисунке 4 – для блока «Учесть тепловую энергию».

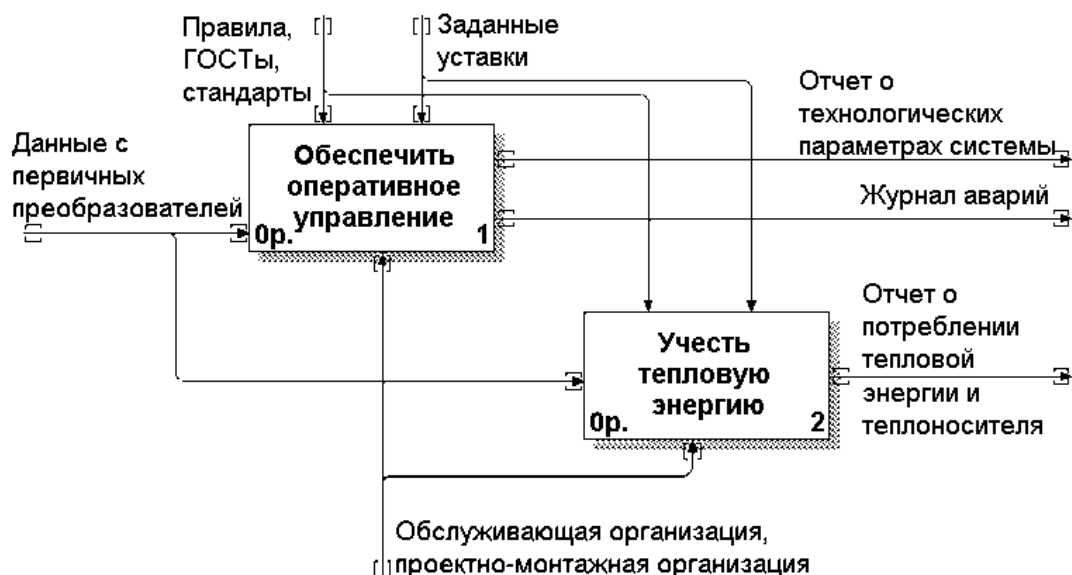


Рис. 2 – Функциональная декомпозиция первого уровня

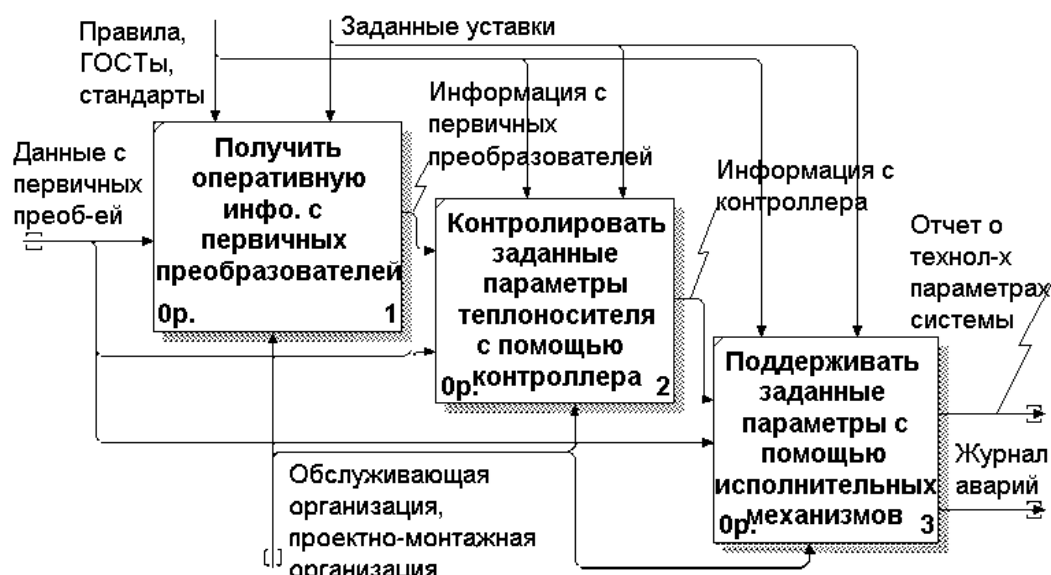


Рис. 3 – Функциональная декомпозиция блока «Обеспечить оперативное управление»

Таким образом, разработанные модели отражают функциональную структуру системы управления, производимые действия и связи между этими действиями. Результаты исследования планируется использовать при формировании технического предложения на создание автоматизированной системы управления теплоснабжением и холодным водоснабжением здания.

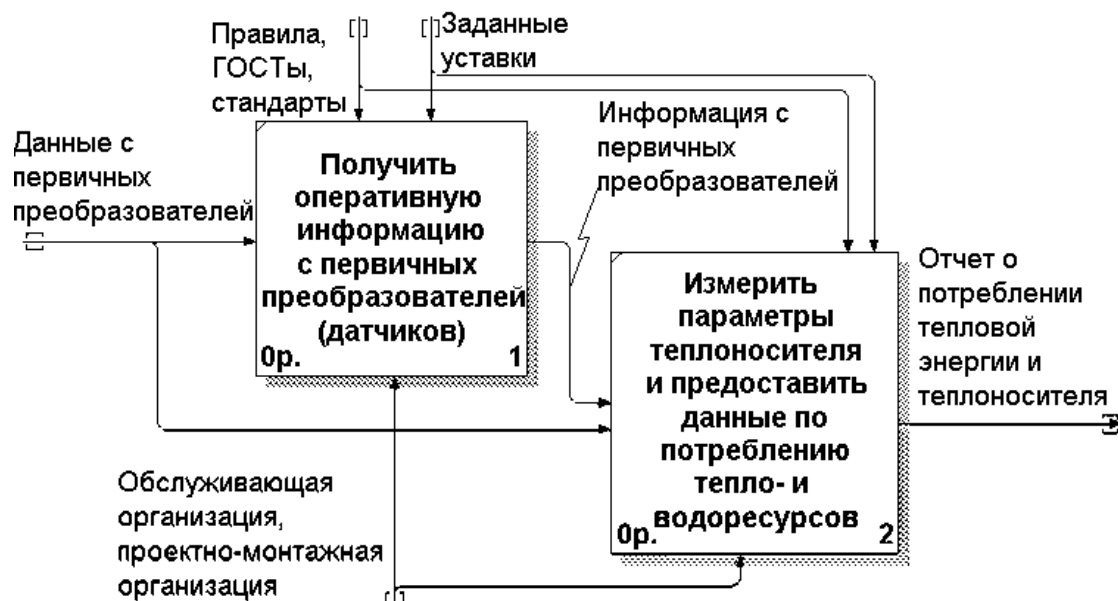


Рис. 4 – Функциональная декомпозиция блока «Учесть тепловую энергию»

#### Литература

1. Чистович С. А. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления. – СПб: Стройиздат, 1987. – 248 с.

2. РД IDEF0-2000. Методология функционального моделирования IDEF0. Руководящий документ. – М.: Госстандарт России, 2000. – 75 с.

3. Р 50.1.028-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. Руководящий документ. – М.: Госстандарт России, 2001. – 72 с.

Богданова М.В.<sup>1</sup>, Марочкин С.И.<sup>2</sup>, Чулюков В.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, доцент; <sup>2</sup>аспирант; <sup>3</sup>кандидат физико-математических наук, доцент, Воронежский государственный педагогический университет

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ ТЕРМОУПРУГОСТИ ТОНКОЙ ПЛАСТИНЫ

*Аннотация*

В работе сформулирована математическая модель задачи о деформации пластины, боковые стенки которой подвергаются тепловому воздействию.

**Ключевые слова:** моделирование, термоупругость.

Bogdanova M.V.<sup>1</sup>, Marochkin S.I.<sup>2</sup>, Chuljukov V.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>PhD in Technical sciences, associate professor; <sup>2</sup>postgraduate student; <sup>3</sup>PhD in Physics and mathematics, associate professor, Voronezh State Pedagogical University

# MATHEMATICAL MODELING OF PROBLEM THERMOELASTICITY OF A THIN PLATE

*Abstract*

In work is formulated the mathematical model of a task about deformation the plate which lateral walls are exposed to thermal influence.

**Keywords:** modeling, thermoelasticity.

Положим, что внутри области с прямоугольным поперечным сечением расположена тонкая пластина, концы которой в течение всего времени эксперимента остаются неподвижными (рис. 1). Выберем декартову систему координат так, чтобы плоскость  $z = 0$  была серединной.

Рассмотрим малые прогибы пластины, ограниченной стенками параллелепипеда. В течение времени  $t$  боковые стенки области испытывают тепловое воздействие, прямо пропорциональное времени  $t$ . В начальный момент времени пластина неподвижна. Температурное поле внутри области известно. Верхняя и нижняя стенки области теплоизолированы. Требуется рассчитать смещение пластины от положения равновесия в результате теплового воздействия.

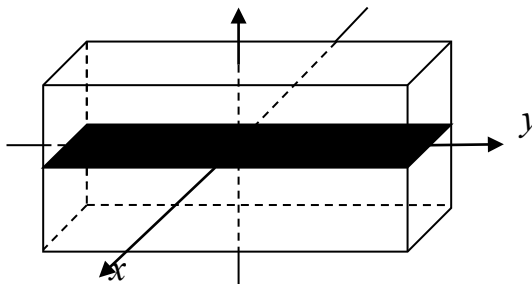


Рис.1 – Модель рассматриваемой установки

В качестве основного уравнения для стационарных прогибов пластины постоянной толщины выступает уравнение Софи Жермен [1, 2]:

$$\rho h \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} = -D \Delta \Delta W - \Delta M_T + q \quad (1)$$

где  $D$  – цилиндрическая жесткость,  $q$  – нагрузка на единицу площади пластины, а  $M_T$  – изгибающий момент, обусловленный температурными воздействиями.

Цилиндрическая жесткость пластины, отражающая упругие и геометрические характеристики пластины, определяется по

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}, \text{ где } E = 1/\alpha$$

следующей формуле:

Для  $M_T$  имеем следующее представление:

$$M_T = 2\mu\alpha \int_{-h/2}^{h/2} T(x, y, z) z dz \quad (2)$$

$$\mu = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

где  $\alpha$  – коэффициент линейного расширения,  $\mu$  – постоянная Ламе. При этом температурное поле определяется из решения соответствующего уравнения теплопроводности:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \quad (3)$$

где  $a$  – коэффициент температуропроводности.

Температурное поле в начальный момент времени равно нулю:

$$T(x, y, z) = 0 \quad (4)$$

Температурные поля на границах области прямо пропорциональны времени  $t$ :

$$T(0, y, z, t) = T(a, y, z, t) = T(x, 0, z, t) = T(x, b, z, t) = t \quad (5)$$

Верхняя и нижняя стенки области теплоизолированы:

$$\frac{\partial T\left(x, y, -\frac{h}{2}, t\right)}{\partial z} = -\frac{\partial T\left(x, y, \frac{h}{2}, t\right)}{\partial z} = 0 \quad (6)$$

В начальный момент времени смещение и скорость смещения пластины равны нулю:

$$W(x, y, 0) = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial W(x, y, 0)}{\partial t} = 0 \quad (8)$$

На внешней границе  $\Gamma$  пластины имеют место следующие условия жесткого закрепления:

$$\left. \frac{\partial W(x, y, t)}{\partial n} \right|_{(x, y) \in \Gamma} = W(x, y, t) \Big|_{(x, y) \in \Gamma} = 0 \quad (9)$$

Таким образом, система уравнений (1) – (9) есть математическая формулировка поставленной задачи и представляет собой математическую модель исследуемого процесса.

#### Литература

1. Germain S. Recherches sur la theorie des surfaces elastiques. – Paris: 1821. – 96 p.
2. Germain S. Remarques sur la nature, les bornes et l'etendue de la question des surfaces elastiques, et equation generale des cer surfaces. – Paris: 1826. – 21 p.

Новиков А.В.<sup>1</sup>, Крыжановский О.В.<sup>2</sup>, Чулюков В.А.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Аспирант; <sup>3</sup>кандидат физико-математических наук, доцент, Воронежский государственный педагогический университет  
**ВОЗМОЖНОСТИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

#### Аннотация

*В работе рассматриваются возможности логистического анализа (классификация используемых ресурсов по ряду параметров для повышения точности планирования, организация контроля, регулирования и сокращения логистических издержек), которые могут стать основой построения модели предприятия для оптимизации его функционирования.*

**Ключевые слова:** логистика, логистический анализ, модель.

Novikov A.V.<sup>1</sup>, Kryzhanovskij O.V.<sup>2</sup>, Chuljukov V.A.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Postgraduate student; <sup>3</sup>PhD in Physics and mathematics, associate professor, Voronezh State Pedagogical University

#### POSSIBILITY OF LOGISTICS ANALYSIS FOR BUILDING OF ENTERPRISE MODEL

#### Abstract

*The paper discusses the possibility of logistic analysis (classification of resources used by a number of parameters for accurate planning, organization, control, regulation and reduction of logistics costs) which may become the basis for building enterprise model to optimize its operation.*

**Keywords:** logistics, logistic analysis, model.

Рассмотрим некоторые из методов логистического анализа предприятия.

Метод ABC-анализа основан на принципе Парето - 20 % всех товаров дают 80 % оборота [1]. Объектом анализа могут служить как материальные ресурсы снабжения и производства, так и готовая продукция в процессе дистрибуции.

Опишем алгоритм ABC-анализа [2].

1. Выбор объекта анализа (товар, товарная группа, поставщик, заказ и т.д.);
2. Выбор параметра объекта, по которому будет проводиться анализ (средний или текущий товарный запас в рублях или штуках, объем продаж за период, доходность товара, количество заказов клиентов и т.п.);
3. Сортировка объектов в порядке убывания значения параметра;
4. Расчет доли параметра от общей суммы параметров выбранных объектов;
5. Расчет этой доли с накопительным итогом;
6. Классификация групп объектов.

Например, анализируя выдачу со склада сырья и материальных ресурсов (за конкретный период времени), необходимых для производства определенного вида продукции, объектом анализа выступают материальные ресурсы, в качестве анализируемого параметра уместно принять стоимость ресурсов, израсходованных за весь наблюдаемый промежуток времени на производство готовой продукции. Для каждого наименования ресурсов проводится подсчет стоимости за период времени, а так же доли от общей суммы. Выполняется сортировка объектов по используемому параметру (по убыванию). По результатам сортировки ресурсы делятся на три группы: А, В и С.

Категория «А» включает виды материалов с большой долей использования в стоимостном выражении. Эти материалы требуют детального контроля за расходом и закупками, точного и постоянного учета наличия на складе.

К обычно большей по количеству наименований группе «В» относятся материалы со средним значением использования в производстве. В этом случае требуется обычный подход в учете и планировании.

Категория «С» составлена из большого числа наименее ходовых материалов, которые обычно взаимозаменяемы и легко доступны. Для них применимы упрощенные методы планирования, учета и контроля.

Используя метод ABC-анализа можно получить много дополнительной информации, проводя анализ по различным параметрам одного объекта и комбинируя эти параметры. В приведенном примере значимость ресурсов определяется стоимостью, однако можно применить и другие параметры для анализа. Например, возможно проанализировать среднее время закупки каждого материала, расходы на хранение и частоту использования в производственном цикле. Возможна, например,

ситуация, когда ресурс, несмотря на его высокое использование, будет выгоднее закупать по необходимости, а на складе хранить лишь минимальный запас [3].

Метод ABC-анализа применим для детерминированных систем. Если же потребность в материале носит вероятностный (стохастический) характер, тогда находит применение метод XYZ-анализа, который позволяет произвести классификацию тех же ресурсов в зависимости от характера их потребления и точности прогнозирования изменения их потребности [1].

Группирование объектов в данном методе происходит по равномерности их ухода со склада, для чего используется коэффициент вариации. Для вычисления коэффициента вариации используется следующая формула:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}},$$

где  $\sigma$  - среднее квадратичное отклонение,  $\bar{x}$  – среднеарифметическое значение измеряемых значений ресурса.

Приведем алгоритм XYZ-анализа [4].

1. Выбор объекта анализа (товар, товарная группа, поставщик, заказ и т.д.);
2. Выбор параметра объекта, по которому будет проводиться анализ (средний или текущий товарный запас в рублях или штуках, объем продаж за период, доходность товара, количество заказов клиентов и т.п.);
3. Выбор анализируемого периода;
4. Расчет среднего квадратичного отклонения и среднего значения для каждого объекта;
5. Расчет коэффициента вариации;
6. Классификация групп объектов.

Здесь ABC-анализ расширяется за счет данных расхода каждого объекта по периодам и результатов расчета среднего значения и коэффициента вариации. Исходя из значения коэффициента, происходит разделение на группы. В группу X попадают материальные ресурсы с наиболее низким коэффициентом вариации, группа Y - товары со средним коэффициентом вариации, в группу Z – с высоким коэффициентом вариации.

Группа X – потребление ресурсов регулярно, его возможно достаточно точно прогнозировать. Данная ситуация является относительно простой для планирования закупок.

Группа Y – наблюдаются колебания потребления ресурсов и имеются средние возможности для прогноза. В такой ситуации на этапе закупок материальных ресурсов может стоять вопрос смены как самих приобретаемых ресурсов, так и поставщиков.

Группа Z – потребление ресурсов нерегулярно, какие-либо тенденции отсутствуют, точность прогнозирования невысокая.

Для более точного контроля и планирования расхода материальных ресурсов продуктивно совмещать ABC-анализ и XYZ-анализ. В этом случае сначала выполняется анализ методом ABC, затем методом XYZ по одинаковым параметрам [5]. После анализа получается 9 групп ресурсов: AX, AY, AZ, BX, BY, BZ, CX, CY, CZ.

Материальные ресурсы групп AX и BX отличаются высоким и стабильным уровнем оборота. Закупки и расход подобных ресурсов легко прогнозировать, возможно вести долгосрочное планирование, но при этом использовать упрощенные методы учета и контроля, снижая логистические издержки. Необходимость формирования страхового запаса возникает во время проведения конкурса и согласования сделки, т.к. этот процесс может затягиваться, повышается вероятность образования дефицита.

Для ресурсов группы AY, BY с высокой долей потребления и средней возможностью прогноза возникает необходимость увеличения страхового запаса. Главными критериями конкурса на поставку материальных ресурсов групп AX, AY, BX, BY являются цена и качество. Материалы из категорий AZ и BZ отличаются высоким уровнем оборота и низкой прогнозируемостью. Создания страхового запаса явно не достаточно. В этой ситуации необходимо вести максимально точный учет и осуществлять строгий и постоянный контроль за закупками. Логистические издержки значительно увеличиваются. Основным требованием к поставщику становится надежность поставок и возможность закупок по требованию. К группе C относятся неключевые ресурсы (большая часть всех ресурсов) не требующие постоянного контроля. Здесь возможны различные упрощения с целью снижения затрат на хранение, доставку, обработку и т.д. Для CX – снизить до минимума страховочный запас, CY – формировать «плавающий» страховочный запас по остаточному принципу, CZ – ресурсы, необходимость в которых возникает спонтанно, решение выбирается индивидуально. Как отмечалось выше, конкурсный отбор проводить не обязательно, что уже будет способствовать снижению издержек.

Таким образом, логистический анализ работы предприятия может обеспечить оптимальное управление запасами ресурсов, что является одним из ключевых вопросов моделирования оптимальной работы всего предприятия.

#### Литература

1. Григорьев М.Н., Долгов А.П., Уваров С.А. Управление запасами в логистике: методы, модели, информационные технологии. – СПб.: «Бизнес-пресса», 2006. – 368 с.
2. Бодряков Р. ABC - анализ для повышения эффективности работы склада // Складские операции. – 2005. – №2. – С.36-39.
3. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами / Джон Шрайбфедер ; Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 304 с.
4. Бодряков Р. ABC и XYZ: составление и анализ итоговой матрицы // Логистик & система. – 2005. - № 2.
5. Бодряков Р.Е. ABC и XYZ: составление и анализ итоговой матрицы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.loglink.ru/massmedia/analytics/record/?id=275/> (дата обращения 08.09.13)
6. Donath B. The IOMA handbook of logistics and inventory management. – N.Y.: John Wiley & Sons, inc., 2002. – 1056 p.

Диденко Д.А.<sup>1</sup>, Чулюков В.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Аспирант; <sup>2</sup>кандидат физико-математических наук, доцент, Воронежский государственный педагогический университет

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВУЗОМ

*Аннотация*

*В работе рассмотрены задачи информационных систем организационного управления по моделированию и автоматизации функций управленческого персонала.*

**Ключевые слова:** моделирование, управление, автоматизация.

Didenko D.A.<sup>1</sup>, Chuljukov V.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Postgraduate student; <sup>2</sup>PhD in Physics and mathematics, associate professor, Voronezh State Pedagogical University

#### MODELING IN THE TASKS OF ORGANIZATIONAL MANAGEMENT OF THE UNIVERSITY

*Abstract*

*The paper discusses the tasks of information systems organizational management for modeling and automation features of managerial personnel.*

**Keywords:** modeling, management, automation.

Структуру информационной системы организационного управления (ИСОУ) можно представить интегрированной системой моделей ее подсистем, функциональный признак которых может использоваться для классификации этих компонентов. Функциональный признак увязывается с видом ресурсов, обрабатываемых в подсистеме. Типовыми видами ресурсов и функциональной деятельности являются:

1. кадры – трудовые ресурсы (управление персоналом);
2. финансы – финансовые ресурсы (финансовая деятельность);
3. материальная база – материальные ресурсы (хозяйственная деятельность);
4. документооборот – информационные ресурсы (информационная деятельность).

К четырем перечисленным подсистемам ИСОУ обычно добавляют пятую – «Координирование», которая должна являться системообразующим, интегрирующим компонентом всей ИСОУ в любой предметной области. Координированием в организационной системе считают процесс, связанный с организаторской деятельностью, направленной на управление функциональными ресурсами.

Существующие информационные и функциональные модели ИС в большинстве случаев оказываются не совместимыми из-за специфических особенностей различных предметных областей и даже отдельных организаций в рамках одной и той же предметной области. Например, небезосновательно существует мнение, что двух одинаковых вузов просто нет. Более того, различные организации и даже ведомства целиком имеют разные потенциальные возможности для реализации информатизации организационного управления. Особенно остро это ощущается в образовательных системах. Поэтому остается актуальной проблема системного анализа специфики функционирования организаций различных предметных областей с целью формирования специфических принципов и закономерностей проектирования и реализации, моделей и алгоритмов ИС специализированного назначения.

С другой стороны, наиболее общие принципы и закономерности обязательно действуют и при решении специализированных задач.

Таким образом, методология разработки ИСОУ должна базироваться как на общих, так и на специфических принципах моделирования, которые отражают особенности предметной области. Системообразующим компонентом ИСОУ будем считать модель подсистемы «Координирование», связанную с организаторской деятельностью и направленную на управление функциональными ресурсами.

По отношению к целям управления [1] рассматриваются модели СОУ, в которых управление ориентировано на результат (СОУР). В таких моделях множество функций формируется для получения вполне определенных результатов, отражающих уровень достижения целей функционирования организации. При этом рациональными считают модели управления, которые оптимально с точки зрения лица, принимающего решение сочетают в себе ориентацию на достижение операционально заданного результата с ориентацией на процесс, ведущий к достижению этого спрогнозированного результата, а, следовательно, и цели [2]. Другой класс моделей СОУ – системы с процессорным или функциональным управлением (СОУП). В таких моделях целью управления становится непереносное выполнение определенного набора процессуальных мероприятий. Считается, что управление, ориентированное на процесс, обслуживает управление, ориентированное на результат, и его технологии являются инструментарием управления по результатам.

В рамках СОУР наибольшее распространение получили модели целевого управления, которые делятся на: программно-целевые, инициативно-целевые, регламентные [3]. Наиболее эффективна в линейно-функциональных организационных структурах модель регламентного управления, которая предусматривает разработку руководителем конечной цели, методов ее достижения, используемых средств с учетом ограничений и лишь ориентировочного времени выполнения задания. Предполагается жесткий контроль положительной динамики процесса выполнения задания и гарантирует достижение цели.

С целью моделирования технологий управления по процессу рассмотрим классификацию СОУ по механизмам управления.

Из самых известных моделей управления, адекватно отражающих подходы к организационному управлению [1], представляет особый интерес операциональный подход, как наиболее обобщенный и практико-ориентированный. При этом системное моделирование организационного управления рассматривается как операциональный процесс, разделяющийся на составные части путем анализа управленческих функций. Более того известно, что методологической основой операционального подхода является ситуационный анализ. Ситуационное моделирование увязывается с системным анализом целей, задач и особенностей функционирования в конкретных ситуациях исследуемого объекта и использует методологию ситуационного анализа и метод ситуационного управления.

Наиболее распространенной моделью организационных структур (а, следовательно, и структур организационного управления) являются многоуровневые иерархические организации [4]. Это справедливо и в такой предметной области, как образовательные системы. Обязательными составляющими такой модели являются административно-управленческий персонал (администрация), основные подразделения (деканаты, кафедры и т.д.), вспомогательный персонал (обеспечивающие подразделения), образующие в целом линейно-функциональную иерархию.

Таким образом, в целях разработки ИСОУ систем специализированного назначения (например, образовательных систем) представляет научный интерес использование методологии ситуационного моделирования на основе операционального подхода к проблемам организационного управления. Сущностью ситуационного моделирования в рамках централизованных иерархических систем специализированного назначения считают необходимость выделения функций управления, их анализа, формулировки принципов, методов и алгоритмов моделирования ситуаций, требующих организационного управления [5]. Особенно это важно в условиях нечеткого фиксирования полномочий субъектов управления, что обусловлено размытой централизацией специализированных структур типа образовательных систем.

#### Литература

1. Кунц Г. Управление: Системный и ситуационный анализ управленческих функций / Г.Кунц, С.О'Доннел / Пер. с англ. Под общей ред. Д.М.Гвишиани. – М.: Прогресс, 1981. – 491с.
2. Управление качеством образования: Практикоориентированная монография и методическое пособие / Под ред. М.М.Поташника. – М.: Педагогическое общество России, 2000. – 448с.
3. Смирнов Э.А. Разработка управленческих решений: Учебник для ВУЗов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 271с.
4. Бурков В.Н. Модели и методы управления организационными системами. / В.Н.Бурков, В.А.Ириков. – М.: Наука, 1994. – 270 с.
5. Дидрих В.Е. Моделирование информационных систем организационного управления. – М.: ИПРЖР, 2002. – 178 с.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРИГИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА

Аннотация

В данной статье экспериментально исследованы статические характеристики оригинальной части шестикордиантного манипулятора (ОЧШМ), установлены её значения на примере макета при нагрузке  $P=0 \dots 2000 \text{ Н}$ .

**Ключевые слова:** макет оригинальной части манипулятора, жесткость несущей системы, динамометр, коэффициент жесткости.

Shamutdinov A.H.

Candidate of Technical Sciences, Omsk Tank-Automotive Engineering Institute

## EXPERIMENTAL STUDY OF THE STATIC CHARACTERISTICS THE ORIGINAL PART MANIPULATOR WITH SIX-DEGREE OF FREEDOM

Abstract

In this paper, experimental study of the static characteristics of the original part of manipulator with six-degree of freedom, its value determined by the example of the layout when the load in the range  $P = 0 \dots 2000 \text{ Н}$

**Keywords:** original layout of the manipulator, the stiffness of the support system, the dynamometer, stiffness.

Жесткость несущей системы рассматриваемого технологического оборудования [1, 2, 3] зависит от геометрических параметров, от положения подвижной платформы в рабочем пространстве [4, 5].

Схема макета оригинальной части исследуемого манипулятора представлена на рис. 1, а схема стенда нагружения и измерения упругих перемещений в направлении оси  $z$  на рис. 2. Нагружение производилось образцовым динамометром ДОСМ-3-0,2 с диапазоном нагрузок 0-2000 Н в плоскости YOZ в направлении оси Z (рис. 1). Увеличение нагрузки происходило ступенчато в интервале от 0 до 2000 Н, с последующей ступенчатой разгрузкой. Цикл нагружения - разгрузки осуществлялся по три раза в каждом направлении при различных положениях подвижной платформы. Измерения производились в каждом из положений (I – min длина стержней и II – max длина стержней) в двух точках (плоскость XOY) рабочего стола (рис. 1, 2). Это позволило получить полную картину перемещений подвижной платформы под нагрузкой. Измерение упругих перемещений осуществлялось с точностью до 0,01 мм. Значения силы и соответствующие перемещения, полученные при испытаниях, представлены графически (рис. 3, 4): для точки 1 графики а) и для точки 2 – графики б).

Позиции на рис. 1: 1 – Поворотный стол; 2 – Левый стержень (двигатель поступательного перемещения); 3 – Правый стержень (двигатель поступательного перемещения); 4 – Наклонная платформа; 5 – Опорно-поворотное устройство; 6 – Верхний стержень (двигатель поступательного перемещения); 7 – Стойки; 8 – Рабочий стол; 9 – ось вращения манипулятора.

Позиции на рис. 2: 1 – ОЧШМ; 2 – Стойка с индикатором; 3 – Динамометр с индикатором; 4 – Домкрат (I – гидравлический, II – винтовой).

Анализируя графики на рис. 4-5, определяем максимальные значения упругих перемещений рабочего стола ОЧШМ под воздействием сжимающей (растягивающей) силы  $P = 0 \dots 2000 \text{ Н}$ : а) сжатие,  $\Delta_{\max}=0,47 \text{ мм}$ , растяжение,  $\Delta_{\max}=0,45 \text{ мм}$ ; б) растяжение,  $\Delta_{\max}=0,525 \text{ мм}$ ,  $\Delta_{\max}=0,48 \text{ мм}$ .

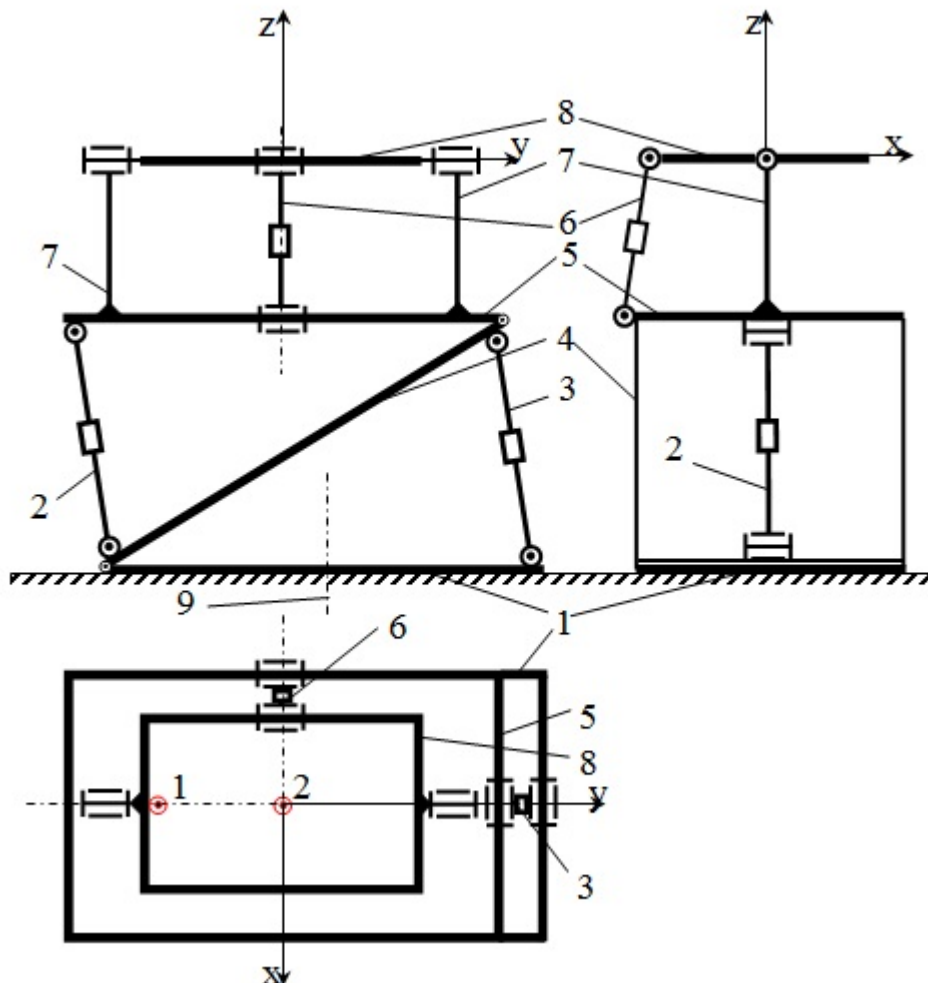


Рис. 1. Схема макета оригинальной части исследуемого манипулятора

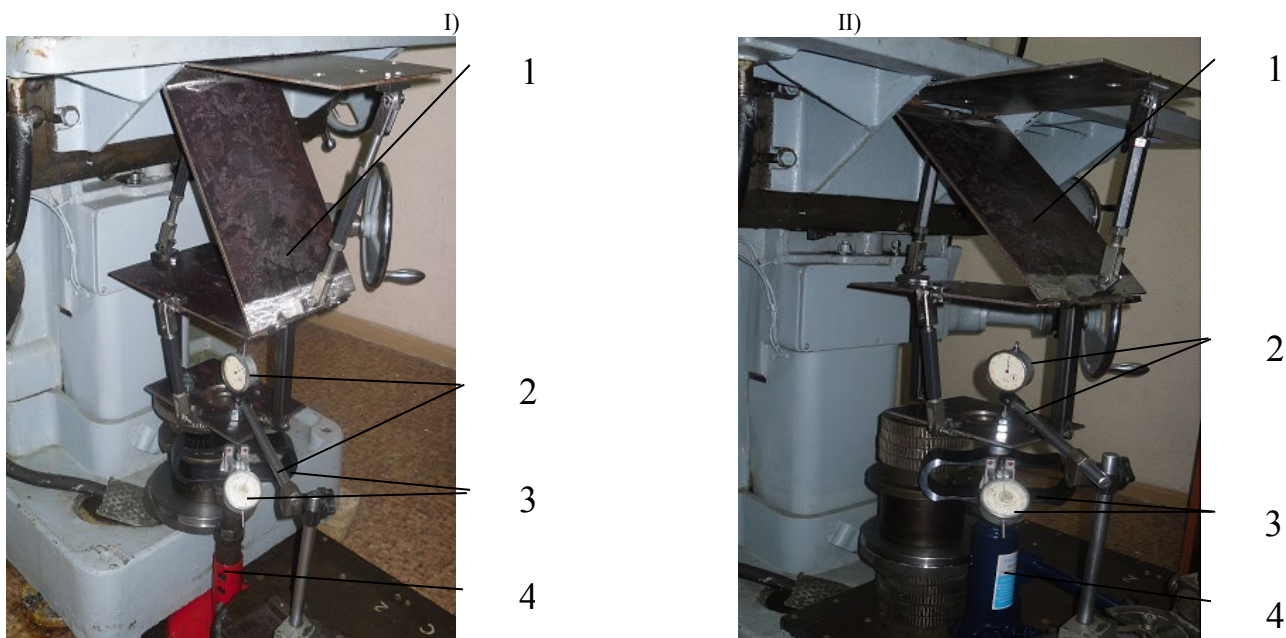


Рис. 2. Общий вид стенда для снятия статических характеристик:  
I) при минимальной длине стержней, II) при максимальной длине стержней  
а)

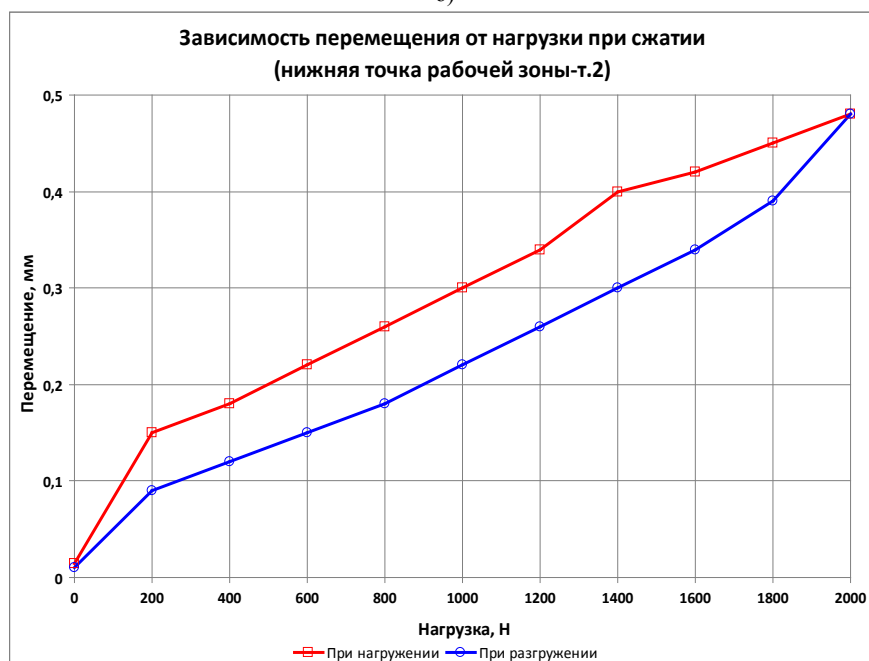
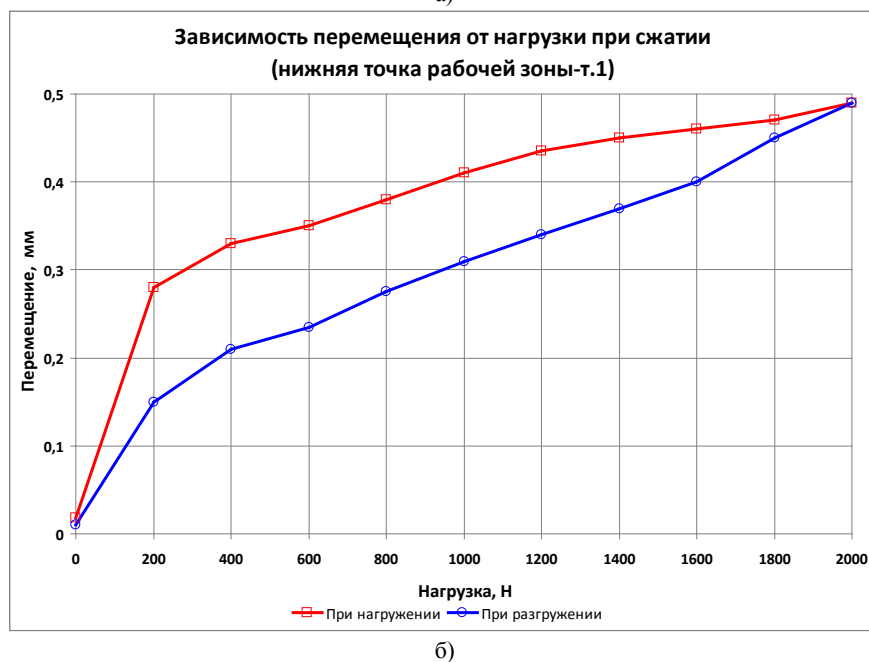


Рис. 3. Зависимости перемещения подвижной платформы от нагрузки при минимальной длине стержней ОЧШМ



Зная величину смещения  $\Delta_{\max}$  под действием силы  $P = 2000$  Н найдем значения коэффициентов жесткости для ОЧШМ:

$$c_{\min} = \frac{P}{\Delta_{\max}} = \frac{2000}{0,525 \cdot 10^{-3}} = 3,81 \cdot 10^6 \frac{H}{M}, \quad c_{\max} = \frac{P}{\Delta_{\max}} = \frac{2000}{0,47 \cdot 10^{-3}} = 4,25 \cdot 10^6 \frac{H}{M} \quad \text{— при}$$

сжатии;

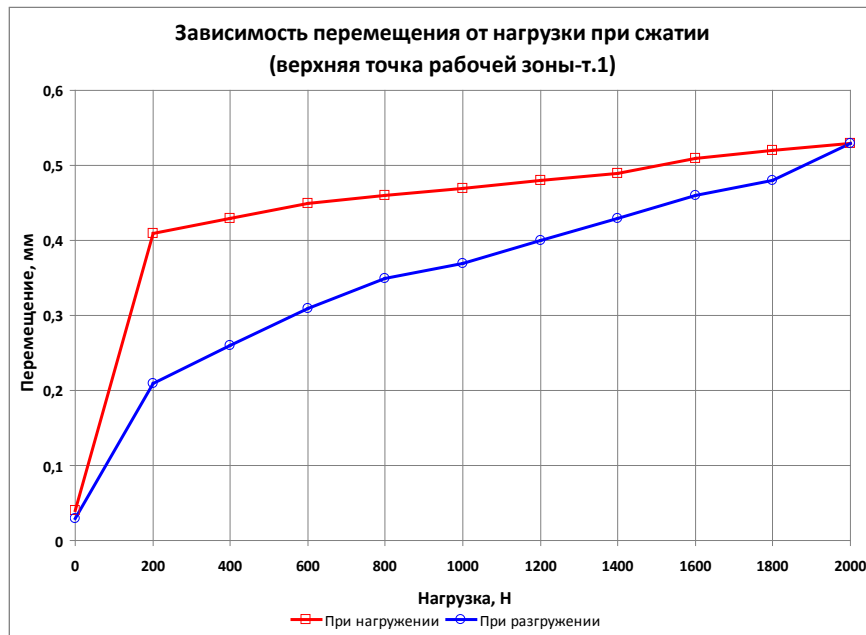
$$c_{\min} = \frac{P}{\Delta_{\max}} = \frac{2000}{0,48 \cdot 10^{-3}} = 4,16 \cdot 10^6 \frac{H}{M}, \quad c_{\max} = \frac{P}{\Delta_{\max}} = \frac{2000}{0,45 \cdot 10^{-3}} = 4,44 \cdot 10^6 \frac{H}{M} \quad \text{— при}$$

растяжении.

Средние значения жесткости будут:

$$c_{\min} = 3,98 \cdot 10^6 \frac{H}{M}, \quad c_{\max} = 4,34 \cdot 10^6 \frac{H}{M}$$

а)



б)

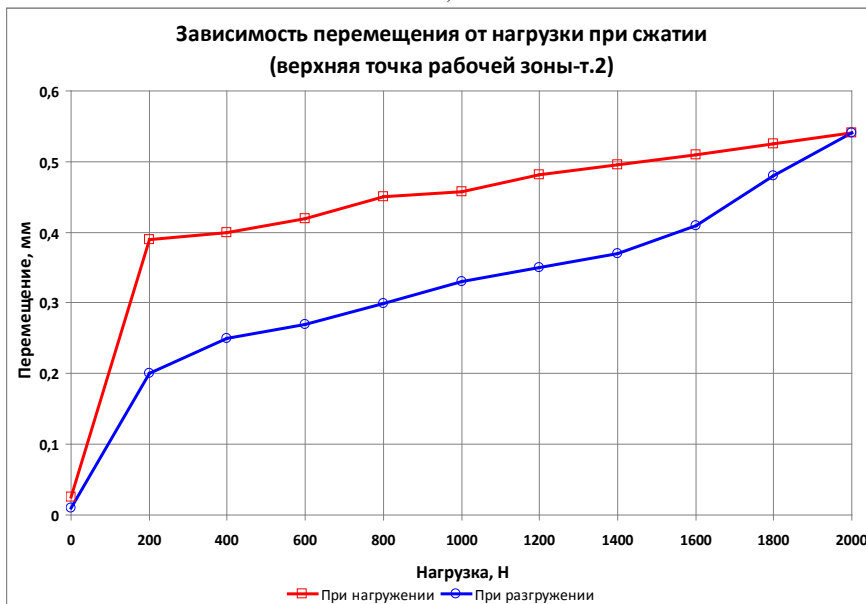


Рис. 4. Зависимости перемещения подвижной платформы от нагрузки при максимальной длине стержней ОЧШМ

ВЫВОДЫ:

1. Экспериментально установлено – жесткость ОЧШМ имеет наибольшее значение при минимальной высоте манипулятора, в вертикальной плоскости, что не противоречит положениям теории упругости;

2. Опорно-поворотное устройство ОЧШМ имеет жесткость сравнимую с жесткостью рабочего стола, что объясняется тем, что жесткость ОЧШМ составляет совокупность трех элементов: опорно-поворотное устройство, наклонная платформа и поворотный стол;

$$c_{\min} = 3,98 \cdot 10^6 \frac{H}{M}, \quad c_{\max} = 4,34 \cdot 10^6 \frac{H}{M}$$

3. Установлены средние значения жесткости макета манипулятора: что позволяет применить эксплуатационные возможности оборудования в конкретных условиях.

## Литература

1. Пат. ПМ №120599 РФ, МПК В25J1/00. Пространственный механизм. / П.Д. Балакин, А.Х. Шамутдинов – №2011153160/02; Заявлено 26.02.2011; Опубл. 27.09.2012, Бюл. №27. – 2 с.: ил.
2. Балакин П.Д., Шамутдинов А.Х. Схемное решение механизма шестикординатного манипулятора // Международный научно-технический журнал ISSN 2303-9869. – Екатеринбург, ООО «Имплекс». – 2013. – Ч.1 №6(13) – С.97-99.
3. Балакин П.Д., Шамутдинов А.Х. Исследование жесткости механизма шестикординатного манипулятора // Международный научно-технический журнал ISSN 2303-9869. – Екатеринбург, ООО «Имплекс». – 2013. – Ч.1 №6(13) – С.99-102.
4. Евстигнеев В.Н., Левина З.М. Оценка компоновок многоцелевых станков по критерию жесткости // Станки и инструменты. – 1986. – №1 С. 5-7.
5. Каминская В.В., Гринглаз А.В. Расчетный анализ динамических характеристик несущих систем станков // Станки и инструменты. – 1989. – №2. С. 10-13.

Шамутдинов А. Х.

Кандидат технических наук, Омский автобронетанковый инженерный институт

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРИГИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА

#### Аннотация

В данной статье экспериментально исследованы динамические характеристики оригинальной части шестикординатного манипулятора (ОЧШМ), с целью применения его эксплуатационных свойств в технологическом оборудовании.

**Ключевые слова:** макет оригинальной части манипулятора, виброанализатор «Диана 2М», вибродатчик, временная реализация свободных колебаний, логарифмический декремент затухания колебаний.

Shamutdinov A.H.

Candidate of Technical Sciences, Omsk Tank-Automotive Engineering Institute

### EXPERIMENTAL STUDY OF DYNAMIC CHARACTERISTICS THE ORIGINAL PART MANIPULATOR WITH SIX-DEGREE OF FREEDOM

#### Abstract

In this paper, experimental investigations of the dynamic characteristics of the original part of manipulator with six-degree of freedom and use its performance in the process equipment.

**Keywords:** original layout of the manipulator, vibration analyzer "Diana 2M", the shock sensor, the temporal realization of free oscillations, the logarithmic decrement of oscillations.

Установка состояла из оригинальной части шестикординатного манипулятора (ОЧШМ - 1, 2, 3) [1, 2, 3], основания 4, двигателя 5 с эксцентриком 7, вольтметра 8 и аттестованного виброанализатора «Диана-2М» 9 с вибродатчиком 6 (рис. 1). Для устойчивости ОЧМ была закреплена на основании 4 четырьмя болтами. Таким образом, исключались сдвиги и наклоны ОЧШМ под действием сил его тяжести и возбуждающей силы, возникающей при вращении эксцентрика. Для определения собственных частот ОЧШМ использовался способ мгновенного приложения нагрузки, когда колебания возбуждались ударом. При помощи эксцентрикового возбудителя колебаний 7, задающего гармонические вынужденные колебания в переходном режиме (при пуске - остановке), частота изменялась в широком диапазоне путем изменения напряжения, контролируемого вольтметром 5, что позволяло определить, в том числе, значения резонансных частот. Для получения полной картины поведения ОЧШМ под нагрузкой было рассмотрено два этапа исследований:

**I этап:** колебания производились в плоскости XOY (рис. 1), **II этап:** колебания производились в плоскости YOZ (рис. 2). В каждом этапе, исследуемых положений ОЧШМ было два: 1) ОЧМ при минимальной длине стержней; 2) ОЧМ при максимальной длине стержней. В каждом из этих положений вначале создавалась ударная нагрузка на рабочий стол (РС) и опорно-поворотное устройство (ОПУ) ОЧШМ и, с помощью виброанализатора Диана-2М, снимались показания (графики) временной реализации колебаний. Анализ временных реализаций позволил определить период и частоту собственных колебаний ОЧШМ различных конфигураций.

Позиции на рис. 1: 1 – Рабочий стол ОЧМ; 2 – Опорно-поворотное устройство ОЧШМ; 3 – Наклонная платформа ОЧШМ; 4 – Основание; 5 – Эл/двигатель; 6 – Вибродатчик; 7 – Эксцентрик; 8 – Вольтметр; 9 – Виброанализатор «Диана-2М».

Позиции на рис. 2: 1 – Эл/двигатель; 2 – Рабочий стол ОЧШМ; 3 – Вибродатчик; 4 – Опорно-поворотное устройство ОЧШМ; 5 – Наклонная платформа ОЧШМ; 6 – Вольтметр; 7 – Виброанализатор «Диана-2М»; 8 – Эксцентрик.

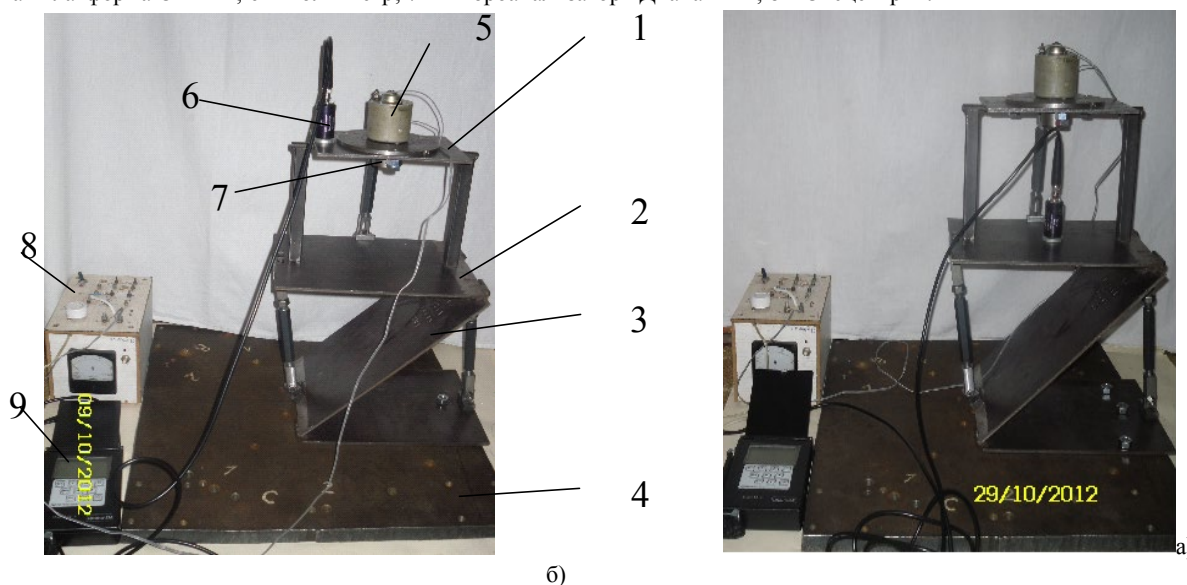


Рис. 1. Колебания в плоскости XOY. ОЧШМ при минимальной длине стержней: а) датчик на рабочем столе; б) датчик на ОПУ

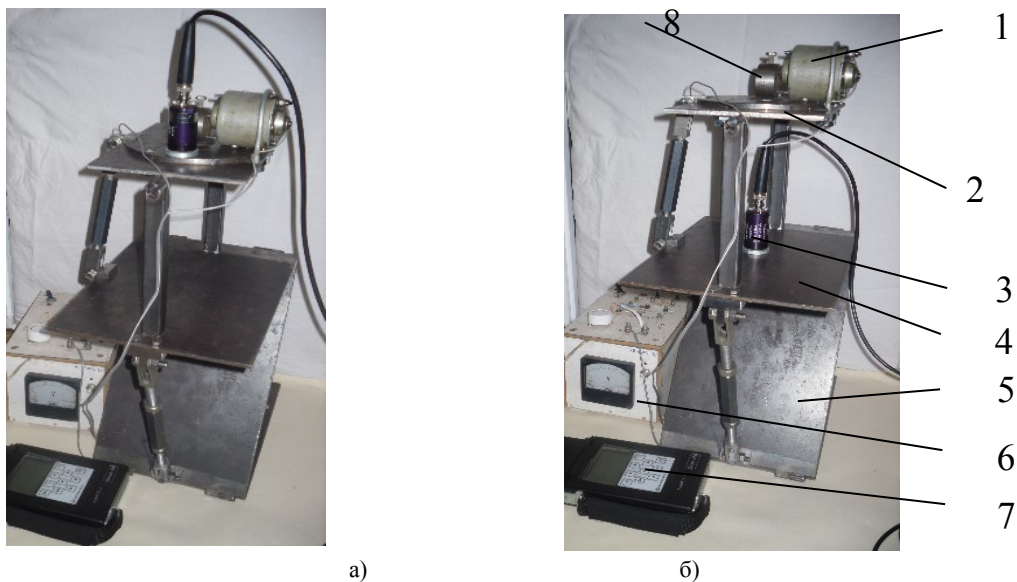


Рис. 2. Колебания в плоскости YOZ. ОЧШМ при минимальной длине:  
а) датчик на рабочем столе; б) датчик на ОПУ

Диссипация энергии при колебаниях оценивается логарифмическим декрементом затухания. Значение логарифмического декремента затухания колебаний найдём, анализируя экспериментальные данные, по формуле:

$$\lambda = \frac{1}{m} \cdot \ln \frac{A_0}{A_m}, \quad (1)$$

где  $m$  – количество периодов колебаний между амплитудами начального  $A_0$  и конечного колебаний  $A_m$  [4].

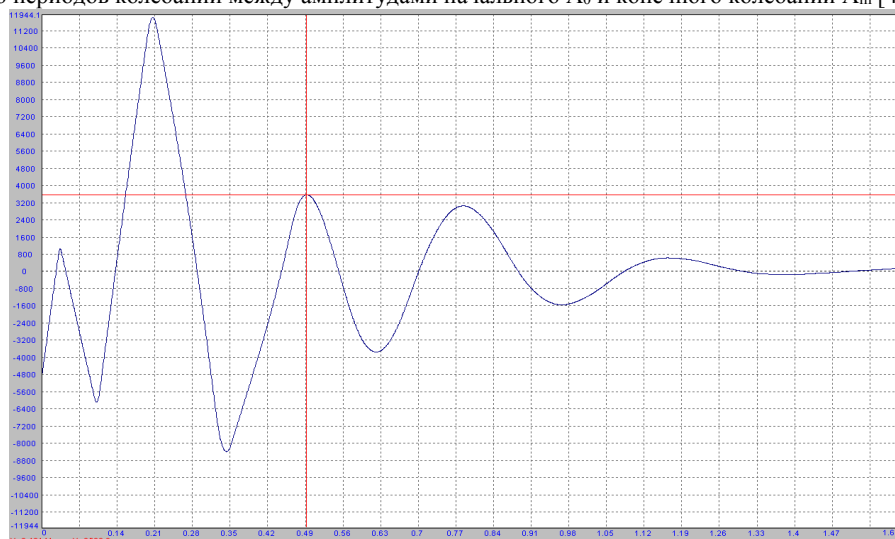


Рис. 3. Временная реализация свободных колебаний РС при минимальной длине стержней ОЧМ

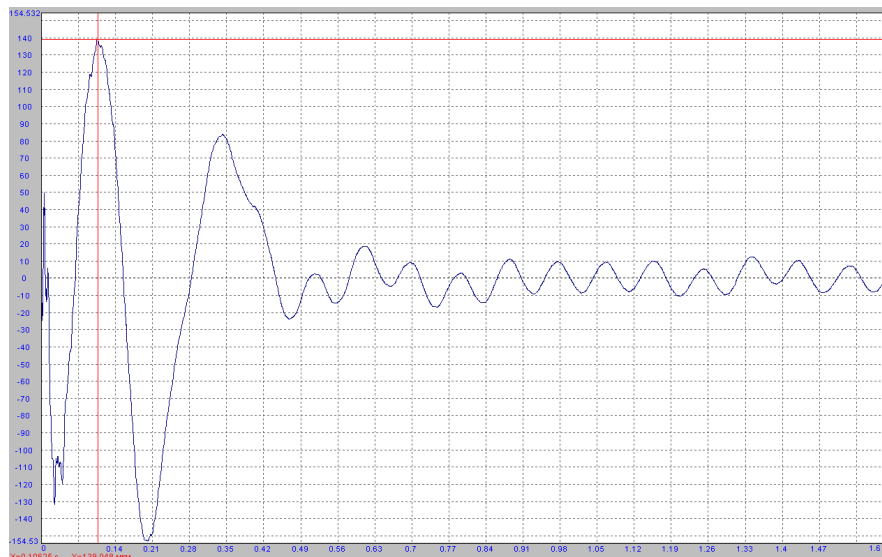


Рис. 4. Временная реализация свободных колебаний РС при максимальной длине стержней ОЧМ

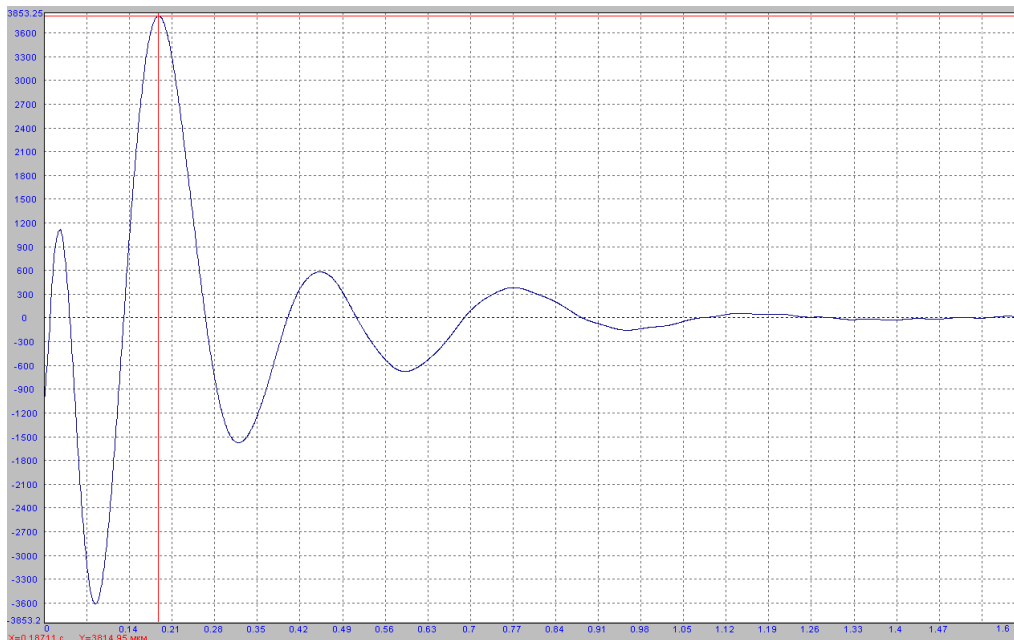


Рис. 5 Временная реализация свободных колебаний ОПУ при минимальной длине стержней ОЧМ

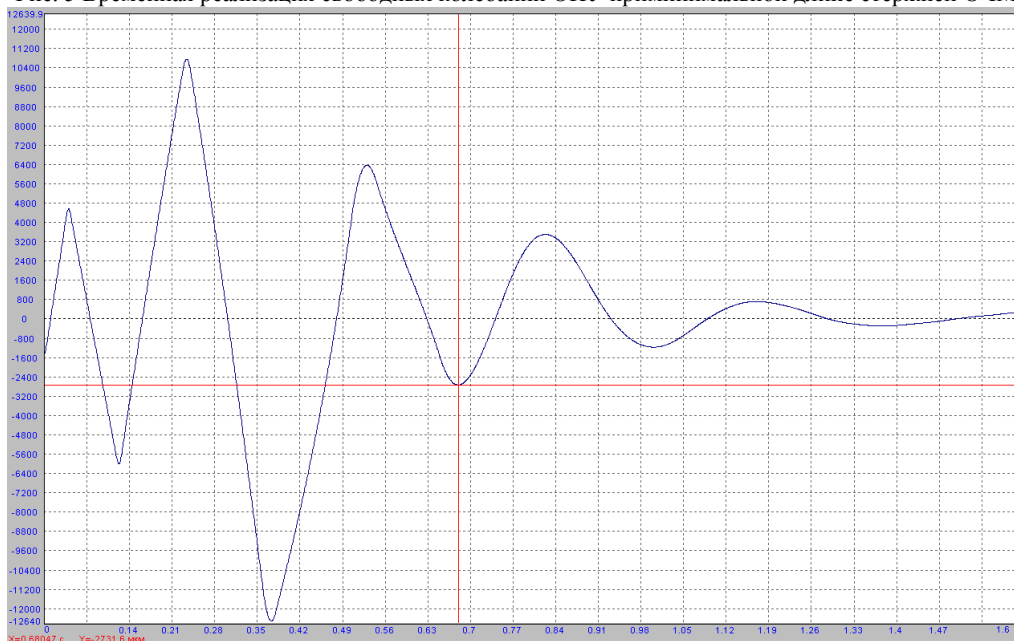


Рис. 6. Временная реализация свободных колебаний ОПУ при максимальной длине стержней ОЧМ

Из рис. 3 и 4 для РС, по формуле (1), находим:

$$\lambda_{\min} = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{3563,2}{628,01} \approx 0,87 \text{ и } \lambda_{\max} = \frac{1}{5} \cdot \ln \frac{139,048}{2,856} \approx 0,78 \quad (2)$$

Аналогично, из рис. 5 и 6 для ОПУ:

$$\lambda_{\min} = \frac{1}{3} \cdot \ln \frac{3814,95}{59,8926} \approx 1,38 \text{ и } \lambda_{\max} = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{2731,6}{290,92} \approx 1,12 \quad (3)$$

Из выражений (2) и (3) видно, что система по (3) обладает большей диссипацией. Таким образом, ОПУ обеспечивает несущую и жесткостную способность конструкции в целом.

Из рис. 7 на частотном спектре видны частоты свободных колебаний ОПУ для положения наибольшей жесткости ОЧМ:  $k_1 = 100$  Гц,  $k_2 = 213$  Гц,  $k_3 = 480$  Гц,  $k_4 = 800$  Гц,  $k_5 = 946$  Гц, из которых максимальный пик по амплитуде при  $k_{\max} = 800$  Гц.

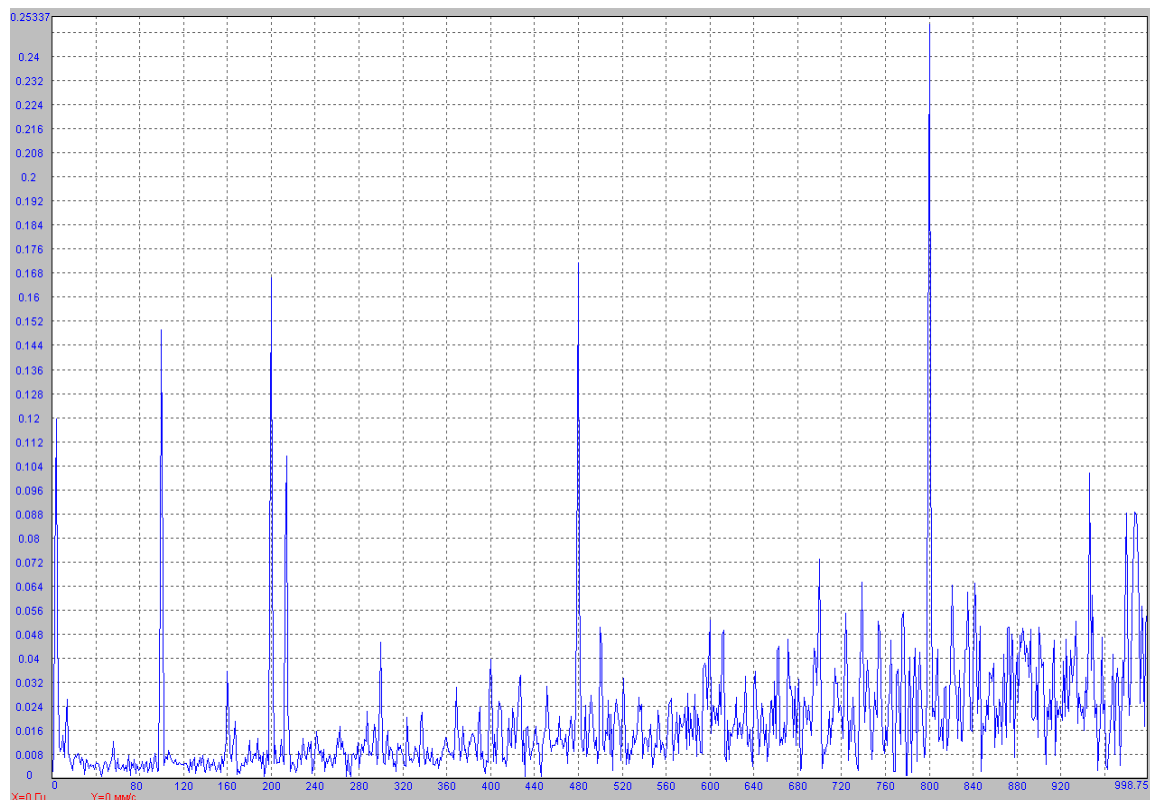


Рис. 7. Частотный спектр свободных колебаний ОПУ при максимальной жесткости ОЧМ

#### ВЫВОДЫ:

1. Опорно-поворотное устройство обладает большей диссипацией энергии колебаний по сравнению с рабочим столом ОЧШМ, а значит, основу жесткости ОЧШМ составляет – ОПУ.
2. Определен диапазон изменения собственных частот:  $k = 129 - 800$  Гц, резонансных частот:  $f_{рез.} = 34 - 86$  Гц и декременты затухания колебаний опытного образца:  $\lambda_{min} = 0,78 - 0,87$  и  $\lambda_{max} = 1,12 - 1,38$ , что позволяет применить эксплуатационные возможности оборудования в конкретных условиях.

#### Литература

1. Пат. ПМ №120599 РФ, МПК В25J1/00. Пространственный механизм. / П.Д. Балакин, А.Х. Шамутдинов – №2011153160/02; Заявлено 26.02.2011; Опубл. 27.09.2012, Бюл. №27. – 2 с.: ил.
2. Балакин П.Д., Шамутдинов А.Х. Схемное решение механизма шестикоординатного манипулятора // Международный научно-технический журнал ISSN 2303-9869. – Екатеринбург, ООО «Имплекс». – 2013. – Ч.1 №6(13) – С.97-99.
2. Балакин П.Д., Шамутдинов А.Х. Исследование жесткости механизма шестикоординатного манипулятора // Международный научно-технический журнал ISSN 2303-9869. – Екатеринбург, ООО «Имплекс». – 2013. – Ч.1 №6(13) – С.99-102.
3. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. – М.: Наука, 1967. – 444 с.

Шинжина А.А.<sup>1</sup>, Сейсенбаева М.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Студент; <sup>2</sup>магистр физики, Государственный университет имени Шакарима города Семей

#### ПОПЫТКА ПРИМЕНЕНИЯ «МИКС» ЭНЕРГИИ НА ЖИЛЫХ УЧАСТКАХ БЛИЗ ГОРОДА СЕМЕЙ

*Аннотация*

В статье была произведена теоретическая попытка применения «микс» топлива, а именно ветряной и солнечной энергии на жилых участках близ города Семей: на сколько реально и возможно совмещение этих двух альтернативных источников для получения электроэнергии.

**Ключевые слова:** «микс» энергия, ветряная и солнечная энергия, возобновляемая энергия.

Shinzhina A.A.<sup>1</sup>, Seysenbaeva M.K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Student; <sup>2</sup>Master of Physics, State University named after Shakarim Semey city

#### ATTEMPTS TO APPLY THE «MIX» ENERGY FOR RESIDENTIAL AREAS NEAR SEMEY CITY

*Abstract*

The article was produced the theoretical attempt to use «mix» of fuel. That is the compound of wind and solar energy near the Semey city. The task of work is determine a reality and possibility of combining two alternative sources for electricity generation.

**Keywords:** «mix» energy, wind and solar energy, renewable energy.

По отдельности каждый из альтернативных источников энергии имеет определенные недостатки, и чтобы скомпенсировать тот или иной минус, было решено совместить ветряную и солнечную энергию. Для достижения поставленной цели, необходимо было провести анализ потребляемой энергии исследуемого объекта, а именно жилого дома в городе Семей с населением в 3 человека.

Согласно извещению об оплате по электрической энергии, полученным за 4 месяца (июль, август, сентябрь, октябрь) в среднем в месяц семья расходует около 238 кВт в час. Этот расход включает аристон, холодильник, стиральную машину, телевизор, утюг, компьютер и духовой шкаф, 6 электрических лампочек, а в июль и август использовался насос агидель. В среднем в день данная семья расходует 7-8 кВт в час. Отсюда следует, что для одного жилого дома не потребуется слишком мощный генератор.

Чтобы установить ветрогенератор нужно определить среднюю скорость ветра. Для этого был рассмотрен Ветровой атлас Казахстана и рассчитана средняя скорость ветра за 4 месяца (июль, август, сентябрь, октябрь).



Согласно Ветровому атласу, в котором приведены значения долгосрочной скорости ветра в Восточно-Казахстанской области категория низкой скорости ветра 6 м/с и меньше преобладает, нежели категория высоких скоростей, которая составляет (7÷8) м/с [1].

Далее чтобы определить среднюю скорость ветра именно для города Семей был рассмотрен сайт прогноза погоды [2], где подробно была представлена скорость ветра на каждый день (см. рисунок - 1). Наиболее благоприятное для ветроустановки дневное время суток, поэтому для анализа было взято 12 часов дня.

Таким образом в среднем за 4 месяца она составила (3÷3,5) м/с. Однако значение одной лишь средней скорости ветра - недостаточный показатель того, стоит ли использовать ветер как источник энергии. Например, средняя скорость в 5 м/с характерна как для ветра, который дует на протяжении суток с постоянной скоростью в 5 м/с, так и для урагана, который бушует со скоростью 30 м/с четыре часа подряд, а потом наступает двадцатичасовое затишье.

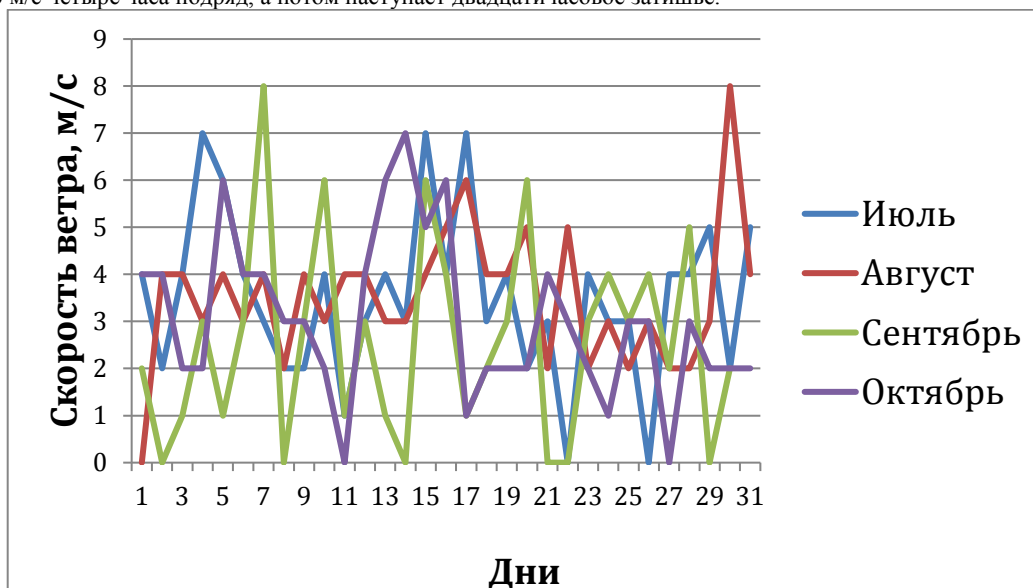


Рис.1 - Средняя скорость ветра за 4 месяца

Плюс солнечных батарей в том, что их можно установить хоть на крыше домов, а вот ветрогенератор не установишь, так как дома, деверья будут служить помехой и могут сильно повлиять на скорость и направление ветра. Расстояние между ветродвигателем и помехой должно превышать её высоту не менее чем в 15 - 20 раз, или ветроустановка должна быть выше препятствия. К тому же такие промышленные ВЭУ должны находиться на 300 метров от жилых участков, поэтому идеальным вариантов является малый ветрогенератор (установки мощностью менее 100 кВт).

Попытавшись проанализировать возможно ли соединенное применение ветряной и солнечной энергии, можно сказать, что вполне возможно, если брать в небольших масштабах, например малые ветрогенераторы и солнечные батареи.

#### Литература

1. Ветровой атлас Казахстана. Михаил Раков. Астана, 17 февраля 2011 г. проект ПРООН Казахстан - инициатива.
2. Архив прогноза погоды [Электронный ресурс] URL: <http://semipalatinsk.nuipogoda.ru>.

Шуляев А.В.

Аспирант, Воронежский институт высоких технологий

#### МОДЕЛЬ КАМЕРЫ

#### Аннотация

Цель статьи предоставить аналитическое описание модели камеры, позволяющей количественно связать отношения между некоторой точкой реального трехмерного мира и ее проекцией на двухмерную плоскость изображения.

**Ключевые слова:** внутренняя матрица, внешняя матрица, дисторсия, пинхол.

Shuljaev A.V.

Postgraduate student, International Institute of High Technologies

#### CAMERA MODEL

#### Abstract

The purpose of the article is to provide an analytical description of the camera model which allows to estimate quantify the relationship between some point in real three-dimensional world and its projection onto a two-dimensional image plane.

**Keywords:** intrinsic matrix, extrinsic matrix, distortion, pinhole.

Первой камерой считается обскура, она была изобретена в XVI веке и представляла собой ящик с очень маленьким отверстием на своей фронтальной плоскости, внутри ящика свет, прошедший через отверстие проецировался на заднюю стенку. Изображение при этом получалось перевернутым, а величина проекции зависела от расстояния до проецируемого объекта. Камера-обскура демонстрировала законы перспективы. Математическая модель камеры-обскуры, или как ее еще называют, пинхол, подразумевает, что отверстие бесконечно мало, в реальности это конечно не так, более того, в современных камерах имеется сложная система линз призванных доставлять на светочувствительные элементы камеры больше света. Однако, такая грубая модель вполне успешно применяется в компьютерном зрении, в том числе и для высокоточных измерений в трехмерном пространстве [1]. Такие измерения применяются в фотограмметрии – научно-технической дисциплине, занимающаяся определением характеристик, взаимного расположения объектов по их фотографиям снятым с различных летательных аппаратов, измерения в трехмерном пространстве с помощью различных светочувствительных датчиков, в том числе и камер, широко применяется на производстве в задачах автоматической инспекции и сборки.

На Рис. 1 можно видеть, как точка  $P$  с мировыми координатами  $(x_w, y_w, z_w)$  проецируется на плоскость изображения  $XO_iY$  в точку  $P_d$  с координатами  $(X_d, Y_d)$ .

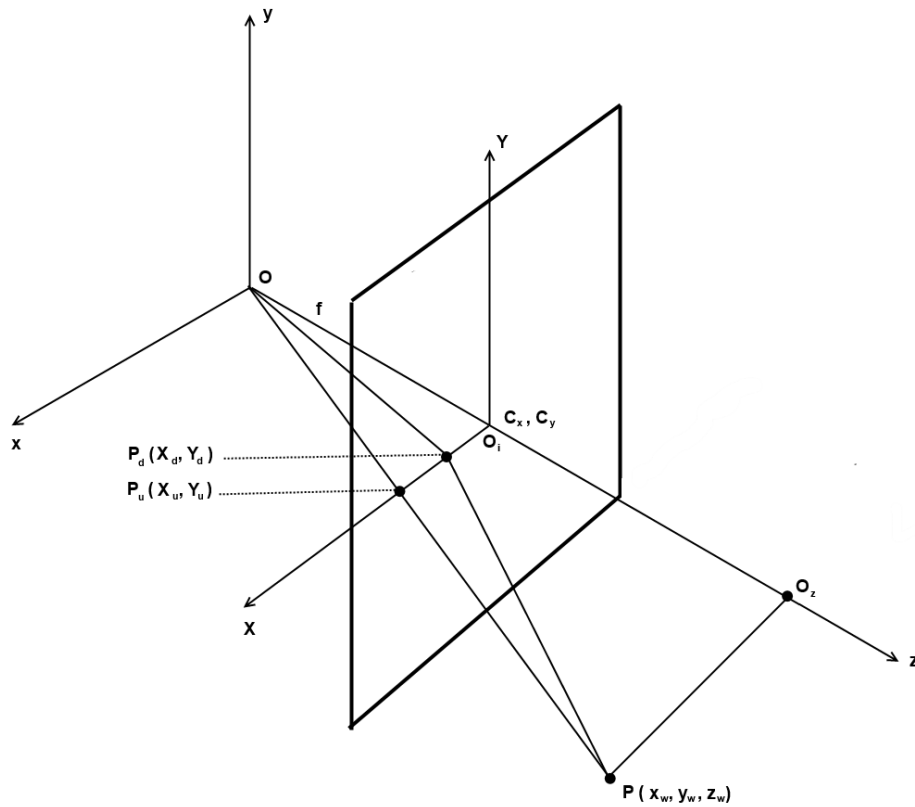


Рис. 1 – Геометрия камеры с учетом радиального искажения  
Такое преобразование задается уравнениями перспективной проекции:

$$\begin{aligned} X_d &= f \frac{x_w}{z_w} \\ Y_d &= f \frac{y_w}{z_w} \end{aligned} \quad (1)$$

где  $f$  – фокусное расстояние, определяемое кривизной линзы.

Оптическая ось  $Oz$  перпендикулярна плоскости изображения и пересекает ее в некоторой точке, которая в идеальном случае совпадает с центром изображения  $(C_x, C_y)$ . Однако, в действительности, из-за асферичности поверхности линз, дефектах при сборке камеры и других технических проблемах это не так, именно поэтому координаты центра изображения входят в список параметров, которые должны быть откалиброваны. Среди параметров модели камеры выделяют две группы.

#### Внутренние параметры.

Эта группа параметров описывает геометрию камеры, они не обходимы для преобразований на плоскости изображения, т.е. в 2D. Сюда входят, координаты центра изображения  $(C_x, C_y)$ , фокусное расстояние  $f$  и коэффициенты дисторсии. В своей работе [2] Janne Heikkilä и Olli Silvén записали внутренние параметры камеры в виде матрицы:

$$M = \begin{bmatrix} f_x & 0 & C_x \\ 0 & f_y & C_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Использование линз в оптических системах приводит к различным aberrациям. Как правило, самой сильной и, в то же время, легко устранимой aberrацией является радиальная дисторсия. Она обусловлена тем фактом, что фокусное расстояние в разных частях линзы отличается.

Радиальная дисторсия моделируется следующим образом [3]:

$$\begin{aligned} X_u &= X_d(1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6) \\ Y_u &= Y_d(1 + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6) \end{aligned} \quad (2)$$

где

$$r = \sqrt{X_d^2 + Y_d^2}$$

Как правило, достаточно коэффициентов первого порядка, т.е. к параметрам модели добавляется два коэффициента дисторсии по  $X$  и  $Y$ .

Т.о. некоторая точка трехмерного мира может быть преобразована в однородные координаты изображения следующим образом.

$$\begin{bmatrix} X_d \\ Y_d \\ w \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & 0 & C_x \\ 0 & f_y & C_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \end{bmatrix} \quad (3)$$

В формуле (3) и далее, преобразования выполнены в однородных координатах, а  $w$  - фиктивная переменная.

#### Внешние параметры

Эта группа параметров описывает положение камеры в пространстве, ее ориентацию. Цель этой группы параметров связать мировые координаты, с системой координат камеры. В евклидовом пространстве это может быть сделано единственным образом, если ориентация камеры задается как набор углов вращений вокруг собственных осей.

В группу внешних параметров входят  $3 \times 3$  ортонормированная матрица вращения  $R$  и вектор столбец  $T$ .

$$R = \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \\ r_4 & r_5 & r_6 \\ r_7 & r_8 & r_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \psi \cos \theta & \sin \psi \cos \theta & -\sin \theta \\ -\sin \psi \cos \phi + \cos \psi \sin \theta \cos \phi & \cos \psi \cos \phi + \sin \psi \sin \theta \sin \phi & \cos \theta \sin \phi \\ \sin \psi \sin \phi + \cos \psi \sin \theta \cos \phi & -\cos \psi \sin \phi + \sin \psi \sin \theta \cos \phi & \cos \theta \cos \phi \end{bmatrix}$$

$$T = \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix}$$

где

$\psi, \theta, \phi$  - это углы вращения вокруг осей системы координат,

$T$  - трехкомпонентный вектор параллельного переноса центра координат камеры.

Эта группа параметров может быть представлена в виде матрицы, называемой внешней матрицей камеры:

$$\begin{bmatrix} R & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Т.о. преобразование некоторой точки трехмерного мира в систему координат связанную с камерой производится следующим образом:

$$\begin{bmatrix} X_d \\ Y_d \\ w \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ w \end{bmatrix} + T \quad (4)$$

Комбинируя формулы (3) и (4) получим уравнение, которое однозначно связывает некоторую точку изображения в однородных координатах с некоторой точкой реального мира:

$$\begin{bmatrix} X_d \\ X_d \\ w \end{bmatrix} = RM \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ w \end{bmatrix} + T \quad (5)$$

Перед началом работы с любым изображением, полученным с камеры, необходимо провести устранение дисторсии на основе формулы (2) игнорируя коэффициенты большого порядка.

Полученная модель позволяет проводить измерения в трехмерном пространстве с высокой точностью. Предварительно должны быть получены параметры модели камеры, в процессе калибровки. Калибровка камеры – это процесс, позволяющий получить внешние и внутренние параметры камеры, а так же коэффициенты искажений линз. Получение параметров модели камеры, позволяет установить количественные соотношения между некоторой точкой 3D объекта и ее наблюдаемой 2D проекцией на изображении с камеры. Возможны две ситуации:

1. Известна проекция некоторой точки реального мира, но неизвестны трехмерные координаты в системе координат связанной с камерой.
2. Имеются трехмерные координаты некоторой точки в системе координат связанной с камерой, но неизвестна проекция этой точки.

Эти ситуации могут быть разрешены откалиброванной моделью камеры с помощью уравнений, описанных выше.

#### Литература

1. Tsai, R. Y. A Versatile Camera Calibration Technique for High-Accuracy 3D Machine Vision Metrology Using Off-the-shelf TV Cameras and Lenses // IEEE JOURNAL OF ROBOTICS AND AUTOMATION. – 1987. Vol. RA-3, № 4. – P. 343-344.
2. Heikkila, J., Silven O. A four-step camera calibration procedure with implicit image correction // IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition: труды – 1997 P. 1106.
3. Gary Bradski, Adrian Kaehler. Learning OpenCV. O'Reilly, 2008. С. 375-378